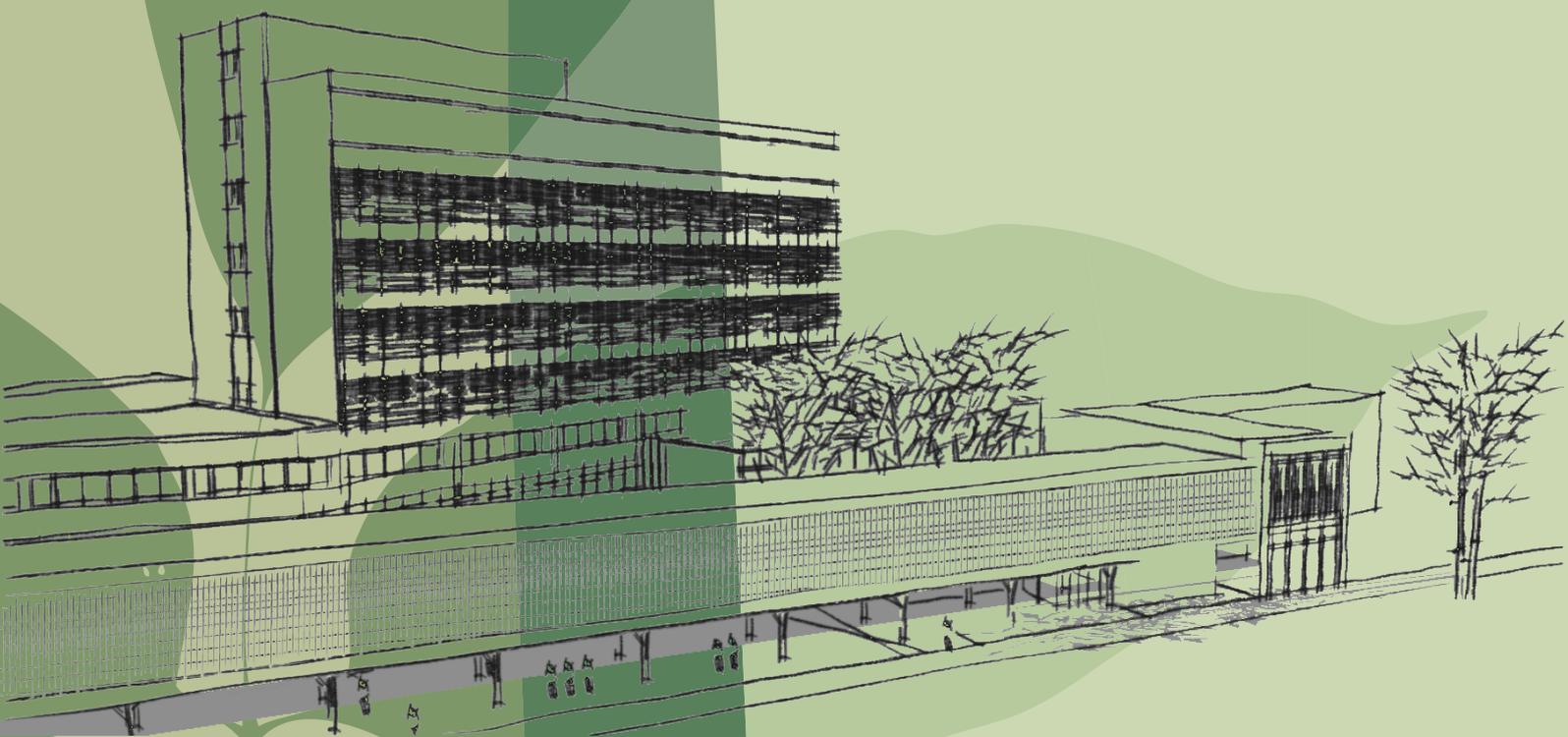


PROJETO DE ADEQUAÇÃO DO HEMOCENTRO PÚBLICO - RJ (HemoRIO)

Avaliação Pós-Ocupação, Diagnóstico Energético e
Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética.



RELATÓRIO TÉCNICO VOLUME 1

Execução do Termo de Cooperação no 140/2011

GM/MS/SAS/DAE/CGSH

Período de Vigência: 01/11/2011 a 31/06/2013

LaSUS

laboratório de sustentabilidade
aplicada a arquitetura
e urbanismo



Universidade de Brasília
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo





RELATÓRIO

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

ETIQUETAGEM DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

INSTITUTO ESTADUAL DE HEMATOLOGIA DO RIO DE JANEIRO – HEMORIO

Laboratório de Sustentabilidade aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo – LASUS

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília



Coordenação Geral

Marta Adriana Bustos Romero (UnB)

Fase Avaliação Pós Ocupação – APO e Etiquetagem

Marta Adriana Bustos Romero (Coordenação, Profa. FAU/UnB)

Caio Frederico e Silva (Prof. FAU/UnB)

Júlia Teixeira Fernandes (Arq.)

Gustavo de Luna Sales (Arq.)

Nathalia da Rosa Pires (Arq.)

Ana Carolina C. Correia Lima (Arq.)

Aline Curvello da Costa Nemer (Arq.)

Júlia Sollero (Est.)

Guilherme Collevatti (Est.)

Isabel A. Bezerra (Est.)

Lara Pitta (Est.)

Valmor Cerqueira Pazos (Suporte Técnico)

Fase Retrofit

Marco Antonio Saidel (Coordenação)

Paula Castello Branco

Eduardo Kanashiro

Fase Projeto

Marta Adriana Bustos Romero (Coordenação)

Julia Teixeira Fernandes

Gustavo de Luna Sales

Bruno Capanema (Prof. FAU/UnB)

Nathalia da Rosa Pires

Ana Carolina C. Correia Lima

Aline Curvello da Costa Nemer

Júlia Sollero

Fase de Análise e Consolidação de Parâmetros de Saúde e Qualificação dos Serviços

Marta Adriana Bustos Romero (Coordenação)

Cláudio Medeiros Santos

Jane Teresinha Martins

Humberto Dias Xavier

Fabiano Romanholo Ferreira

Reyjane Alves Teixeira

Giselle Bissaro Barban

Ana Célia Maria dos Santos Marchi

Lydia Marcia de Melo França

Bárbara de Jesus Simões

Apoio Técnico Operacional ao Projeto de Pesquisa

Valmor Cerqueira Pazos (Coordenação)

Flávio Rocha de Souza

Britoaldo Martins do Vale Junior

Coordenação Ministério da Saúde

Guilherme Genovez/Coordenador Geral de Sangue e Hemoderivados/CGSH/DAE/SAS/MS



HEMORIO

volume 1

BRASÍLIA, OUTUBRO DE 2012



SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	i
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE TABELAS.....	v
APRESENTAÇÃO.....	1
I - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO	2
1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Objeto de Avaliação	5
1.1.1. Caracterização do Clima e a Arquitetura Bioclimática	5
1.1.3. Caracterização do Edifício.....	9
1.2. MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL – APO.....	12
1.2.1. Projeto Arquitetônico e Definição de Ambientes-Tipo	12
1.2.2. Procedimento para as Medições <i>in loco</i> :	14
1.2.3. Definição de Indicadores de Desempenho Ambiental	18
1.2.4. Simulações Computacionais	22
1.3. DIAGNÓSTICO.....	24
1.3.1. Avaliação do Entorno.....	24
1.3.2. Avaliação Sensorial.....	28
1.3.3. Conforto Térmico	28
1.3.4. Conforto Luminoso.....	29
1.3.5 Conforto Sonoro	31
1.3.6. Quadro Resumo de Avaliação Ambiental - Medições <i>in loco</i>	32
1.3.7. Análise da Matriz de Indicadores Ambientais.....	35
1.3.8. Análise dos questionários aplicados aos usuários	35
1.3.9. Dados Conjugados e Proposições Técnicas	36
1.4. Considerações finais.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
II - ETIQUETAGEM	45
APRESENTAÇÃO.....	46
INTRODUÇÃO	46
2.1. Contexto da eficiência energética em edificações no Brasil.....	47
2.2. Método Prescritivo para Classificação do Nível de Eficiência Energética da Envolória Segundo o RTQ-C.....	48
2.3. Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética da Envolória	51
2.3.1. Caracterização do Edifício para a Etiquetagem	51
2.3.2. Metodologia Utilizada.....	52
2.3.3. Extração dos dados	53
2.4. Resultado da Etiqueta	54



2.5. Considerações Finais	58
REFERÊNCIAS.....	60
III - RETROFIT	61
APRESENTAÇÃO.....	62
3. INTRODUÇÃO	63
3.1. Contexto	63
3.2. Objetivos	64
3.3. Metodologia	65
3.4. Análise da Instalação.....	68
3.4.1. Introdução.....	68
3.4.2. Medições de Energia.....	68
3.5. Medições e Consumo Desagregado	71
3.5.1. Medição 1 : Saída do transformador " C "	71
3.5.2. Medição 2 : Chiller " A "	71
3.5.3. Medição 3 : Quadro de força dos Laboratórios - 2 ° andar do prédio principal	72
3.5.4. Medição 4 : Câmaras frigoríficas de sangue	73
3.6. SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO	74
3.7. Sistemas de Iluminação.....	78
3.7.1. Estudo Comparativo entre Fontes de Luz: fluorescente tubular convencional x fluorescente de última geração.....	81
3.7.2. Iluminação a LED	83
3.7.3. Sensores de Presença	84
3.8. Iluminação Natural	88
3.9. Aspectos que Merecem Atenção	90
3.9.1. Recomendações.....	90
3.10. Sistema de Climatização.....	91
3.10.1. Recomendações	92
3.11. SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO	93
3.11.1. Recomendações	93
3.12. Sistemas Motrizes	94
3.13. Motor de Alto Rendimento	95
3.13.1. Recomendações	95
3.14. Sistemas de Bombeamento	96
3.14.1. Recomendações	97
3.15. ESTUDO TARIFÁRIO	98
3.15.1. Estrutura Tarifária.....	98
3.15.2. Avaliação	99
3.15.3. Recomendações	100



3.16. Qualidade de Energia Elétrica	100
3.16.1. Perturbações Elétricas.....	101
3.16.2. Harmônicos	105
3.17. Fator de Potência	108
3.17.1. Recomendações	109
3.18. Considerações Finais	109
REFERÊNCIAS.....	111
IV - DIRETRIZES PARA INTERVENÇÃO	114
4.1. DIRETRIZES DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA.....	115
4.1.1. Diretrizes Ambientais da Avaliação Pós-Ocupação.....	115
4.1.2. Diretrizes da Etiquetagem da Envoltória	116
4.1.3. Diretrizes do Retrofit energético:	117
4.2. DIRETRIZES DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL E DE HUMANIZAÇÃO:	118
4.2.1. Avaliação e Diretrizes de implantação e relação com o entorno	119
4.2.2. Avaliação e Diretrizes do Subsolo.....	122
4.2.3. Avaliação e Diretrizes para o pavimento Térreo.....	124
4.2.4. Avaliação e Diretrizes para o Terceiro Pavimento.....	128
4.1.1. Avaliação e Diretrizes para o Oitavo Pavimento	132
4.1.2. Avaliação e Diretrizes para o Nono Pavimento (Cobertura)	134
V - PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO	136
5. INTERVENÇÃO PARA O HEMORIO.....	137
5.1. Repertório para Intervenção.....	137
5.2. Propostas para Intervenção	150
5.2.1. Intervenções de implantação, relação com o entorno	150
5.2.2. Intervenções para o Subsolo	155
5.2.3. Intervenções para o pavimento Térreo e proposta para novo Anexo	157
5.2.4. Proposta para o primeiro pavimento do novo Anexo.....	161
5.2.5. Proposta para o segundo pavimento do novo Anexo.....	163
5.2.6. Intervenções para o terceiro pavimento e proposta para o novo Anexo....	163
5.2.7. Intervenções para o oitavo pavimento	166
5.2.8. Intervenções para o nono pavimento / cobertura	167
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
ANEXOS - Volume 2.....	170
• ANEXO I : Análise dos Ambientes Tipo.....	170
• ANEXO II: Etiquetagem de Eficiência Energética (PROCEL/INMETRO)	170
• ANEXO III :Propostas de Intervenção	170



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Normais Climatológicas da cidade do Rio de Janeiro. Fonte: INMET (acesso em 27/08/2012).	6
Figura 2 – Distribuição das temperaturas – Cartas Solares.	7
Figura 3 – Rosa dos Ventos (velocidades predominantes e frequência de ocorrência) da cidade do Rio de Janeiro.	7
Figura 4 – Zona Bioclimática 8 e a Carta Bioclimática para a cidade do Rio de Janeiro. Adaptado da NBR 15220-3.	9
Figura 5 – Área de Preservação do Ambiente Cultural – APAC (em vermelho), lote onde está localizado o HemoRio (em azul).	9
Figura 6 – Levantamento da volumetria das edificações no entorno do HemoRio. Em vermelho os edifícios mais altos (acima de 3 pavimentos) e em azul o HEMORIO. Fonte: adaptado do GoogleEarh.	10
Figura 7 – Imagens das fachadas frontal e posterior do HemoRio.	11
Figura 8 – Fachada posterior com a predominância de elementos opacos em contraste com a transparência de fachada frontal.	11
Figura 9 – Planta do Subsolo do HEMORIO.	13
Figura 10 – Planta do primeiro andar do HEMORIO.	13
Figura 11 – Planta segundo andar do HEMORIO.	13
Figura 12 – Planta do terceiro andar do HEMORIO.	14
Figura 13 – Planta oitavo andar do HEMORIO.	14
Figura 14 – Equipamentos de medição dos parâmetros ambientais.	15
Figura 15 – Modelo de ficha de avaliação e análise ambiental dos ambientes-tipo.	17
Figura 16 – Trecho simulado do programa ENVI-met.	22
Figura 17 – Modelo da edificação e entorno desenvolvido no programa Ecotect 2011.	23
Figura 18 – Exemplo da avaliação de incidência de radiação solar nas fachadas do HEMORIO.	29
Figura 19 – Simulação de autonomia de luz do dia (para 500 lux) em trechos do pavimento térreo do HEMORIO.	30
Figura 20 – Enfermaria infantil e sala de aula.	31
Figura 21 – Equipamento de ar condicionado defasado como fonte de ruído.	32
Figura 22 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).	48
Figura 23 - Intervalos de eficiência a partir do indicador de consumo da envoltória do edifício	49
Figura 24 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).	50
Figura 25 - Envoltória do HEMORIO (base e torre).	51
Figura 26 - Determinação das orientações das fachadas do HEMORIO, segundo o RTQ-C .	53
Figura 27 - Pré-requisitos obrigatórios para envoltória, segundo RTQ-C	58
Figura 28 - Medição de cargas de grande consumo no Hemocentro do Rio de Janeiro.	66
Figura 29 - Analisador MARH-21.	69
Figura 30 - Locais de medições de parâmetros elétricos.	70
Figura 31 - Medição na saída do transformador “C”	71
Figura 32 - Medição do chiller “A” do sistema central de ar condicionado.	72
Figura 33 - Medição do quadro de força dos Laboratórios do Ciclo do Sangue e do Setor de Hemoterapia.	72



Figura 34 - Medição das câmaras frigoríficas de sangue.....	73
Figura 35 - Matriz de consumo desagregado do Hemocentro.....	74
Figura 36 - Modelo virtual do Hemocentro.....	74
Figura 37 - Exemplo de relatório de saída de dados da simulação realizada pelo EnergyPlus.	76
Figura 38 - Percentual de redução do consumo anual de energia em relação à situação de referência.....	77
Figura 39 - Eficiência energética para fontes de luz atuais.....	80
Figura 40 - Modelos de lâmpadas fluorescentes.....	82
Figura 41 - Relação entre o modelo de lâmpada fluorescente e a eficiência da luminária.	82
Figura 42 - Possibilidades para sensores de presença.....	84
Figura 43 - Sensores de presença com tecnologia PIR, com instalação no teto, parede e embutido, respectivamente.....	85
Figura 44 - Sensor de presença com tecnologia ultra-sônica.....	86
Figura 45 - Sensor de presença com tecnologia dual e respectiva fonte de alimentação.....	87
Figura 46 - Área de cobertura do sensor dual de lente padrão e de longo alcance.....	87
Figura 47 - Sistema de iluminação ligado e ausência de usuários nos corredores do Hemocentro.....	90
Figura 48 - Curva de carga do chiller “A” do sistema central de climatização.....	92
Figura 49 - Demanda das câmaras frigoríficas de sangue Hemocentro.....	93
Figura 50 - Comparação entre motores do tipo padrão e alto rendimento.....	94
Figura 51 - Curva de rendimento em função da vazão.....	97
Figura 52 - Histórico do demanda de energia elétrica do Hemocentro.....	99
Figura 53 - Histórico do consumo de energia elétrica do Hemocentro.....	100
Figura 54 - Medição no barramento principal do Hemocentro – Tensões AB, BC e CA.....	104
Figura 55 - Medição dos Laboratórios localizados no 2º andar – Correntes A, B e C.....	105
Figura 56 - Medição no barramento principal – Harmônicos de tensão.....	108
Figura 57: Implantação do Hemorio e relação com o entorno.....	119
Figura 58: Vista para Praça da República.....	119
Figura 59: Clube Elite na esquina e casa antiga degradada, vizinha ao Hemorio.....	119
Figura 60: Características das casas antigas na rua em frente ao Hemorio.....	120
Figura 61: Fachada Frontal , com o acesso principal.....	121
Figura 62: Fachada Posterior, voltada para Hospital Souza Aguiar.....	121
Figura 63: Acesso principal com depósito para resíduos e estacionamento de ambulâncias	121
Figura 64: Fachada da área de doação, possibilidade de expansão, preservando as árvores existentes.....	121
Figura 65: edificações para guarita e gases medicinais.....	122
Figura 66: espera para atendimento do ambulatório em local inapropriado.....	122
Figura 67: Vista das coberturas: necessidade de requalificação para conforto ambiental, sustentabilidade e percepção e agradabilidade visual para o usuário.....	122
Figura 68: Área para Carga e Descarga bloqueados.....	123
Figura 69: Área para Carga e Descarga, vista da rua.....	123
Figura 70: Corredores com equipamentos e mobiliário, com redução dos espaços e prejuízos ambientais.....	123
Figura 71: Refeitório sem ventilação e iluminação.....	123
Figura 72: Planta do Subsolo existente, com marcação das áreas para intervenção.....	124
Figura 73: Salão de Doadores sem espaço para atividades.....	125



Figura 74: Cadastro com posição do balcão de lado, criando dificuldade para comunicação entre o funcionário e o doador	125
Figura 75: Planta Baixa do Térreo existente, com marcação das áreas para intervenção ...	126
Figura 76: Sala de Coleta sem vista e humanização	127
Figura 77: Repouso na circulação.....	127
Figura 78: Caixa metálica pesada: difícil manuseio e transporte.....	128
Figura 79: Espaço dos funcionários (vestiário feminino e copa no mesmo local). Ausência de vestiário masculino.	128
Figura 80: Terraço com área coberta para estar dos funcionários	129
Figura 81: Terraço descoberto com ambiente árido e locação de equipamentos de forma desorganizada	129
Figura 82: Planta do Terceiro Pavimento, com marcação das áreas por atividade.	130
Figura 83: Foto aérea com marcação em azul de área de ampliação dentro do terreno do Hemorio e em vermelho as casas vizinhas para ampliação.	131
Figura 84: Casa antiga a ser restaurada.....	132
Figura 85: Casa descaracterizada, que necessita de avaliação patrimonial.....	132
Figura 86: Fotos da enfermaria pediátrica.....	133
Figura 87: Planta do Oitavo Pavimento, com marcação das áreas de intervenção	133
Figura 88: Planta da Cobertura, com marcação das áreas de intervenção	134
Figura 89: Local para elevador externo.....	135
Figura 90: Vista para a Praça da República	135
Figura 91: Máquinas	135
Figura 92: Edícula para Arquivo Morto.....	135
Figura 93: Exemplos de inserção da vegetação no espaço construído	138
Figura 94: Paredes Verdes, com sustentação de “caixas” metálicas	138
Figura 95: Exemplo de desenho de módulos de sustentação de jardins verticais	139
Figura 96: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical.....	139
Figura 97: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical.....	140
Figura 98: Exemplos de proteções solares	141
Figura 99: Conexão do interior com o exterior e exemplo de enfermarias humanizadas.....	142
Figura 100: Valorização do pé-direito, da luz natural e da vegetação	142
Figura 101: Fluidez e Transparências dos Espaços.....	143
Figura 102: Espaços lúdicos e dinâmicos pelo uso da cor e luz.....	143
Figura 103: Composições coloridas e dinâmicas para inovação dos espaços	144
Figura 104: Espaços externos agradáveis, com uso de madeira , pedras e vegetação	144
Figura 105: Espaços externos humanizados para permanência	145
Figura 106: Espaços integrados com divisórias de vidro.....	146
Figura 107: Espaços com estações de trabalhos e integração com jardins	147
Figura 108: Espaço interativo e dinâmico em Hemocentro no Japão, para atrair doadores .	148
Figura 109: Campanha de captação de doadores com o tema MANGÁS.....	149
Figura 110: Marcação de área do novo bloco e Fachada (Desenho: Bruno Vilela)	150
Figura 111: Aplicação de led em fachadas: uso de cores e imagens	151
Figura 112: Em verde, toda a área destinada à praça dos pedestres	152
Figura 113: Preservação da Fachada da Casa, com jardim integrando ao novo bloco	152
Figura 114: Proteção Horizontal proposta para a Torre do Hemorio (modulação e ritmo)	153
Figura 115: Exemplos de pedra calcária para fachada, em substituição às cerâmicas existente	154



Figura 116 – Exemplos de pedra calcária para fachada, em substituição as cerâmicas existentes.	155
Figura 117: Planta do Subsolo, com novo zoneamento funcional	156
Figura 118: Fluxo da Doação, recomendado pelo Ministério da Saúde	157
Figura 119: Planta do Pavimento Térreo do edifício existente e do novo bloco anexo.	158
Figura 120: Planta do Primeiro Pavimento do novo bloco anexo.	161
Figura 121: Planta do Primeiro Pavimento do novo bloco anexo.	163
Figura 122: Planta do Terceiro Pavimento do edifício existente e do novo bloco anexo.	164
Figura 123: Planta do Oitavo Pavimento do edifício existente.....	166
Figura 124: Planta do Nono Pavimento do edifício existente	168



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise Sensorial do Conforto Ambiental.....	19
Quadro 2 - Tabela de Materiais	20
Quadro 3 - Matriz de Indicadores	21
Quadro 4 - Análise da Temperatura do Ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%).....	25
Quadro 5 - Análise da Velocidade do Vento (m/s) e Fator de Visão do Céu (%).....	26
Quadro 6 – Resumo da Avaliação Ambiental – Medições in loco parte 1.....	33
Quadro 7 - Resumo da Avaliação Ambiental – Medições in loco parte 2	34

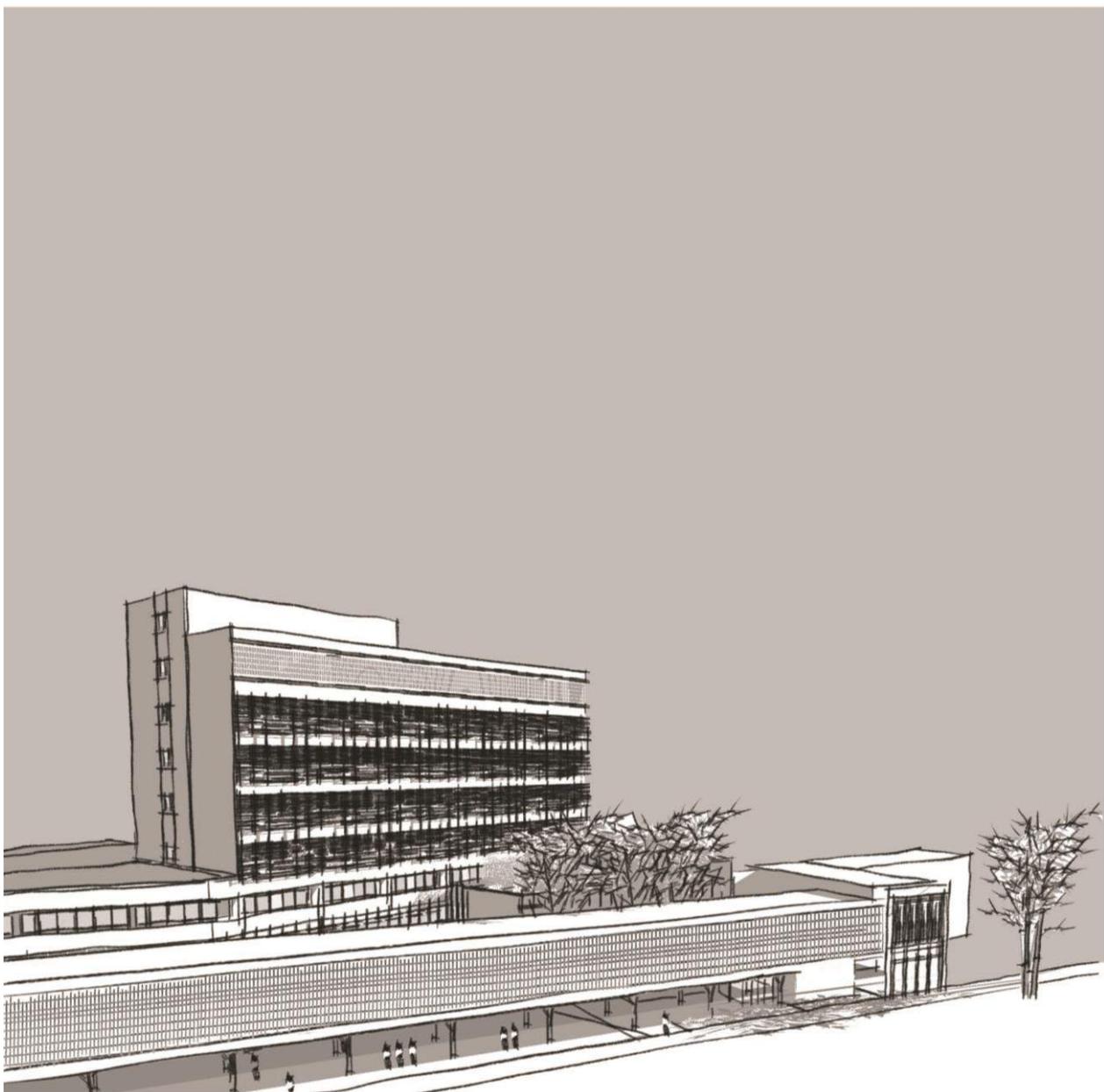
LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias de temperatura do ar e precipitações. Fonte: <i>World Meteorological Organization</i>	6
Tabela 2 – Dados extraídos do edifício HEMORIO.	54
Tabela 3 – Classificação dos harmônicos de acordo com sua ordem e frequência.....	106



APRESENTAÇÃO

O volume 1 do relatório de atividades do projeto Hemorede Sustentável - Ministério da Saúde, é composto pelos procedimentos de trabalho utilizados para diagnóstico ambiental e reabilitação do edifício do Instituto Estadual de Hematologia do Rio de Janeiro - HEMORIO. Desta forma, este volume foi organizado em tópicos, baseados nos métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO); Diagnóstico Energético; e da Etiquetagem de Eficiência Energética para Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Com base nos dados coletados nas etapas de avaliação e diagnóstico, ao final deste documento são apresentadas diretrizes de projeto visando a humanização, sustentabilidade e eficiência energética do espaço construído, assim como, o conforto ambiental dos usuários do edifício. As atividades apresentadas neste relatório foram desenvolvidas sob coordenação do Laboratório de Sustentabilidade Aplicada à Arquitetura e Urbanismo – LaSUS; vinculado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Destaca-se, ainda, a importante contribuição do Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.



I - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO



1. INTRODUÇÃO

Para a realização deste trabalho foram aplicados os métodos da Avaliação Pós-Ocupação, Retrofit, e Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética de Edifícios; compondo um importante instrumento de avaliação ambiental integrada. A utilização deste instrumento se justifica tendo em vista a redução dos impactos sociais, econômicos e ambientais inerentes ao ciclo de vida de edifícios. Os instrumentos/métodos empregados para a realização deste trabalho são pautados, principalmente, pela avaliação das variáveis do projeto arquitetônico, tais como: implantação no sítio, orientação, materiais superficiais, componentes construtivos e suas relações com as condições climáticas locais. Em decorrência da interação entre os elementos do edifício e o clima local, surgem importantes balizadores da qualidade do espaço, como, por exemplo, a percepção (física, emocional e sensorial) dos usuários como. Desta forma, os métodos de avaliação escolhidos para o desenvolvimento do trabalho se caracterizam como importantes ferramentas de identificação dos aspectos mencionados.

Primeiramente, a avaliação ambiental integrada foi realizada tendo como núcleo a Avaliação Pós-Ocupação - APO, composta pela caracterização climática do local e demais atributos do microclima onde a edificação está inserida; avaliação sensorial dos ambientes; aplicação de questionários e realização de entrevistas com funcionários e usuários do edifício; avaliação da qualidade ambiental dos recintos considerando o conforto térmico, luminoso e sonoro. Esta fase também foram realizadas simulações computacionais nos programas ENVI-met e Ecotect Analysis 2011, destinados a avaliação ambiental tanto na escala urbana como ao níveis dos ambientes.

Após a realização das avaliações, os dados obtidos foram tratados e transformados em indicadores, tendo enfoque no aumento da sustentabilidade e qualidade ambiental. Desta forma, foram traçadas diretrizes de adequação ambiental e incorporação do potencial do edifício para o atendimento às novas demandas.

O trabalho de APO teve diferentes etapas, agrupadas da seguinte forma:

PLANEJAMENTO: levantamento de normas; definição de equipamentos de medições in loco; definição dos programas computacionais a serem utilizados; definição de ambientes tipo para realização das medições; levantamento e definição de indicadores



de desempenho ambiental; condicionantes bioclimáticas local; logística e planejamento para a execução do trabalho.

DIAGNÓSTICO: análise dos resultados obtidos e elaboração diretrizes de projeto.

PROJETO: proposições técnicas em formato de projeto preliminar de arquitetura.

As diretrizes foram desenvolvidas dentro deste estudo na fase de projeto; após todo o processo ser alimentado pelas etapas de Retrofit e Etiquetagem de Eficiência Energética. Estas duas etapas serão abordadas no decorrer deste volume. Neste sentido, o **objetivo geral** deste volume é apresentar os procedimentos metodológicos utilizados para a obtenção do diagnóstico ambiental do edifício e diretrizes de projeto.



1. AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO - APO

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) consiste na avaliação do desempenho físico/ambiental e da satisfação do usuário. Os métodos e técnicas de APO, aplicados originalmente em habitações de interesse social, foram desenvolvidos por Roméro e Ornstein (2003). Diagnosticam fatores positivos e negativos no decorrer do uso da edificação. Na APO são avaliados aspectos socioeconômicos, infraestrutura, satisfação dos usuários, sistemas construtivos, funcionalidade, consumo energético e conforto ambiental.

1.1. Objeto de Avaliação

O objeto de avaliação deste estudo é o edifício sede do Instituto Estadual de Hematologia do Rio de Janeiro - HEMORIO. O edifício foi inaugurado em 1969, constituindo centro de pesquisas e formação de técnicos, coleta de sangue, estocagem e o preparo de plasma e derivados. Atualmente a edificação também agrega funções de hospital para doenças do sangue.

1.1.1. Caracterização do Clima e a Arquitetura Bioclimática

Para o início da Avaliação Pós-Ocupação com vistas a melhoria ambiental e energética da edificação, é fundamental a caracterização do clima do local. A cidade do Rio de Janeiro localiza-se a 22° Latitude Sul e 43° Longitude Oeste, situada e apenas 2m de altitude em relação ao nível do mar. Apresenta um clima tropical atlântico, definido por duas estações no ano: uma quente e relativamente chuvosa; outra de temperaturas mais amenas. A Tabela 1 apresenta as médias anuais de temperatura do ar e precipitações para a cidade. Destaca-se que a média de temperatura anual é de 23, 1°C com níveis de chuva acima dos 100 (mm) entre os meses de dezembro a abril.



Tabela 1 – Médias de temperatura do ar e precipitações. Fonte: *World Meteorological Organization*.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima registrada (°C)	42	42	40	40	38	37	38	42	42	42	43	41	43
Temperatura máxima média (°C)	29,4	30,2	29,4	27,8	26,4	25,2	25,3	25,6	25,0	26,0	27,4	28,6	27,2
Temperatura mínima média (°C)	23,3	23,5	23,3	21,9	20,4	18,7	18,4	18,9	19,2	20,2	21,4	22,4	21,0
Temperatura mínima registrada (°C)	17	17	17	15	10	7	11	10	13	12	13	17	7
Precipitação (mm)	114,1	105,3	103,3	137,4	85,6	80,4	56,4	50,5	87,1	88,2	95,6	169,0	1 172,9
Dias de chuva	12	9	9	10	8	6	6	6	9	10	11	13	109

Importante observar, também, os elevados níveis de umidade ao longo do ano; mantendo-se sempre próximo aos 80%. A Figura 1 apresenta um gráfico do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET dos níveis médios de temperatura e umidade da cidade do Rio de Janeiro ao longo dos anos de 1961 e 1990.

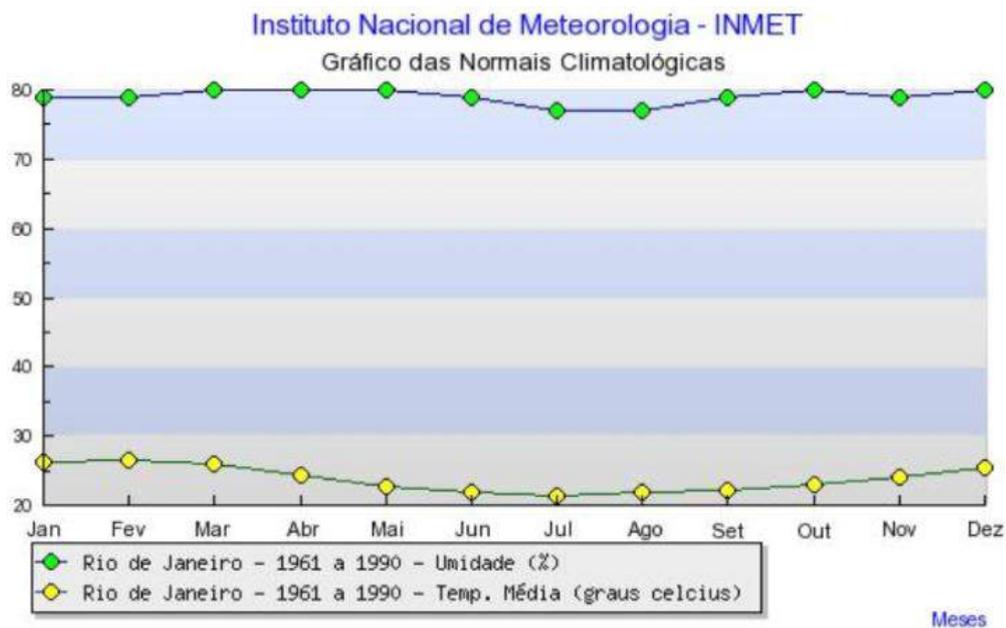


Figura 1 – Normais Climatológicas da cidade do Rio de Janeiro. Fonte: INMET (acesso em 27/08/2012).

A Figura 2 apresenta a Carta Bioclimática para as duas estações climáticas da cidade do Rio de Janeiro (até 21 de junho e após 21 de junho), onde é importante observar a distribuição da temperatura do ar ao longo do dia. A Figura 3 apresenta a Rosa dos Ventos com os dados de velocidades predominantes (m/s) e frequência de ocorrência (%) dos ventos; destacando os ventos predominantes Sul – Sudeste durante o ano.

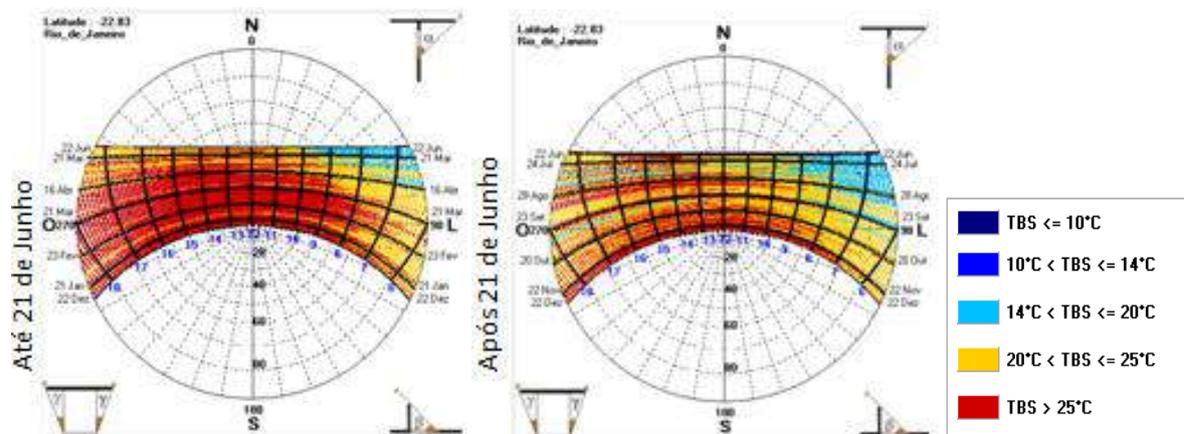


Figura 2 – Distribuição das temperaturas – Cartas Solares.

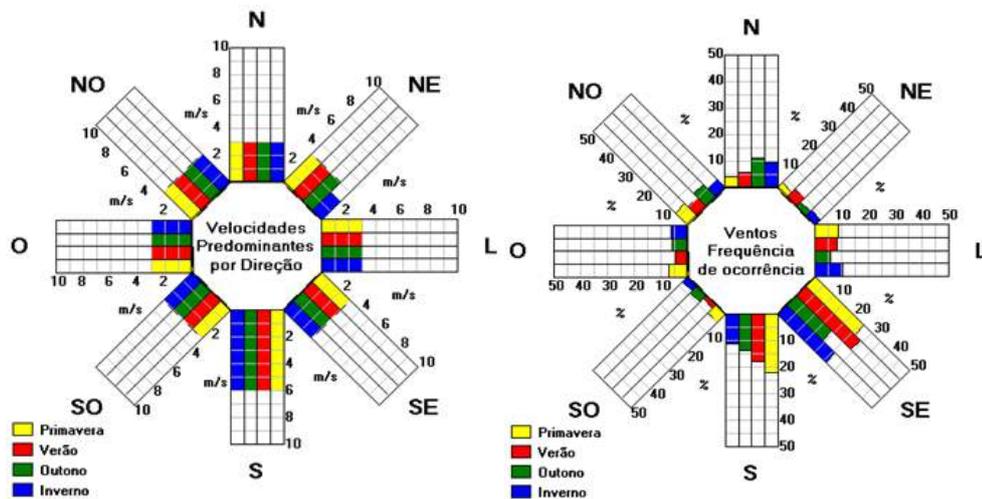


Figura 3 – Rosa dos Ventos (velocidades predominantes e frequência de ocorrência) da cidade do Rio de Janeiro.

Já quanto a arquitetura bioclimática, esta se baseia na correta aplicação dos elementos arquitetônicos com o objetivo de fornecer ao ambiente construído um alto grau de conforto higrotérmico com baixo consumo de energia. Aliado a isto, o corpo humano produz continuamente calor no organismo como subproduto do metabolismo. Esse calor é dissipado continuamente para o ambiente. Quando a velocidade de produção de calor é exatamente igual à velocidade de perda, diz-se que a pessoa está em equilíbrio térmico.

Para que essa troca de calor se dê da maneira mais eficiente possível, ou seja, sem que haja um esforço extra do organismo, existe o que se chama de Zona de Conforto. É definida por



um intervalo nos valores de umidade e temperatura, mas que pode variar, dependendo de outros fatores como a velocidade do vento.

Alguns métodos para projetos bioclimáticos aplicados à edificação utilizam cartas bioclimáticas, que associam informações sobre a zona de conforto térmico, clima local e as estratégias de projeto indicadas para cada período do ano. As estratégias podem ser classificadas em naturais (sistemas passivos) e artificiais (sistemas ativos). As naturais são as que não gastam energia para seu funcionamento: ventilação natural, resfriamento evaporativo, massa térmica (que aumenta inércia térmica da construção), aquecimento solar passivo, etc. Os sistemas artificiais de uso mais comum na arquitetura são ventilação mecânica, aquecimento e refrigeração.

No caso do Rio de Janeiro, boa parte das estratégias são passivas, o que significa que o projeto arquitetônico pode resolver adequadamente as condições de conforto sem dispêndio maior de energia.

A norma brasileira para o Desempenho Térmico de Edificações (ABNT NBR 15220), em sua parte 3, propõe um zoneamento bioclimático para o Brasil que contém nove zonas; cada zona bioclimática apresenta diferentes características que vai localizá-la em diferentes partes da carta bioclimática onde se relacionam temperatura e umidade do ar. Além da zona de conforto há outras zonas para as quais são indicadas estratégias para melhorar a sensação térmica. Essas recomendações baseiam-se nas cartas bioclimáticas de B. Givoni (1994) e foram adaptadas para os climas brasileiros. São elas: aquecimento artificial (calefação), aquecimento solar, massa térmica para aquecimento, desumidificação, resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento, ventilação, refrigeração artificial e umidificação do ar.

A Zona Bioclimática Brasileira na qual inclui a cidade do Rio de Janeiro é a Zona 8. Consultando a NBR, vê-se que ela estabelece como estratégias as seguintes:

- Ventilação cruzada permanente;
- Sombreamento de fachadas.

A ventilação cruzada permanente é essencial para que promova a desumidificação do ambiente. É importante salientar que o condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes do ano (Figura 4).

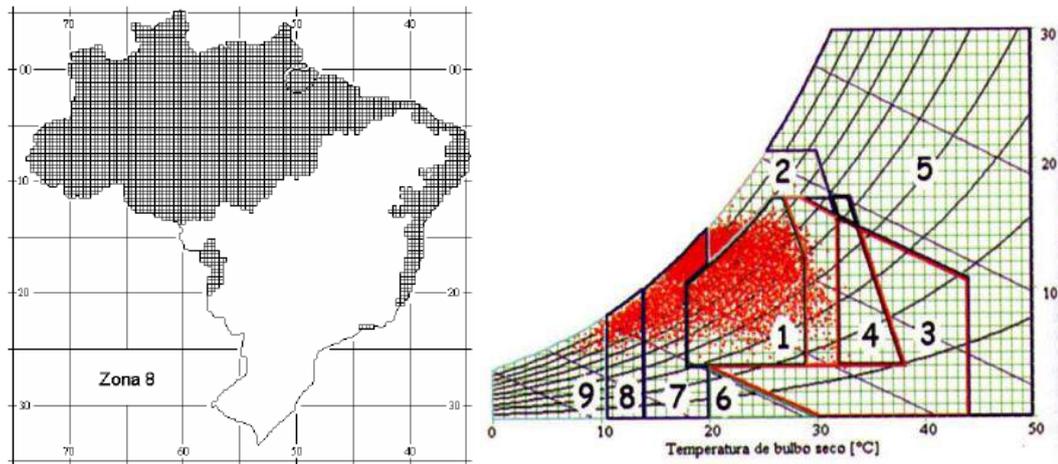


Figura 4 – Zona Bioclimática 8 e a Carta Bioclimática para a cidade do Rio de Janeiro. Adaptado da NBR 15220-3.

1.1.3. Caracterização do Edifício

O Edifício do HemoRio localiza-se na Avenida Frei Caneca entre esquina com a Rua Praça da República, região central da cidade do Rio de Janeiro. Possui a Praça da República e o Hospital Souza Aguiar como importantes pontos de referência. Está inserido em uma Área de Preservação do Ambiente Cultural – APAC, de acordo com o Decreto 118883/92; apresentando restrições quanto à ocupação, gabarito de altura e demolição de edifícios (SMU, 1992). A Figura 5 apresenta delineado em vermelho a APAC assim como o lote onde está localizado o HemoRio (delineado em azul).

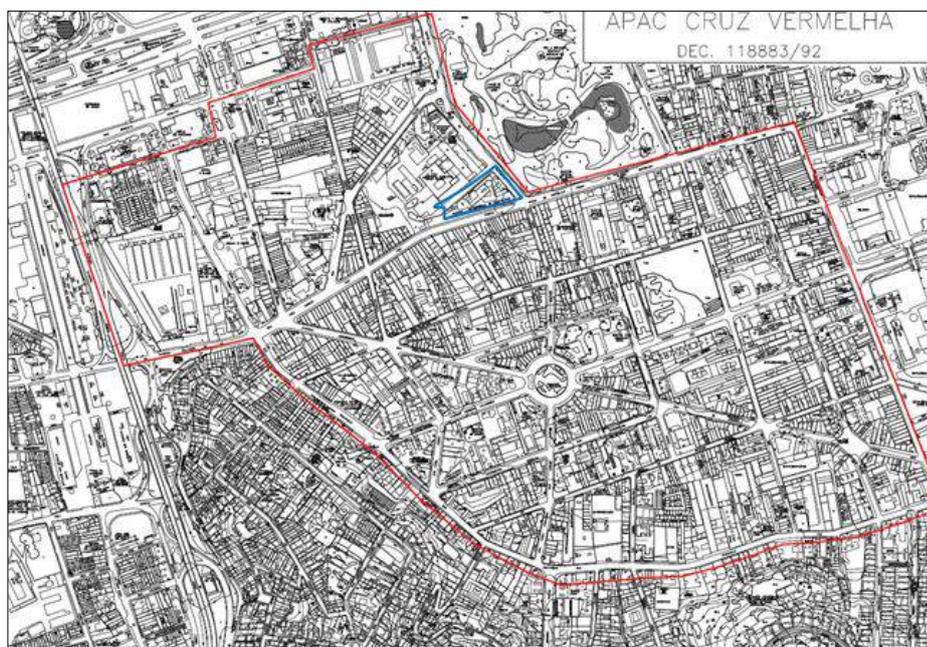


Figura 5 – Área de Preservação do Ambiente Cultural – APAC (em vermelho), lote onde está localizado o HemoRio (em azul).



O entorno do HemoRio é composto, em geral, por edificações de três pavimentos. Tais edificações são representadas principalmente por construções mais antigas de caráter histórico, marcantes no centro do Rio de Janeiro. Algumas edificações mais recentes se destacam em relação à altura (acima de 3 pavimentos), como, por exemplo, o edifício do hospital Souza Aguiar, um edifício residencial voltado para a Rua Praça da República, e o próprio HEMORIO. A Figura 6 apresenta um levantamento da volumetria do entorno, destacando as edificações mais altas (em vermelho); aspecto importante da avaliação ambiental.



Figura 6 – Levantamento da volumetria das edificações no entorno do HemoRio. Em vermelho os edifícios mais altos (acima de 3 pavimentos) e em azul o HEMORIO. Fonte: adaptado do GoogleEarth.

O edifício do HemoRio é composto por uma torre principal com oito andares, de projeção retangular, apoiada em um edifício poligonal; formando uma base de três pavimentos. O complexo ainda conta com um edifício anexo de dois pavimentos, em formato retangular, alinhado à Avenida Frei Caneca. A Figura 7 apresenta imagem da fachada frontal do bloco principal e a fachada posterior com vista do bloco em anexo. O bloco (torre) principal do edifício pode ser caracterizado como uma arquitetura modernista, de brutalismo nas formas e pelo ritmo das esquadrias na fachada principal. A utilização de materiais como concreto, alvenaria, e vidro; também marcam a identidade do edifício (Figura 8). No entanto, adensamento do entorno e a expansão de blocos anexos do próprio edifício prejudica a linguagem original do prédio.



Figura 7 – Imagens das fachadas frontal e posterior do HemoRio.



Figura 8 – Fachada posterior com a predominância de elementos opacos em contraste com a transparência de fachada frontal.



1.2. MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL – APO

1.2.1 Projeto Arquitetônico e Definição de Ambientes-Tipo

Na primeira fase da APO foi fundamental a análise das plantas arquitetônicas da edificação. Destaca-se que foi necessário um levantamento in loco de uma série de dados de projeto tendo em vista informações desatualizadas, ou inexistentes, nas plantas fornecidas inicialmente pela administração do HEMORIO. Desta forma, foram verificadas e complementadas as informações necessárias para viabilizar a aplicação da APO.

Para início das atividades das medições dos aspectos de conforto térmico, lumínico e sonoro, foram estabelecidos ambientes-tipo com base nas plantas arquitetônicas. Ambientes-tipo são recintos escolhidos na avaliação pós-ocupação para representar as condições gerais (ambientais) da edificação, tendo em vista a impossibilidade ou a limitação de realização das medições na totalidade dos recintos. As similaridades em termos de orientação, área, atividade desenvolvida, entre outros; foram fatores determinantes para a escolha dos ambientes-tipo.

No caso do Hemocentro do Rio de Janeiro foram escolhidos 19 (dezenove) ambientes tipo, distribuídos da seguinte forma:

- **Subsolo:** Escritório Patrimônio (1); e Manutenção/Depósito (2);
- **Térreo:** Refeitório (3); Sala de Atendimento (4); Salão de Espera dos Doadores (5); Sala de Coleta de Medula/Triagem (6); Coleta dos Doadores (7); Consultório Aférese (8);
- **1º Andar:** Laboratório de Controle Hemoglobinopatias (9); Lab. de Bioquímica (10); Chefia de Laboratório (11); Pós-PCR (12); Chefia SPH (13); Lab. Sorologia (14);
- **2º Andar:** Divisão Administrativa Hotelaria (15); Administrativo (16); Sala de Aula (17);
- **8º Andar:** Posto de Enfermagem (18); Enfermaria Infantil (19).

A Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12 e Figura 13 apresentam os ambientes-tipo demarcados nas plantas de cada pavimento.



Figura 9 – Planta do Subsolo do HEMORIO.



Figura 10 – Planta do primeiro andar do HEMORIO.



Figura 11 – Planta segundo andar do HEMORIO.

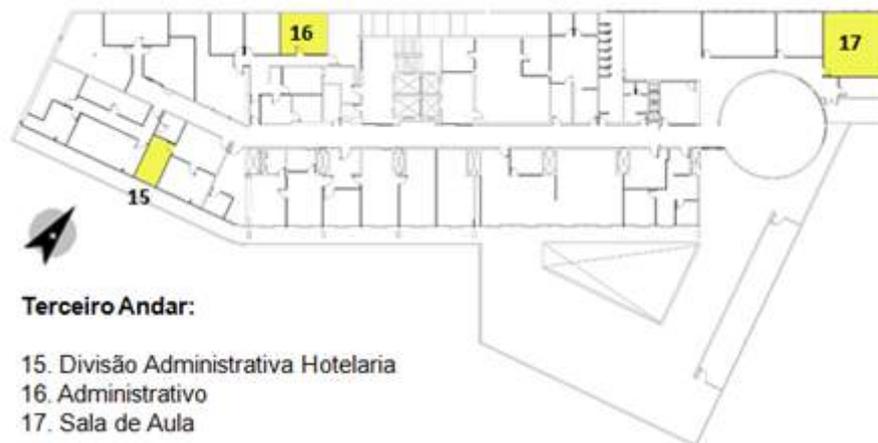


Figura 12 – Planta do terceiro andar do HEMORIO.

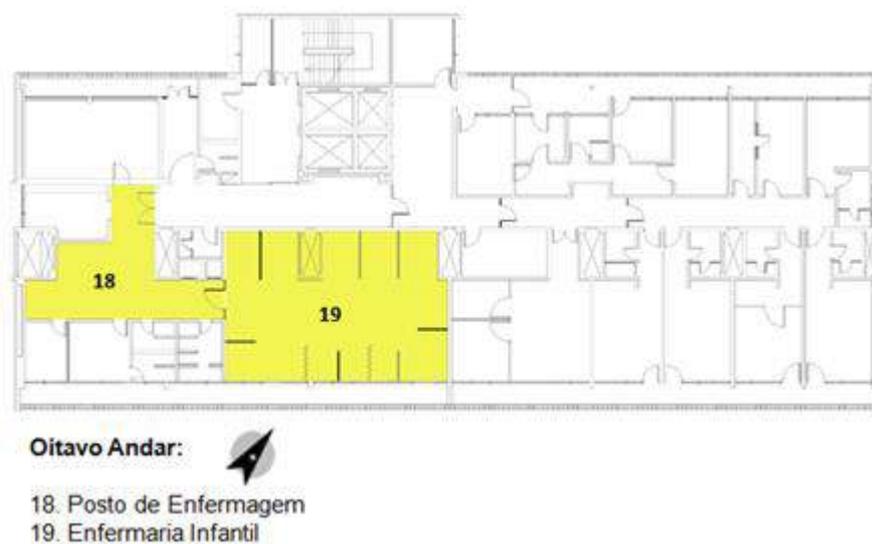


Figura 13 – Planta oitavo andar do HEMORIO.

1.2.2. Procedimento para as Medições *in loco*:

Após a definição dos ambientes tipo, foram realizadas atividades relacionadas com os procedimentos que antecedem as medições da análise ambiental. Primeiramente foram checados os equipamentos necessários para a coleta de dados de temperatura e umidade do ar (termo-higrômetro); níveis de iluminâncias (luxímetro); e níveis de ruído (decibelímetro). A Figura 14 apresenta os equipamentos utilizados nas medições.



Figura 14 – Equipamentos de medição dos parâmetros ambientais.

Foram levantadas as principais normas nacionais e internacionais para a realização das medições *in loco* dos dados relativos ao conforto térmico, luminoso e sonoro na edificação. Este levantamento é importante para a correta coleta de dados, tendo em vista a aplicação da metodologia prevista nas normas. Além dos equipamentos e procedimentos que devem ser adotados nas medições, as normas também estabelecem níveis adequados de conforto (térmico, sonoro e luminoso) que servem de parâmetros para os dados coletados. Desta forma, foram utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho as seguintes normas:

- ISO/DIS 7726/96 - Ambientes Térmicos - Instrumentos e métodos para medição dos parâmetros físicos;
- NBR 5382 – Verificação da Iluminância de Interiores;
- NBR 5413 – Iluminância de Interiores; NBR 15215-2 – Procedimentos de Cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos;
- NBR 10151 – Acústica – avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimentos; 10152 – Níveis de ruído para o conforto acústico.

Segue resumo dos aspectos normativos a serem identificados nas medições *in loco*.

Medição de Conforto Térmico

Com relação ao conforto térmico, aplica-se a norma do MINISTÉRIO DO TRABALHO, NR17/1990 – Ergonomia: item 17.5 – que trata das condições de conforto aplicado a ambientes de trabalho dependendo do tipo de atividade executada. Para as atividades que exijam solicitação intelectual e atenções constantes como: salas de controle, laboratórios,



escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, lembramos que são recomendadas as seguintes condições de conforto: a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152; b) índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C; c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s; d) umidade relativa do ar não inferior a 40%.

Medição de Conforto Luminoso – Iluminação Natural e Artificial

Para uma primeira percepção de iluminação natural e artificial dos ambientes-tipo, foi utilizado luxímetro digital para coletar dados unitários da iluminância do espaço. Seguindo a Norma ABNT NBR 5382 – Verificação de Iluminância de Interiores, o aparelho foi posicionado em um plano horizontal a uma distância de 80cm do piso, conforme instruções, sob temperatura ambiente entre 15°C e 50°C. O método utilizado para a obtenção dos dados de um ambiente foi desenvolver uma malha de pontos, coletando o nível de iluminância (lux) de cada ponto, podendo dessa forma criar uma malha de ISOLux.

Medição de Conforto Sonoro

Para realizar as medições de conforto sonoro nos espaços tipos selecionados nos blocos do edifício, foi necessário dividir os ambientes segundo suas tipologias arquitetônicas a partir da utilização do espaço. Desta forma, os ambientes divididos foram: salas de escritório, salas com uso de máquinas, ambientes de uso comum, sala de aula, biblioteca e sala de projeção. O método utilizado para as medições foram:

- Medição decibelimétrica, que serve para medir a intensidade de ruído existente no local;
- Medições de tempo de reverberação, que determinam o decaimento de intensidade de determinadas frequências num espaço de tempo, em uma determinada sala;
- Estudo da forma arquitetônica, para verificar o comportamento das ondas sonoras no ambiente a partir do local, material e tipo de fonte. Este estudo verifica efeitos indesejáveis, como ressonância, reverberação, entre outros;

Outra etapa importante é a elaboração dos arquivos (ficha de avaliação e análise) contendo informações como às áreas, orientações e layout dos ambientes-tipo. No arquivo é inserida



uma malha de pontos para as medições de iluminâncias nos ambientes, considerando as recomendações expressas na norma NBR 15215-3, bem como dados de temperatura, umidade e ruído (Figura 15). Desta forma, para cada ambiente tipo foi estabelecido uma malha de pontos com afastamento de 0,50m das superfícies verticais, e quadrículas de 1,0m X 1,0m (nos ambientes de até 50m²) e 2,0m X 2,0m (em ambientes acima de 50m²). Também foram observados os afastamentos de 0,75m (altura) em relação ao piso para o posicionamento do luxímetro nas medições. Em termos de medições de ruído, as distâncias mínimas expressas em norma.

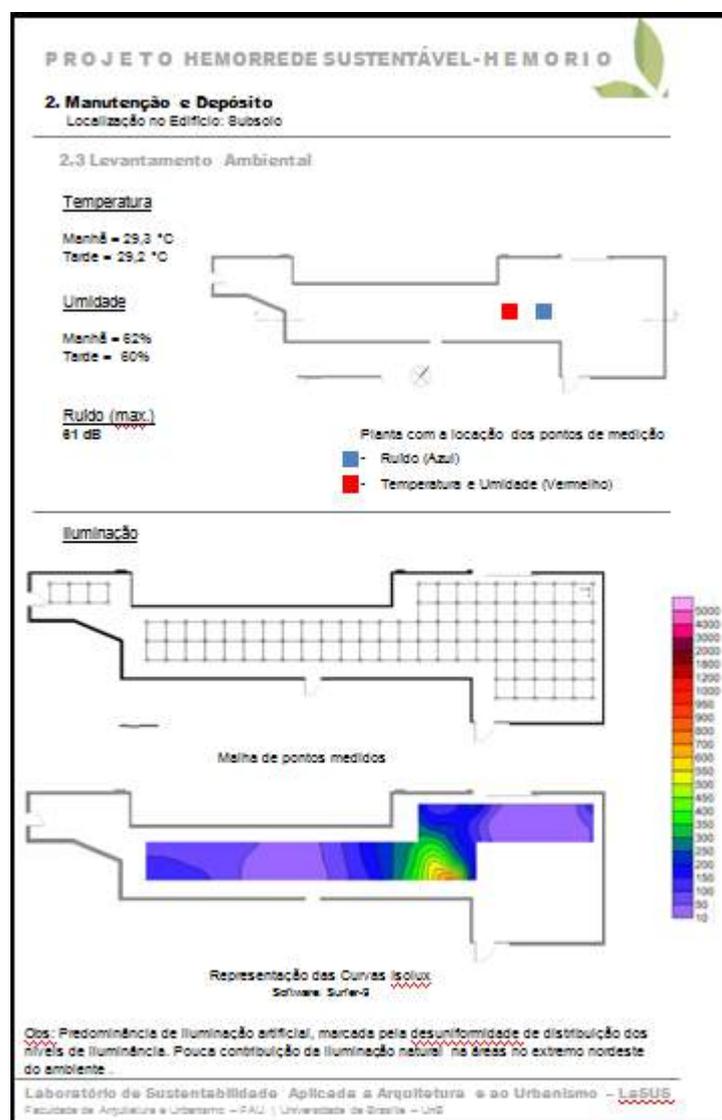


Figura 15 – Modelo de ficha de avaliação e análise ambiental dos ambientes-tipo.



Foram estabelecidas dois períodos para as medições *in loco* (matutino e vespertino), em cada ambiente. Devido à quantidade de ambientes e a complexidade de acesso, as medições foram organizadas ao longo de dois dias. Para os ambientes totalmente iluminados artificialmente as medições foram realizadas somente em um período. Em termos de temperatura e umidade as medições foram realizadas nos dois períodos independentemente das especificidades de cada ambiente. Para os níveis de ruído, em alguns ambientes não possuíam fontes significantes para serem consideradas.

As medições dos aspectos ambientais buscaram ser realizadas concomitantemente à análise sensorial e aplicação dos questionários aos funcionários do edifício (tópico 1.2.3); visando a maior precisão e coerência na junção dos resultados finais de cada método.

1.2.3. Definição de Indicadores de Desempenho Ambiental

Esta etapa de planejamento, levantamento, avaliação e definição de indicadores, foi dividida em duas fases. Na primeira fase foi feito um levantamento, por meio de quadros de avaliação tipo checklist, dos materiais envolventes dos componentes do edifício (considerando cada espaço típico selecionado) e uma apreciação sensorial do conforto térmico, acústico e luminoso do ambiente em questão. Os dois quadros, complementares, foram preenchidos simultaneamente, apesar de contemplarem dados diferentes (Quadro 1 e Quadro 2).

A partir dos dados levantados nos quadros citados, houve a necessidade de estabelecer indicadores de desempenho ambiental dos ambientes típicos do edifício, entendidos como uma maneira de relacionar as informações sobre o desempenho dos fenômenos estudados com os elementos da edificação. Para a construção de indicadores e índices, esses têm que ter certos atributos¹ (que qualificam o indicador) que respondam às diferentes dimensões de análise.

Ainda na etapa de planejamento, precisamente na segunda fase, para a elaboração dos indicadores ambientais estabeleceram-se parâmetros de pontuação que variam entre 1 e 4, sendo o nível 4 os considerados de melhor desempenho. Foi lançada uma matriz de

¹ simplificação, quantificação, comunicação, validade e pertinência.



indicadores ambientais, nos quais os aspectos relevantes do desempenho ambiental da edificação foram relacionados com os elementos construtivos e componentes das envolventes do edifício (Quadro 3).

Para que a relação do indicador de desempenho ambiental obtivesse uma resposta mais direta com os elementos da edificação foi necessário considerar: positivo (+) ou negativo (-) quando há relação direta e imediata positiva ou negativa no resultado do indicador, médio (O) quando interfere medianamente no resultado do indicador e neutro (o) quando o componente não interfere naquele indicador de desempenho ambiental da edificação.

Quadro 1 - Análise Sensorial do Conforto Ambiental

AMBIENTE:						
CONFORTO TÉRMICO		CONFORTO LUMINOSO *A **N		CONFORTO SONORO		
TEMP.	menor que externa	INTENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO	ILUMINÂNCIA	RUIDOS	EXTERNOS	acima do aceitável
	agradável					muito abaixo do necessário
quente	abaixo do necessário					fora do ambiente
muito quente	adequado					difuso
frio	acima do necessário					inteligível
VENTIL.	bem ventilado		uniforme		INTERNOS	esforço na fala
	ventilado		desuniforme			acima do aceitável
	pouco ventilado		áreas de sombras			aceitável
	sem ventilação		áreas de níveis excessíveis			do próprio ambiente
UMIDADE	acúmulo de umidade		áreas de reflexão		TIPOS DE FONTE	inteligível
	presença de bolor	uniforme	esforço na fala			
	adequado	desuniforme	contínuo com poucas variações			
	seco	ofuscamento usuário	contínuo com flutuações e picos			
	muito seco	ofuscamento visitante	contínuo e altas intensidades			
RADIAÇÃO	penetração direta face:	contrastes altos	REVERBERAÇÃO	impulsivo ou intermitente		
	penetração direta plano de trabalho	contrastes médios		conversaço		
	ganhos de calor equipamentos	contrastes baixos		alta (sala viva)		
	ganhos de calor por vedações verticais	transparente		medianamente viva		
	ganhos de calor pela cobertura	translúcida		média		
	ganhos de calor por ocupação	não existe		medianamente surda		
	inércia térmica	agradável		baixa (sala surda)		
	boa inércia térmica	desagradável		prejuízo da inteligibilidade		
		desejável		prejuízo do conforto		
		indesejável		esforço na fala		
	toda a face					
	muito pequena					

*A – relativo à luz artificial ** N – relativo à luz natural



Quadro 2 - Tabela de Materiais

BLOCO												
AMBIENTE:												
VEDAÇÃO												
PAREDE INT.	ÁREA VERDE	N	Protetores Solares		Brises	Beiral	Chapa Metálica					
			L	Alvenaria		Pintura		Cerâmica	Fórmica			
				Cor Branca		Cor Bege		Outra cor				
		S	Divisória		PVC			Aglomerado				
		O	Esquadria	P	M	G	Metal Bege		Alumínio			
				I	M	S	Cortina	Persiana	Outro			
	PAREDE EXT.	CIRC.	ORIENTAÇÃO	Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado
				I		M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.	
			RUA	Porta	Madeira		Simples			Dupla		
		PVC			Vidro	Abrir	Correr	Vai-Vem	Pivot.			
		Alumínio			Com Visor			Com Guichê				
		PAREDE INT.	ÁREA VERDE	N	Protetores Solares		Brises	Beiral	Chapa Metálica			
L	Alvenaria				Pintura		Cerâmica	Fórmica				
	Cor Branca				Cor Bege		Outra cor					
S	Divisória			PVC			Aglomerado					
O	Esquadria			P	M	G	Metal Bege		Alumínio			
				I	M	S	Cortina	Persiana	Outro			
PAREDE EXT.	CIRC.		ORIENTAÇÃO	Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado
				I		M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.	
			RUA	Porta	Madeira		Simples			Dupla		
	PVC				Vidro	Abrir	Correr	Vai-Vem	Pivot.			
	Alumínio				Com Visor			Com Guichê				
	PAREDE INT.		ÁREA VERDE	N	Protetores Solares		Brises	Beiral	Chapa Metálica			
L		Alvenaria			Pintura		Cerâmica	Fórmica				
		Cor Branca			Cor Bege		Outra cor					
S		Divisória		PVC			Aglomerado					
O		Esquadria		P	M	G	Metal Bege		Alumínio			
				I	M	S	Cortina	Persiana	Outro			
PAREDE EXT.		CIRC.	ORIENTAÇÃO	Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado
				I		M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.	
			RUA	Porta	Madeira		Simples			Dupla		
		PVC			Vidro	Abrir	Correr	Vai-Vem	Pivot.			
		Alumínio			Com Visor			Com Guichê				
		PAREDE INT.	ÁREA VERDE	N	Protetores Solares		Brises	Beiral	Chapa Metálica			
L	Alvenaria				Pintura		Cerâmica	Fórmica				
	Cor Branca				Cor Bege		Outra cor					
S	Divisória			PVC			Aglomerado					
O	Esquadria			P	M	G	Metal Bege		Alumínio			
				I	M	S	Cortina	Persiana	Outro			
PAREDE EXT.	CIRC.		ORIENTAÇÃO	Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado
				I		M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.	
			RUA	Porta	Madeira		Simples			Dupla		
	PVC				Vidro	Abrir	Correr	Vai-Vem	Pivot.			
	Alumínio				Com Visor			Com Guichê				

PISO	
Paviflex	Cinza
	Bege
	Outra Cor
Cerâmica	Branca
	Outra Cor
Alta Resist.	Cinza
	Outra Cor
Piso Elevado	

FORRO	
PVC	Gesso
Compensado Branco	

EQUIPAMENTOS	
Split de Cond.	
Ar Condicionado	
Computador	
Impressora	
Telefone	Fax
Ventilador	Exaustor
Centrífuga	
Microscópio	
Tubos de ensaio	
Freezer	
Geladeira	
Frigobar	
Microondas	
Televisão	
Som	

MOBILIÁRIO	
Bancada de granito	
Armário de bancada	
Lavatório	
Mesa	
Banco	Cadeira
Sofá	Maca
Armário / Estante	Madeira
	Metal
Arquivo	
Estante	

MEDIÇÃO - TEMPERATURA SUPERFICIAL							
9H	Piso		Superf. \ Orient.	Norte	Sul	Leste	Oeste
	Teto		Parede				
			Divisória/ Fórmica				
15H	Piso		Superf. \ Orient.	Norte	Sul	Leste	Oeste
	Teto		Parede				
			Divisória/ Fórmica				
			Vidro				



1.2.4. Simulações Computacionais

Para as simulações computacionais foram utilizados dois programas tanto para análise ambiental urbana quanto para a análise ambiental de edifícios, são eles: ENVI-met 3.1 e Ecotect Analysis 2011. Para as análises referentes à escala urbana da edificação em estudo, foi desenvolvido do modelo computacional no programa ENVI-met representando as condições ambientais (características do clima da cidade), composição da superfície do solo; e características dos volumes edificadas presentes no recorte do entorno imediato (Figura 16). Após a definição do recorte urbano a ser simulado e construção do modelo, foram simulados os aspectos de temperatura do ar, velocidade dos ventos, umidade relativa do ar, concentração de CO₂, e Fator de Visão do Céu – FVC.



Figura 16 – Trecho simulado do programa ENVI-met.



Para as análises de incidência de radiação e iluminação natural no edifício e nos recintos, foi utilizado o programa Ecotect 2011. Desta forma, com base no levantamento arquitetônico realizado, foi desenvolvido o modelo virtual do edifício para a verificação dos níveis de radiação solar direta incidente das fachadas, dimensionamento das proteções solares (verificação da eficiência dos elementos propostos), e verificação do potencial de aproveitamento da iluminação natural em determinados ambientes. A verificação do potencial de aproveitamento da iluminação natural se deu no âmbito da análise da Autonomia de Lux do Dia – DA; que representa (em porcentagens de horas ao longo do ano) a manutenção de um determinado nível de iluminação natural. A Figura 17 apresenta o modelo computacional desenvolvido.

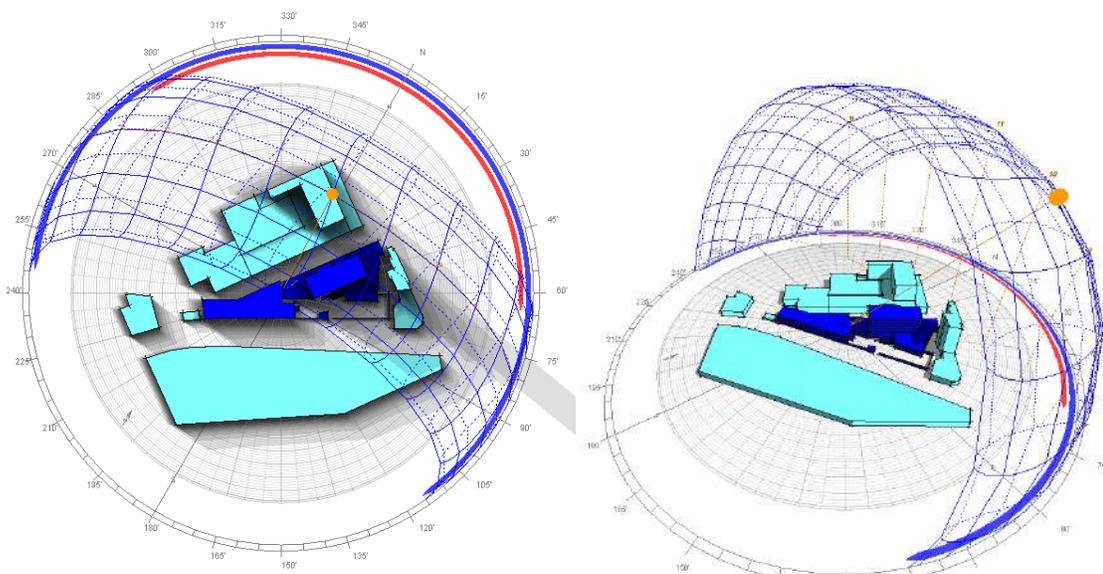


Figura 17 – Modelo da edificação e entorno desenvolvido no programa Ecotect 2011.



1.3. DIAGNÓSTICO

1.3.1. Avaliação do Entorno

Observando o entorno, percebeu-se que a Avenida Frei Caneca possui um complexo de edificações de época, com características marcantes de uma arquitetura residencial estilo artdeco e, dessa forma, haveria grande potencial de preservação. Do ponto de vista ambiental, esta definição do gabarito do entorno contribui para o bom acesso aos ventos a partir do entorno imediato. Outros pontos relevantes de contribuição ambiental do entorno imediato do edifício são: a Praça da República e um edifício residencial de 10 andares localizado na mesma quadra do Hemorio. Esses pontos significativos (Av. Frei Caneca, Praça da República e Edifício Residencial) foram estratégicos para a modelagem do cenário atual do edifício avaliado. Dessa forma, partiu-se para uma avaliação ambiental auxiliada com a simulação computacional desenvolvida no software ENVI-met, para verificar as principais contribuições do entorno para com o edifício do Hemorio. Os quadros a seguir apresentam os resultados e diagnósticos dos aspectos analisados.



Quadro 4 - Análise da Temperatura do Ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%).

FACHADA	ORIENTAÇÃO	TEMPERATURA (°C)	UMIDADE (%)
		Legenda: Azul (26) e Magenta (28)	Legenda: Azul (95) e Magenta (65)
1	NORTE (320° para Noroeste)	Manhã: temperaturas amenas (menores que 25) na fachada noroeste. Fachada muito exposta. Maiores problemas de aquecimento no pavimento térreo pela reflexão de radiação proveniente dos materiais superficiais da Rua interna.	Manhã: altos índices de umidade nesta fachada. Deve-se ao acúmulo de ar proporcionado pela rua interna aos edifícios hospitalares.
2	OESTE (250° para sudoeste)	Manhã: temperaturas médias (25-27). A fachada sudoeste tem pouca área de abertura o que não traz grandes problemas ao edifício.	Maiores taxas de umidade do ar. Arborização urbana contribui para este acúmulo de umidade na fração sudoeste do lote.
3	SUL (160° para Sudeste)	Manhã: Fachada mais exposta. Recebe radiação direta boa parte da manhã (valores médios - em torno de 25. Ao final da manhã as temperaturas se elevam e não há sombreamento do entorno.	Umidade média, com valores mais baixos próximos ao edifício. Valores mais altos próximo às árvores existentes.
4	LESTE (70° para Nordeste)	Temperaturas altas no horário da manhã (maiores que 27) atingem o edifício residencial vizinho ao Hemocentro, que o protege de parte da radiação direta. Fachada com pouca área não é problemática.	Edifício residencial preserva alto grau de umidade entre o mesmo e a porção nordeste do Hemorio; especialmente no térreo. A umidade desta fração do lote é trazida pela Praça da República.

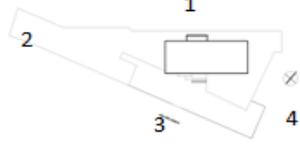
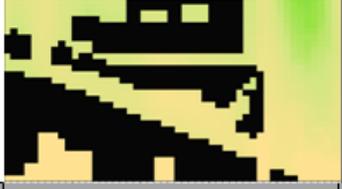


Quadro 5 - Análise da Velocidade do Vento (m/s) e Fator de Visão do Céu (%).

FACHADA	ORIENTAÇÃO	VENTILAÇÃO (m/s)	Fator de Visão do Céu
		Legenda: Azul (0,5) e Magenta (2,5)	Legenda: Cinza escuro (25%) e Cinza claro (75%)
1	NORTE (320° para Noroeste)	Baixa taxa de ventilação nesta fachada. Rua interna sofre a sombra de vento que o edifício do Hemorio provoca. Falta de aberturas e pavimentos intermediários contribuem para esta condição.	Baixo FVC na porção noroeste do edifício, o que garante proteção a nível do solo (o térreo)
2	OESTE (250° para sudoeste)	Altas taxas de ventilação proporcionada pela rua perpendicular à Frei Caneca. Efeito positivo pois conduz a ventilação nas imediações nos edifícios hospitalares, contribuindo para a salubridade.	FVC médio garante proteção adequada.
3	SUL (160° para Sudeste)	Ventilação média, canalizada pela rua Frei Caneca. Fachada privilegiada por receber os ventos dominantes.	Alto FVC garante visuais; mas também denuncia baixo grau de proteção solar e assim, alta insolação.
4	LESTE (70° para Nordeste)	Ventilação abundante. Fachada tangente aos ventos dominantes recebem maior parte dos ventos mas prejudica a fachada do Hemorio de receber esta ventilação.	Térreo com baixo FVC e torre com alto FVC, demonstrando a maior exposição da torre.



Quadro 1.3: Análise da Dispersão de CO2 (ppm) e Diretrizes gerais.

FACHADA	ORIENTAÇÃO	Dispersão de CO2	
			DIRETRIZES GERAIS
		Legenda: Amarelo (360ppm) e Verde (380ppm)	
1	NORTE (320° para Noroeste)	Centralização de CO2 média. Estreitamentos na via prejudicam a dispersão de CO2	Esta é a fachada com a maior carga de insolação durante toda a tarde. Ação: Rua interna possui pavimentação de concreto (clara) que reflete a radiação (o que pode ser evitado com o uso de jardins e cores).
2	OESTE (250° para sudoeste)	Concentração média garante maior qualidade do ar	Esta fachada é conectada com o anexo do edifício, que projetará sua sombra para o Hemório. As conexões entre este edifício e o Hemório deverá ser revisto. Ação: evitar que o edifício anexo prejudique a qualidade do Hemório.
3	SUL (160° para Sudeste)	Baixo grau de concentração de CO2 proporcionado pelo canal de ventilação da via Frei Caneca	Esta fachada alinhada à rua Frei Caneca é estratégica para receber mais intervenções. Recebe ventilação e tem toda a tarde sombreada. Ação: estratégias para ventilação noturna do edifício mostram-se eficazes. Utilizar o terceiro andar como captador ambiental.
4	LESTE (70° para Nordeste)	Baixo grau de concentração de CO2 proporcionado pela aproximação do edifício residencial. Térreo é prejudicado com potencial de acúmulo de CO2.	A conexão do edifício residencial projeta sombra satisfatória ao edifício. O térreo é prejudicado com o excesso de sombreamento que prejudica a insalubridade. Ação: Abrir o subsolo + térreo, recuperando o acesso original para carga e descarga.



1.3.2. Avaliação Sensorial

A avaliação sensorial indica os pontos mais relevantes sobre as condições de conforto térmico, acústico e luminoso do edifício. Esses pontos foram utilizados como ponto de partida para o restante do trabalho, aplicados individualmente, nos períodos da manhã e tarde, em cada espaço tipo previamente selecionado. Além disso, e tendo em vista a complexidade e as variáveis de ocupação do presente estudo, optou-se por aplicar questionários sobre a satisfação dos usuários em relação aos espaços estudados. A *ossatura* e a *pele*² do edifício foram priorizadas na avaliação de desempenho ambiental e a qualidade ambiental dos recintos foi priorizada nas análises realizadas por questionários com os usuários do edifício. Os resultados da avaliação sensorial e questionários de satisfação estão compilados no Anexo II.

1.3.3. Conforto Térmico

Nas medições de conforto térmico, foi identificado que grande parte dos ambientes é climatizada artificialmente. Dessa forma, em termos de temperatura e umidade do ar, não foram detectados níveis muito elevados (acima de 29 °C) e umidades fora dos níveis de conforto. A única exceção foi o ambiente 2 (Manutenção/Depósito) no subsolo. Tal fato se deve a utilização de condicionamento artificial do ar na maior parte do edifício. No entanto, destaca-se as diferenças de temperatura acentuadas entre os ambientes como fator negativo. A inexistência de um controle central do sistema de ar condicionado acarreta no desconforto causado pelo contraste na sensação térmica entre os ambientes.

Os resultados das simulações de incidência de radiação solar nas fachadas do edifício apontam níveis elevados de carga térmica; que influenciam diretamente no conforto dos usuários da edificação. A Figura 18 exemplifica como foram avaliados dos principais trechos das fachadas do HEMORIO no programa Ecotect Analysis 2011; onde é destacado na Carta Solar o período de exposição da fachada aos níveis de radiação solar. Estas simulações balizaram as proposta de elementos de proteção solar (brises) descritas no tópico que aborda as propostas de projeto. O

² A *ossatura* diz respeito à estrutura da edificação e a *pele*, também chamada de envoltória ou envolvente, segundo Romero (2001) é formada por um conjunto de barreiras e conectores energéticos (radiantes, de ar, ou térmicos) entre o exterior e o interior.



apêndice IV aborda os resultados das simulações expressos na Carta Solar das fachadas analisadas.

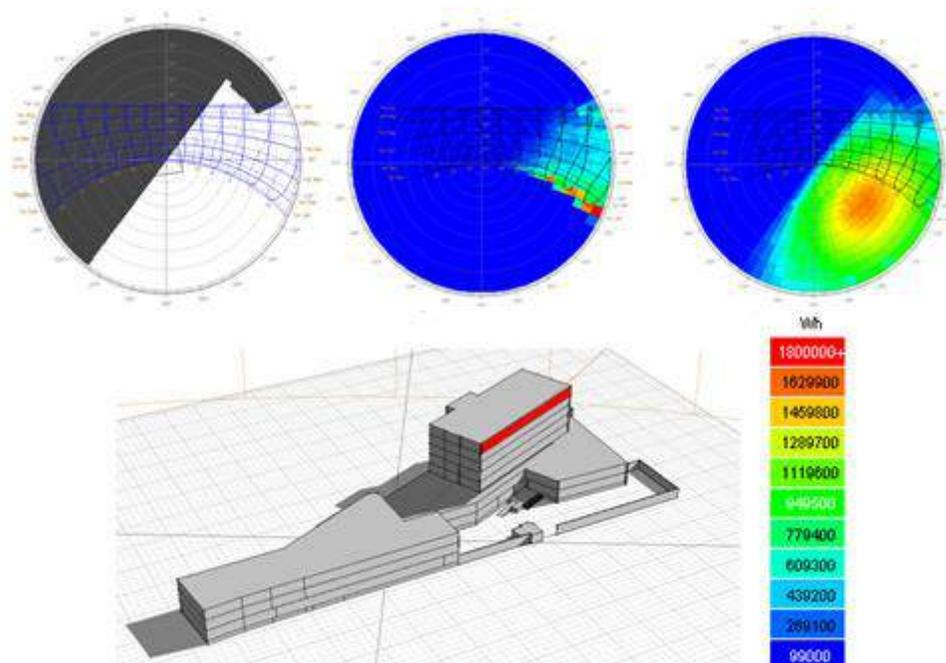


Figura 18 – Exemplo da avaliação de incidência de radiação solar nas fachadas do HEMORIO.

Destaca-se que os ambientes do edifício HEMORIO possuem grande potencial para ventilação natural, principalmente os ambientes localizados na torre central. Apenas os ambientes do subsolo possuem pouca possibilidade de aproveitamento da ventilação natural, fato que contribui para a sensação de desconforto nos ambientes deste pavimento. Os dados de temperatura e umidade do ar, medidos nos ambientes-tipo, estão compilados no Anexo II.

1.3.4. Conforto Luminoso

Iluminação Natural:

Como já citado, as fachadas orientadas para norte e sul, possuem como vedação esquadrias de vidro. Desta forma, o edifício recebe a luz do sol durante todo o dia, sendo um dos pontos positivos para a iluminação natural. No entanto, esta alta iluminância cria condições desconfortáveis, por ser excessiva em diversos ambientes de todo o edifício, exceto os



ambientes do subsolo. Em alguns casos, a penetração da radiação direta em alguns ambientes aumenta as iluminâncias em pontos específicos, penalizando a uniformidade do espaço.

Os resultados das simulações do potencial de aproveitamento de luz natural apontam grande percentual de horas no ano onde a iluminação natural atenderia aos valores de iluminâncias estabelecidos por norma, para o correto desempenho de atividades relacionadas a hospitais. A Figura 19 exemplifica os resultados obtidos por meio das simulações de Autonomia de Luz do Dia – Daylight Autonomy, em trechos do pavimento térreo. A autonomia de luz do dia representa o percentual de horas no ano em que o luz natural supre o nível de iluminância (Lux) desejado em um determinado ambiente.

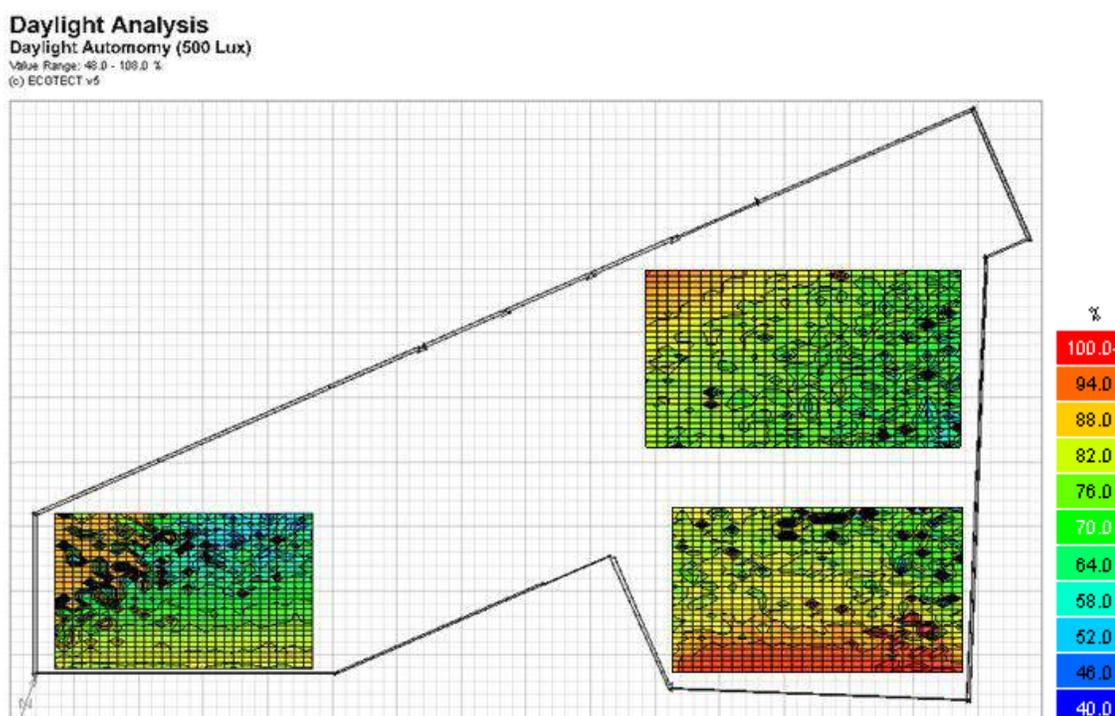


Figura 19 – Simulação de autonomia de luz do dia (para 500 lux) em trechos do pavimento térreo do HEMORIO.

Iluminação Artificial:

A má distribuição das luminárias é um dos principais pontos negativos referente à iluminação artificial. Em pouquíssimos casos as iluminâncias atingidas pela iluminação artificial atende a quantidade necessária para as tarefas visuais previstas para os ambientes. Esta não



uniformidade se traduz em níveis muito baixos dos estabelecidos por norma em determinados ambientes; e níveis muito elevados em outra parte dos ambientes. Desta forma, o desempenho das atividades tanto sofre interferência seja por ambientes escuros (abaixo de 100 lux) como por ofuscamento (níveis acima de 2000 lux). Destaca-se, o número reduzido de ambientes com aproveitamento da luz natural, caso da sala de aula no 3º pavimento e da enfermaria infantil no 8º pavimento (Figura 20). Os dados das medições de iluminação podem ser vistos no Anexo II.



Figura 20 – Enfermaria infantil e sala de aula.

1.3.5 Conforto Sonoro

A análise dos resultados aponta um problema primordial do ponto de vista do conforto sonoro, que está relacionado com os níveis de ruído acima dos níveis máximos recomendados por norma em todos os ambientes onde tal aspecto foi medido. Em média, os níveis encontrados ficaram 10 dB (A) acima do permitido; valor que pode perturbar o desempenho de tarefas onde existe a necessidade de concentração. Estes níveis também não são adequados para atividades como enfermaria ou repouso de pacientes, como é o caso encontrado na enfermaria infantil. O ruído é proveniente, principalmente, de equipamentos antigos de ar condicionado e equipamentos utilizados para atividades laboratoriais (Figura 21). No Anexo II são apresentadas os ambientes onde foram medidos o nível de ruído e os pontos de medição.



Figura 21 – Equipamento de ar condicionado defasado como fonte de ruído.

1.3.6. Quadro Resumo de Avaliação Ambiental - Medições in loco

O resumo da análise ambiental dos recintos, de acordo com os parâmetros estabelecidos em norma, é apresentada no Quadro 6 e Quadro 7. Todas às análises gráficas dos ambientes-tipo foram compiladas no Anexo II.



Quadro 6 – Resumo da Avaliação Ambiental – Medições in loco parte 1

AMBIENTES AVALIADOS (CONFORTO TÉRMICO, LUMINOSO E ACÚSTICO)								
SUBSOLO	AMB. 01 - ESCRITÓRIO PATRIMÔNIO							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	27,8	50	-	463	55	259	0,21
	T	27,4	52	-	488	39	263,5	0,15
	AMB. 02 - MANUTENÇÃO E DEPOSITO							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	29,3	62	61	852	12	432	0,03	
T	29,2	60	60	899	14	456,5	0,03	
1º ANDAR	AMB. 03 - REFEITÓRIO							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	29	66,2	70	378	80	229	0,35
	T	28,6	57,3	70	477	103	290	0,36
	AMB. 04 - SALA DE ATENDIMENTO							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	28,8	60,1	68	545	184	364,5	0,50
	T	28,4	52,9	60	499	140	319,5	0,44
	AMB. 05 - SALA DE ESPERA DOADORES							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	26,8	61	70	562	35	298,5	0,12
	T	27	57	67	548	47	297,5	0,16
	AMB. 06 - SALA DE COLETA DE MEDULA							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	28	45	56	860	370	615	0,60
	T	26,8	54,1	60	1133	499	816	0,61
AMB. 07 - SALA DE COLETA DOADORES								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	26,8	50,7	70	1940	91	1015,5	0,09	
T	26,4	55	68	377	67	222	0,30	
AMB. 08 - CONSULTÓRIO AFÉRESE								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	27,1	58	-	690	285	487,5	0,58	
T	26	61,9	-	690	229	459,5	0,50	
	Temperatura fora do intervalo de 18°C e 29°C							
	Umidade do ar fora do intervalo de 20% e 80%							
	Ruído acima de 40							
	Iluminância acima de 2000 lux							
	Iluminância abaixo de 100 lux							
	Uoi abaixo de 0,8							



Quadro 7 - Resumo da Avaliação Ambiental – Medições in loco parte 2

	AMB. 09 - LAB. DE CONTROLE HEMOGLOBINOPATÍAS						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26,7	44	65	709	240	474,5	0,51
T	27,7	41	66	567	217	392	0,55
	AMB. 10 - LAB. DE BIOQUÍMICA						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	27	49	77	621	196	408,5	0,48
T	25,9	56,5	65	573	176	374,5	0,47
	AMB. 11 - CHEFIA DE LABORATÓRIO						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	-	-	-	-	-	-	-
T	27,8	56,4	57,5	552	192	372	0,52
	AMB. 12 - PÓS-PCR						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	24,4	41,7	67	960	300	630	0,48
T	27,1	43	66	900	283	591,5	0,48
	AMB. 13 - CHEFIA SPH E CQ						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26,5	54,3	56	728	485	606,5	0,80
T	28,3	55,4	60	733	481	607	0,79
	AMB. 14 - LAB. DE SOROLOGIA						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26,6	47,8	70	613	140	376,5	0,37
T	25,1	44,8	70	681	176	428,5	0,41
	AMB. 15 - DIVISÃO ADMINISTRATIVA HOTELARIA						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26,4	74	55	840	125	482,5	0,26
T	29,5	59	51	1200	170	685	0,25
	AMB. 16 - ADMINISTRATIVO						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26,6	53,9	62	604	330	467	0,71
T	29,2	39,5	60	663	397	530	0,75
	AMB. 17 - SALA DE AULA						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	28,2	67,9	60	5500	744	3122	0,24
T	31,6	57,7	73	5700	1013	3356,5	0,30
	AMB. 18 - POSTO DE ENFERMAGEM						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26,3	70	63	280	159	219,5	0,72
T	26,9	66	74	394	207	300,5	0,69
	AMB. 19 - ENFERMARIA INFANTIL						
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	26	67,8	60	293	32	162,5	0,20
T	26,7	55	64	204	43	123,5	0,35

	Temperatura fora do intervalo de 18°C e 29°C
	Umidade do ar fora do intervalo de 20% e 80%
	Ruído acima de 40
	Iluminância acima de 2000 lux
	Iluminância abaixo de 100 lux
	Uoi abaixo de 0,8



1.3.7. Análise da Matriz de Indicadores Ambientais

Essa análise auxiliou a distinguir as principais interferências que prejudicam as condições de conforto do espaço, facilitando uma possível definição de diretrizes que melhorem o desempenho do ambiente interno. Para a formatação desta matriz de indicadores, foi essencial uma análise pormenorizada dos dados coletados por meio das medições in loco, quadro dos tipos de materiais por ambiente e quadro de análise sensorial dos ambientes. As matrizes de indicadores preenchidas por ambiente pode ser visualizada no Anexo I.

1.3.8. Análise dos questionários aplicados aos usuários

O método ideal para a aplicação de questionários para a Avaliação Pós-Ocupação é, segundo Roméro e Ornstein (2003), verificar o universo de usuários do edifício em questão. Nesse caso, a aplicação dos questionários se deu individualmente, a partir da escolha das salas tipo. Dessa forma, o resultado passou a ser analisado particularmente em virtude da quantidade mínima de usuários por ambiente analisado. Aponta-se que em cada ambiente analisado, pelo menos dois usuários foram questionados sobre a qualidade ambiental daquele recinto. A interpretação dos dados dos questionários permitiu concluir que os ambientes do subsolo e do terceiro pavimento foram os avaliados com pior condição de conforto, além destes, oitavo pavimento também obteve uma avaliação regular, foram, portanto, os pavimentos escolhidos para a maior parte das intervenções propostas. Os resultados por ambiente pode ser visualizado ao do Anexo II.



1.3.9. Dados Conjugados e Proposições Técnicas

Um resumo de todos os dados coletados registrando um diagnóstico conclusivo do desempenho ambiental dos espaços tipo analisados do HEMORIO poder ser visualizado nos quadros que seguem (Diagnóstico de Desempenho Ambiental). Estes quadros auxiliaram no desenvolvimento de diretrizes que buscaram garantir uma melhoria na qualidade ambiental do edifício em questão.

Por fim, foi elaborado um projeto preliminar de arquitetura, consubstanciando a materialização das proposições técnicas presentes no diagnóstico ambiental do edifício. O projeto preliminar de arquitetura pode ser visualizado no Anexo III.



DIAGNÓSTICO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DOS AMBIENTES TIPO ANALISADOS					
Legenda:	Orientação Norte (320° - noroeste)	Orientação Sul (160° - sudeste)	Orientação Leste (70° nordeste)	Orientação Oeste (250° - sudoeste)	
Ambiente	Análise Sensorial	Análise Térmica	Análise Iluminica	Análise Acústica	Diretrizes
Subsolo: Escritório Patrimônio	No período da tarde: Ambiente quente, sem ventilação, há acúmulo de umidade e ganhos de calor por equipamentos, ocupação e inércia térmica. A iluminação artificial é abaixo do necessário, desuniforme e com áreas de sombra. Luminância desuniforme e com contrastes médios. Não há visibilidade do exterior. Os ruídos internos parecem ser aceitáveis, provenientes do ambiente contínuos com poucas variações (conversa). A reverberação do ambiente é medianamente surda.	Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, mantendo a temperatura e umidade do ar dentro dos limites de conforto térmico (tendo para o desconforto por calor). Ambiente não possui contribuição de ventilação natural por não apresentar janelas. Ambiente semi-enterrado com alta inércia térmica.	Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. No entanto, apresenta áreas com iluminação abaixo do necessário; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente não possui janelas, impossibilitando o aproveitamento da iluminação natural		Otimizar o sistema de iluminação e condicionamento artificial. Buscar a melhor distribuição das luminárias.
Subsolo: Manutenção Depósito	Ambiente muito quente no período da tarde, pouco ventilado, presença de bolor por excesso de umidade. Há ganhos de calor por equipamentos e pela ocupação de pessoas. O ambiente possui alta inércia térmica. Iluminância muito abaixo do necessário, desuniforme e com áreas de sombra. Pouca visibilidade do exterior. Os ruídos provenientes do próprio ambiente são aceitáveis (contínuo e com poucas variações) Reverberação medianamente surda.	Temperatura Interna: ambiente não condicionado artificialmente. Possui contato com o ambiente externo, mas não possibilita a utilização da ventilação natural para o conforto térmico. Os níveis de temperatura e umidade do ar ficam fora da zona de conforto térmico. Ambiente semi-enterrado com alta inércia térmica.	Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância abaixo dos valores estabelecidos pela norma. Possui pontos isolados com altos níveis de iluminância; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui pouca contribuição de iluminação natural na parte leste, mas que não beneficia as atividades dos funcionários.	Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.	Otimizar o sistema de iluminação e buscar melhor distribuição das luminárias. Otimizar o sistema de condicionamento artificial visando os níveis ideais de temperatura e umidade. Buscar possibilidade de abertura para o ambiente externo (humanização).
1º Andar: Refeitório	Espaço quente no período da tarde, sem ventilação natural significativa. Apresenta acúmulo de umidade e ganhos de calor pela ocupação e uso de equipamentos. Iluminância natural e artificial abaixo do necessário. Luminâncias com altos contrastes, onde a natural pode causar ofuscamento e a artificial é desuniforme. Ambiente possui visibilidade agradável para o exterior. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos (situação que piora com o ar condicionado ligado) e o espaço apresenta ruídos de conversação. A reverberação é medianamente viva (prejuízo a inteligibilidade).	Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, com poucas aberturas que não possibilitam o aproveitamento da ventilação natural. Ambiente apresenta temperatura e umidade do ar elevadas (tendendo para o desconforto por calor); no entanto, dentro do limite da zona de conforto térmico. A parede sudeste é a única que possui contato com o espaço externo; ocasionando alta inércia térmica.	Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui contribuição benéfica da iluminação natural principalmente na área próxima a parede sudeste, onde se encontram janelas.	Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho e ao ruído de fundo advindo do trânsito advindo da rua.	Otimizar o sistema de iluminação e condicionamento artificial. Buscar a temperatura (potencia) ideal do sistema de condicionamento. Buscar a integração do sistema de iluminação artificial com a iluminação natural (aumentar o portencial de aproveitamento com a troca do tipo de vidro/esquadria).



<p>1º Andar: Sala de Atendimento</p>	<p>No espaço não há ventilação natural e a umidade é adequada. Os ganhos de calor são devidos principalmente à ocupação de pessoas. A iluminância natural é adequada, no entanto, a artificial encontra-se acima do necessário e desuniforme (apresentando áreas de sombras). A luminância natural pode provocar ofuscamento em determinadas horas do dia. Ambiente possui agradável visibilidade do exterior. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos são característicos do próprio ambiente (conversaço). O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente. Apresenta janelas que possibilitam a entrada de ar, mas que ficam permanentemente fechadas. Ambiente apresenta temperaturas e umidade do ar dentro da zona de conforto térmico. Possui superfície envidraçada apenas na parede sudeste; contribuindo para a inércia térmica do ambiente.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui contribuição benéfica da iluminação natural principalmente na área próxima a parede sudeste, onde se encontram janelas.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, as atividades dos ambientes próximos e ao trânsito advindo da rua.</p>	<p>Otimizar o sistema de iluminação buscando melhor distribuição no ambiente e integração com a iluminação natural. Melhorar o potencial de aproveitamento da iluminação natural (trocar de vidros/película e mecanismos de controle). Aproveitamento da ventilação natural e paisagem externa (elementos de humanização).</p>
<p>1º Andar: Salão de Esperados Doadores</p>	<p>Ambiente com temperatura variável em determinados pontos (do frio ao calor) sem ventilação natural. Os ganhos de calor decorrem principalmente da ocupação por pessoas. Iluminação natural não é significativa; e a iluminação artificial fica abaixo do necessário na maior parte do ambiente. Iluminação apresenta desuniformidade (áreas de sombra e pontos muito iluminados). Um único ponto (porta de entrada) possibilita visibilidade para o exterior. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo e a reverberação é viva (prejudicando a inteligibilidade).</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperaturas e umidade do ar dentro da zona de conforto térmico (tendendo para o desconforto por calor). Não possibilita a utilização de ventilação natural por não possuir aberturas (janelas) em contato com o exterior; somente porta de entrada em vidro com contorna de ar. Ambiente com alta inércia térmica.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância abaixo dos valores estabelecidos pela norma. Possui trecho centro com níveis de iluminação adequados e grandes áreas com iluminação insuficiente; ocasionando desuniformidade. Ambiente não possui contribuição significativa de iluminação natural; somente em pequena área próxima a porta de entrada.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Ruído gerado pelas pessoas que transitam no ambiente é a principal fonte de ruído.</p>	<p>Otimizar o sistema de iluminação e condicionamento artificial. Buscar melhor distribuição das luminárias e trocar o material do piso por outro de cor mais clara.</p>
<p>1º Andar: Sala de Coleta de Medula</p>	<p>Temperatura agradável pela manhã, sem ventilação natural. Apresenta umidade adequada e ganhos de calor devido à ocupação e incidência de radiação solar na parede sul. Existe abundância de iluminação natural (pode causar ofuscamento). Iluminação artificial uniforme. Há visibilidade agradável para o exterior. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações, o espaço apresenta reverberação média.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura e umidade dentro da zona de conforto nos horários medidos. A temperatura do ar na parte da manhã é mais elevada em relação a tarde. O ambiente possui janelas que favoreceriam a infiltração de ar (renovação), no entanto as mesmas ficam fechadas ao longo do dia. Ambiente com inércia térmica média.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, mas com contribuição benéfica da iluminação natural. Apresente bons níveis de iluminação de forma geral, com coeficiente de uniformidade próximo do ideal.</p>	<p>O ambiente apresenta níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. O tráfego na rua Frei Caneca é a principal fonte de ruído, juntamente com as atividades desenvolvidas nos ambientes adjacentes.</p>	<p>Buscar melhor aproveitamento da iluminação natural e integração com o sistema artificial. Aproveitamento da ventilação natural e paisagem externa (elementos de humanização).</p>



<p>19 Andar: Sala de Coleta Doadores</p>	<p>Ambiente com temperatura fria, sem ventilação natural, apresenta umidade adequada e ganhos de calor pela incidência direta de radiação solar na superfície norte; além dos ganhos devido à ocupação de pessoas. Iluminância artificial abaixo do necessário com distribuição desuniforme (áreas de sombra). Luminância natural gera contrastes altos, causando distribuição desuniforme. Pouca visibilidade para o exterior. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos. A reverberação é viva causando prejuízo a inteligibilidade.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura e umidade dentro da zona de conforto nos horários medidos. O ambiente possui janelas vedadas que não possibilitam a infiltração do ar. Ambiente com inércia térmica média, por possui apenas um parede com contato direto ao espaço externo.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente. Apresenta janelas com películas que bloqueiam grande parte de iluminação natural. Em um trecho localizado na parte noreste do ambiente a película deixa passar luz natural; ocasionando forte elevação dos níveis de iluminação neste trecho. Deste forma, apesar de possuir níveis gerais dentro dos valores estabelecidos pela norma brasileira, possui coeficiente de uniformidade longe do ideal.</p>	<p>Ambiente apresenta níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. A principal fonte de ruído identificada foi as atividades desenvolvidas próxima a sala de coleta (conversa entre os funcionários)</p>	<p>Otimização do sistema de iluminação artificial. Buscar o aproveitamento da iluminação natural e integração com o sistema artificial. Utilização de proteção solar.</p>
<p>19 Andar: Consultório Aferese</p>	<p>Espaço quente, sem ventilação natural. Iluminância artificial abaixo do necessário, desuniforme e apresentando áreas de sombra, não possui contribuição de iluminação natural. Não há visibilidade para o exterior. Os ruídos internos são aceitáveis e característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é descontínuo (somente quando o ambiente é utilizado) com poucas variações.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, mantendo a temperatura e umidade do ar dentro dos limites de conforto térmico (tendendo para desconforto por calor). Ambiente não possui contribuição de ventilação natural por não apresentar janelas. Ambiente com alta inércia térmica por não possuir superfícies em contato com o exterior.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui trecho na parte esquerda com níveis de iluminação insuficiente; ocasionando desuniformidade. Ambiente não possui contribuição da iluminação natural.</p>		<p>Otimização do sistema de iluminação artificial e melhor distribuição das luminárias.</p>
<p>29 Andar: Lab. de Controle de Hemoglobinopatias</p>	<p>Temperatura agradável no período da tarde, sem ventilação natural, apresenta umidade adequada e ganhos de calor principalmente pela incidência direta de radiação solar na face norte. Não possui contribuição significativa da iluminação natural. A iluminação artificial é adequada, mas possui alguns pontos de sombra ocasionando desuniformidade. Não há visibilidade para o exterior devido ao uso de película nos vidros. Os ruídos internos são aceitáveis e característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações e a reverberação é média.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura e umidade dentro da zona de conforto nos horários medidos. O ambiente possui janelas vedadas que não possibilitam a infiltração do ar. Ambiente com inércia térmica baixa, por possui parede com considerável área de vidro na parede norte, e a parede oeste (em alvenaria comum) em contato direto com o espaço externo.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente. Apresenta janelas com películas que bloqueiam grande parte de iluminação natural. Os níveis gerais de iluminação estão dentro dos valores estabelecidos pela norma brasileira, possuindo coeficiente de uniformidade próximo do ideal.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.</p>	<p>Verificação da possibilidade de aproveitamento da iluminação natural (retirada das películas e utilização de outras estratégias). Buscar melhor distribuição das luminárias.</p>



<p>2º Andar: Lab. de Bioquímica</p>	<p>Ambiente com temperatura menor que a externa, sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem principalmente pela incidência de radiação solar na superfície sul. Iluminância artificial e natural desuniformes, apresentando áreas de sombra e áreas de luz intensa. Ambiente possui visibilidade para o exterior agradável. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos apresentam-se acima do aceitável. O tipo de ruído é contínuo com altas intensidades devido ao ar condicionado e equipamento de análise ruidosos. A reverberação do ambiente é medianamente viva.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente. Apresenta janelas que possibilitam a entrada de ar, mas que ficam permanentemente fechadas. Ambiente apresenta temperaturas e umidade do ar dentro da zona de conforto térmico. Possui grande superfície envidraçada na parede sul; as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para inércia térmica média.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui contribuição benéfica da iluminação natural (mesmo com leve película nas janelas) principalmente na área próxima a parede sul, onde se encontra a superfície envidraçada.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.</p>	<p>Verificação da possibilidade de melhor aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias). Buscar melhor distribuição das luminárias. Buscar o aproveitamento da ventilação natural.</p>
<p>2º Andar: Chefia de Laboratório</p>	<p>Espaço quente no período da tarde, sem ventilação natural, com acúmulo de umidade e ganhos de calor pela ocupação e pela incidência de radiação solar nas vedações verticais. Importante contribuição da iluminação natural, porém o ambiente apresenta áreas de sombra e outras com níveis excessíveis (desuniformidade). Ambiente possui agradável visibilidade para o exterior em toda sua face. Os ruídos externos e internos são aceitáveis, sendo os internos característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações, tendo como principal fonte a conversação dos funcionários. A reverberação do ambiente é média.</p>	<p>Temperatura Interna: as medições neste ambiente foram realizadas somente no período da tarde. Os valores de temperatura e umidade do ar neste período ficaram dentro da zona de conforto térmico. Ambiente condicionado artificialmente, mas, possui janelas que possibilitam a entrada de ventilação natural. Apresenta inércia térmica média, por possuir uma parede (superfície envidraçada) exposta na orientação sul.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui contribuição benéfica da iluminação natural principalmente na área próxima a parede sudeste, onde se encontram janelas.</p>	<p>O ambiente apresenta níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. O tráfego na rua Frei Caneca é a principal fonte de ruído.</p>	<p>Verificação da possibilidade de melhor aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias). Buscar melhor distribuição das luminárias. Buscar o aproveitamento da ventilação natural.</p>
<p>2º Andar: Pós-PCR</p>	<p>Temperatura agradável sem ventilação natural. Ambiente apresenta ganhos de calor por radiação na superfície voltada para sudoeste (superfície envidraçada). Possui importante contribuição da iluminação natural. A iluminação artificial é bem distribuída, mas a existência de áreas com níveis de iluminância mais baixos geram leve desuniformidade. Há agradável visibilidade para o exterior. Ruídos externos e internos aceitáveis, ruídos do próprio ambiente devido ao aparelho de ar condicionado. O tipo de ruído é contínuo e a reverberação do ambiente é alta.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente com temperatura e umidade, nos horários medidos, dentro da zona de conforto térmico (temperatura no período da manhã bem abaixo do necessário). Possui janelas vedadas, impossibilitando o aproveitamento da ventilação natural. Apresenta inércia térmica média, por possuir apenas uma parede em contato com o espaço externo (com superfície de vidro).</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas muito iluminadas e outras com iluminação mediana; ocasionando desuniformidade na iluminação. Ambiente possui pouca contribuição (mas, benéfica) da iluminação natural principalmente na área próxima as janelas.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.</p>	<p>Verificação da possibilidade de melhor aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias). Buscar melhor distribuição das luminárias.</p>



<p>29 Andar: Chefia SPH e CQ</p>		<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura e umidade dentro da zona de conforto nos horários medidos. O ambiente possui janelas vedadas que não possibilitam a infiltração do ar. Ambiente com inércia termica baixa, por possuir considerável área de vidro na parede norte, em contato direto com o espaço externo.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, mas com pouca contribuição da iluminação natural. Apresente bons níveis de iluminação de forma geral, com coeficiente de uniformidade próximo do ideal.</p>	<p>O ambiente apresenta níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. As atividades desenvolvidas nos ambientes adjacentes foram caracterizadas como as principais fontes de ruído.</p>	<p>Verificação da possibilidade de melhor aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias).</p>
<p>29 Andar: Laboratório de Sorologia</p>	<p>Ambiente com temperatura fria, menor que a externa, sem ventilação natural. A umidade é adequada e os ganhos de calor se devem a incidência direta de radiação solar nas superfícies envidraçadas na face norte. Iluminância artificial abaixo do necessário e desuniforme e apresentando áreas de sombra. A influência da iluminação natural não é significate. Pouca visibilidade para o exterior. Os ruídos externos são aceitáveis e os internos são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos devido aos ruídos de conversação. A reverberação do espaço é média.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente sem a possibilidade de utilização da ventilação natural (janelas vedadas). Possui temperatura e umidade dentro da zona de conforto térmico (abaixo da necessária). Possui considerável área envidraçada voltado para noroeste, ocasionando baixa inércia térmica.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui pouca contribuição da iluminação natural, principalmente na área próxima a parede noroeste, onde se encontram janelas (com película).</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.</p>	<p>Verificação da possibilidade de aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias). Buscar melhor distribuição das luminárias.</p>
<p>39 Andar: Divisão Administrativa Hotelaria</p>	<p>No período da manhã o ambiente é quente, não ventilado (com potencial, se abrir as janelas). Baixo grau de umidade. Ganhos de calor por penetração direta de radiação, por pessoas e por equipamentos. Iluminação acima do necessário com excesso em alguns pontos, altos contrastes. Fachada transparente, permitindo uma vista agradável e desejável por toda a face. Ruídos vindos de fora do ambiente. Os ruídos internos são aceitáveis, contínuos com poucas variações. Reverberação medianamente surda.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente não condicionado (utilização de ventilador). As temperaturas no período da tarde ficaram fora da zona de conforto térmico. Possui janelas que possibilitam a infiltração de ar, mas insuficiente para garantir o conforto. Possui pequena superfície em contato com o espaço externo, ocasionando inércia térmica média.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente possui forte contribuição da iluminação natural. Foram medidos valores elevados próximo a superfície envidraçada, mas com acentuado decaimento ao longo do ambiente; ocasionando desuniformidade.</p>	<p>Níveis de ruído de fundo acima dos recomendados pela norma brasileira. Tráfego na rua Frei Caneca é a principal fonte de ruído.</p>	<p>Otimização do sistema de iluminação artificial. Buscar o aproveitamento da iluminação natural e integração com o sistema artificial. Utilização de proteção solar e aproveitamento da ventilação natural.</p>



<p>3º Andar: Administrativo</p>	<p>Ambiente frio (ar condicionado ligado), sem ventilação e seco. Radiação direta no plano de trabalho, com ganhos de calor por equipamentos, vedações verticais e por ocupação. Iluminância adequada, com luz natural abundante, desuniforme e com pontos com alto contraste. A visibilidade é ampla, porém, pode ocorrer ofuscamento indesejável. Níveis de ruído externo e interno aceitáveis. Ruído interno proveniente do próprio ambiente (conversação). Reverberação média.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente como níveis de temperatura e umidade dentro da zona de conforto térmico. As janelas permanecem fechadas ao longo do dia não possibilitando a infiltração do ar. O ambiente possui considerável superfície envidraçada voltada para o noroeste; ocasionando baixa inércia térmica.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente e apresenta bom potencial o aproveitamento da iluminação natural, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Apresenta uniformidade de iluminação próxima do ideal. A utilização de persianas (constantemente fechadas) e películas</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira; gerado principalmente pelos próprios funcionários (conversa).</p>	<p>Verificação da possibilidade de melhor aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias).</p>
<p>3º Andar: Sala de Aula</p>	<p>Ambiente muito quente no período da tarde. Bem ventilado com acúmulo de umidade. A radiação solar penetra por toda a face, no plano de trabalho. Há outros ganhos de calor por equipamentos, pessoas, vedações verticais e pela cobertura. Níveis de iluminância adequados. Luz natural desuniforme, com altos contrastes, áreas de sombra. Visibilidade do exterior é agradável, desejável e se dá por toda a face. O ruído externo é acima do aceitável. Os ruídos internos são provenientes do próprio ambiente (conversação). A reverberação é medianamente viva, prejudicando o conforto e a inteligibilidade.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente, mas com a possibilidade de condicionamento por ventilação natural (quando as janelas estão abertas). Ambiente com temperaturas elevadas principalmente pelo tipo de película utilizado nas janelas (muito escuras) e pela exposição a grande incidência de carga térmica nas paredes (sem proteção solar). Superfícies envidraçada considerável (exposta) permitindo grandes trocas de calor (inércia térmica baixa).</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente durante sua utilização. No entanto, possui grande potencial para o aproveitamento da iluminação natural e aproveitamento da vista externa (extremamente agradável).</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira; gerado principalmente pelo tráfego de carros na rua em frente ao prédio.</p>	<p>Verificação da possibilidade de aproveitamento da iluminação natural (retida das películas e utilização de outras estratégias). Buscar melhor distribuição das luminárias.</p>
<p>8º Andar: Posto de Enfermagem</p>	<p>Espaço quente, sem ventilação natural. Apresenta acúmulo de umidade e ganhos de calor pela ocupação. Iluminação artificial abaixo do necessário e com áreas de sombra, ocasionando desuniformidade. Não há visibilidade para o exterior. Os ruídos externos e internos são aceitáveis. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações que ocorrem devido aos ruídos de conversa e a reverberação é média.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente sem possibilidades de aproveitamento da ventilação natural (não possui janelas). Os níveis de temperatura e umidade medidos ficam dentro da zona de conforto térmico. Não possui superfícies em contato com o exterior (alta inércia térmica)</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. No entanto, apresenta áreas com iluminação abaixo do necessário; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente não possui janelas, impossibilitando o aproveitamento da iluminação natural</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira; gerado principalmente pelas atividades desenvolvidas no ambiente.</p>	<p>Otimização do sistema de iluminação artificial e melhor distribuição das luminárias. Otimização do sistema de condicionamento artificial e buscar o aproveitamento da ventilação natural e vegetação (humanização).</p>
<p>8º Andar: Enfermaria Infantil</p>	<p>Temperatura menor que a externa com bom potencial para o aproveitamento da ventilação se as janelas forem abertas. Ambiente apresenta ganhos de calor através da incidência de radiação solar na face sul. Há contribuição da iluminação natural. No entanto, junto com a iluminação artificial, existe áreas de sombra. Há visibilidade desejável do exterior proporcionada por cobogó. Ruídos internos e externos são aceitáveis. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações que ocorrem devido ao uso do aparelho de ar condicionado.</p>	<p>Temperatura Interna: ambiente condicionado artificialmente com níveis de temperatura e umidade dentro da zona de conforto térmico. Possui janelas na parede sul com potencial de aproveitamento da ventilação natural; no entanto, as janelas permanecem fechadas ao longo do dia. Possui inércia térmica média, considerante que as superfícies envidraçadas estão protegidas da insolação direta.</p>	<p>Iluminância Interna: ambiente iluminado artificialmente mas com boa contribuição da iluminação natural, principalmente na área próxima as janelas. No entanto, possui áreas pouco iluminadas, contribuindo para a desuniformidade da iluminação. Possui grande potencial para o aproveitamento da iluminação natural.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira; gerado principalmente pelas atividades desenvolvidas no ambiente.</p>	<p>Verificação do melhor aproveitamento da iluminação natural. Otimização do sistema artificial de condicionamento de ar buscar o aproveitamento da ventilação natural e vegetação (humanização).</p>



1.4. Considerações finais

O método de avaliação e de elaboração de diretrizes desenvolvido para este trabalho mostrou-se adequado para aplicação em edificações singulares, como o objeto de estudo, tanto pelas características do edifício em si, quanto pela necessidade de proporcionar respostas imediatas à administração que gerencia o uso e a ocupação do HEMORIO. Assim, após a aplicação do método de trabalho obteve-se informações suficientes para gerar as Diretrizes de Adequação Ambiental do HEMORIO.

As diretrizes geradas e transformadas em proposições técnicas de projeto preliminar de arquitetura mantiveram o foco na melhoria da qualidade ambiental integrada do edifício: ambiência, conforto e eficiência energética conjugadas num estudo sólido e prospectivo.

Dessa forma, a partir do diagnóstico obtido nos diversos aspectos avaliados, focou-se no tratamento das fachadas e nos pavimentos que obtiveram mais problemas do ponto de vista dos aspectos analisados: o subsolo, o terceiro, o oitavo e o nono pavimento. Em resumo, focou-se na elaboração **de protetores solares para as fachadas; alterações de leiaute para potencializar a funcionalidade dos ambientes, na criação de ambientes aprazíveis, que potencializem o uso público do edifício, promovendo uma interação saudável entre os seus usuários.**

A partir da avaliação sensorial realizada foi possível perceber algumas inadequações dos ambientes, como a elevada carga térmica em algumas orientações, pela excessiva exposição à radiação solar; escassa ventilação em ambientes no subsolo; deficiência da luz natural, abaixo do recomendado para as atividades desenvolvidas; e ambientes expostos a excessivos ruídos externos devido ao escasso isolamento e à grandes reverberações, o que compromete a inteligibilidade e intensificação dos sons internos pelo escasso uso de materiais absorvedores.

Foi possível perceber ainda que as medições in loco reforçaram os registros da avaliação sensorial, mostrando a valiosa contribuição da pesquisa com o usuário – fruto da APO – para a requalificação ambiental do edifício.



As análises de conforto térmico efetuadas bem como as ferramentas de trabalho da avaliação pós-ocupação buscaram a coerência com o diagnóstico energético do Relatório 2, assim, foi possível elaborar uma única proposta de projeto preliminar de arquitetura que englobasse todas as definições propostas.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 15215-2:** Iluminação Natural – Parte 1. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 5413:** Iluminação de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ABRIL Editores: **Guiarquitetura Brasília**, organizadores Sylvia Ficher e Geraldo Batista, São Paulo. **Brasília**, Fundação Athos Bulcão, Brasília, 2000.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética para Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C, Brasília, 2009.

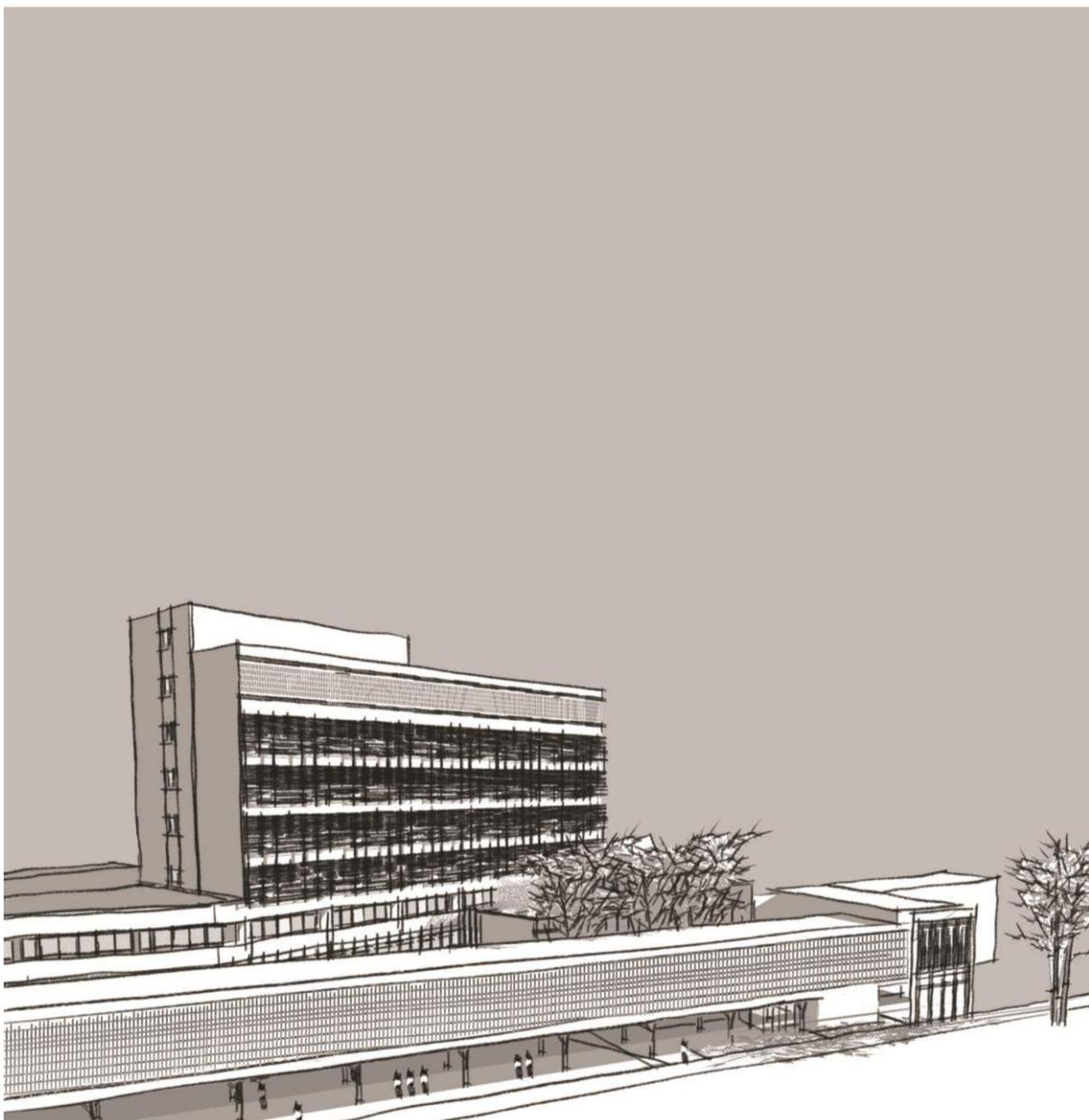
GIVONI, Baruch. *Passive and low energy cooling of buildings.* Van Nostrand Reinhold, New York, 1994.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Dados das Normais Climatológicas da Cidade do Rio de Janeiro. 1962 a 1991. Disponível em: www.inmet.gov.br Acessado em 02/08/2012.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**, Editora UnB, Brasília, 2001.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade e ORNSTEIN, Sheila Walbe (coord.). **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social.** Porto Alegre, ANTAC (Coleção Habitare), 2003.

OMM, Organização Meteorológica Mundial. Dados médios mensais de temperatura de bulbo seco para a cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.wmo.ch/index-en.html>.



II - ETIQUETAGEM



APRESENTAÇÃO

Atualmente, as questões ambientais em geral têm sido colocadas como preponderantes e direcionadoras para quase todas as áreas de conhecimento. Na arquitetura, o meio ambiente, o contexto onde se constrói e os condicionantes locais, historicamente, sempre foram considerados pelos projetistas na criação dos espaços construídos, uma vez que para existir conforto e segurança era imprescindível a correta adaptação ao clima. Obviamente, quando não se podia contar com o condicionamento de ar e iluminação artificial, as únicas opções para as edificações eram a ventilação natural, a iluminação natural, o correto uso dos materiais de construção para o condicionamento passivo.

INTRODUÇÃO

As facilidades proporcionadas pelo uso da energia, principalmente a possibilidade de construir padrões arquitetônicos independentes do clima local, rapidamente causaram um gradativo e elevado crescimento de consumo energético. O grande aporte de energia necessário para manutenção desse modelo de edificação, extremamente dependente de mecanismos artificiais de energia para garantia do conforto ambiental, só passou a ser reconhecido como problemático com a crise do petróleo, em 1973. Até esta época, as questões energéticas e ambientais não eram entendidas como urgentes, porque o custo da energia era irrisório e não havia uma conscientização consolidada sobre a poluição ambiental gerada pela produção da energia (PNEF, 2010).

A construção de uma edificação que se insere no contexto de desenvolvimento sustentável é aquela que modifica o ambiente natural de maneira a produzir um ambiente confortável, adequado ao clima local, energeticamente eficiente e com baixo custo de manutenção. Conforto ambiental e eficiência energética são, portanto, premissas do novo modelo construtivo (AMORIM, 2011).



2.1. Contexto da eficiência energética em edificações no Brasil

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (BRASIL, 2009), foi publicado em 2009, em sua primeira versão, de caráter voluntário e apresenta dois métodos para a determinação da eficiência: método prescritivo e método de simulação. O método prescritivo consiste em uma série de parâmetros predefinidos ou a calcular que indicam a eficiência do sistema. O método de simulação define parâmetros para modelagem e simulação, mas permite mais flexibilidade na concepção do edifício.

Os edifícios de serviços, comerciais e públicos elegíveis para a etiquetagem devem ter área mínima de 500 m² e/ou tensão de abastecimento maior que 2,3 kV. É possível etiquetar o projeto de um edifício, sendo a etiqueta válida por 3 anos, ou um edifício construído, cuja etiqueta tem validade de 5 anos. Os procedimentos para etiquetagem de projeto e edifício são distintos, tendo a etiquetagem do edifício construído que passar por uma inspeção. A diferença de consumo entre as etiquetas A e E (melhor e pior classificação, respectivamente), segundo o prof. Roberto Lamberts, pode representar uma economia de mais de 35% (SINDUSCON/MA, 2010). Em edificações novas, a economia de energia elétrica pode chegar a 50% quando a mesma tiver etiqueta A. No caso de um retrofit, ou seja, aqueles prédios que fizerem uma reforma que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações, a economia pode ser de 30%.

No RTQ-C, o edifício é avaliado em 3 quesitos, com pesos diferenciados na classificação geral do edifício: envoltória (30%), sistema de iluminação (30%) e sistema de condicionamento de ar (40%). O edifício pode receber a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE, ver Figura 22) para o edifício completo, contemplando os 3 sistemas, ou etiquetas parciais para avaliações dos sistemas de iluminação e condicionamento. No entanto, a etiquetagem da envoltória é sempre obrigatória e deve ser feita primeiramente. Isto porque o desempenho da envoltória influencia as necessidades de iluminação e condicionamento artificiais.



Figura 22 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

2.2. Método Prescritivo para Classificação do Nível de Eficiência Energética da Envoltória Segundo o RTQ-C

O método prescritivo para classificação do nível de eficiência energética da envoltória de edifícios, segundo o RTQ-C (BRASIL, 2009), faz-se a partir da determinação de um conjunto de índices referentes às características físicas do edifício. Estes compõem a envoltória da edificação (cobertura, fachadas e aberturas), e são complementados pelo volume, pela área de piso do edifício e pela orientação das fachadas.

Assim, para a avaliação prescritiva da envoltória, é necessária a análise e extração dos dados do projeto de arquitetura da edificação a ser avaliada, além de verificação das propriedades térmicas dos materiais e sistemas construtivos das fachadas e coberturas, definidas nas especificações do projeto ou visitas in loco.

Na avaliação da envoltória, os valores de Absortância (α) e Transmitância (U) dos componentes opacos são pré-requisitos, e as seguintes variáveis da edificação são utilizadas em equações:



- AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento (em graus)
- AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento (em graus)
- Ape: Área de projeção horizontal do edifício (m²)
- Apcob: Área de projeção da cobertura (m²)
- Atotal: Área total de piso (m²)
- Fator de Altura (FA): Ape/Atot
- Fator de Forma (FF): Aenv/Vtot
- Fator Solar (superfícies transparentes ou translúcidas) (em %)
- PAFt: Percentual de Aberturas na Fachada (%)

O método prescritivo calcula o Indicador de Consumo da Envoltória (IC), que é um parâmetro adimensional para avaliação comparativa de eficiência energética da envoltória. As equações que determinam o IC são equações de regressão multivariada específicas, para cada uma das 8 zonas bioclimáticas brasileiras.

O Indicador de Consumo estabelece o comportamento da envoltória quanto ao consumo energia da edificação. A avaliação do edifício é feita comparando o IC da envoltória (IC_{env}) em relação ao IC_{min} e IC_{max} do próprio edifício, ou seja, o edifício é comparado com ele mesmo (o máximo e o mínimo de eficiência que ele poderia ter). A partir da definição do IC_{env}, do IC_{min} e do IC_{max}, são estabelecidos os intervalos de classificação das etiquetas de eficiência energética (Figura 23).

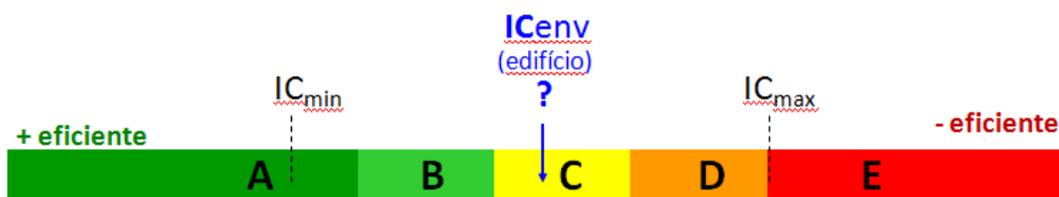


Figura 23 - Intervalos de eficiência a partir do indicador de consumo da envoltória do edifício



Após a identificação do Indicador de Consumo da Envoltória do Edifício, enquadra-se o mesmo em uma das classificações possíveis correspondente a uma etiqueta de eficiência energética, de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

A etiqueta parcial da Envoltória é então apresentada, conforme a

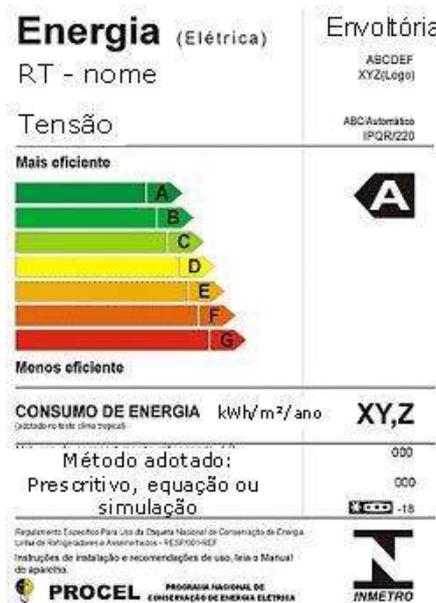


Figura 24 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

Neste contexto insere-se o presente trabalho, que tem como **objetivo geral** a avaliação do desempenho energético da envoltória dos blocos do Hemocentro do Rio de Janeiro, por meio da classificação do nível de eficiência energética pelo método prescritivo do RTQ-C.

De forma específica busca-se:

- Avaliar as variáveis arquitetônicas da edificação que mais influenciam no desempenho energético da envoltória dos blocos;
- Gerar diretrizes para retrofit da envoltória, com propostas de alteração que possibilitem a otimização do nível de eficiência energética, buscando o nível A para a Etiqueta de Eficiência Energética em cada bloco.



2.3. Etiquetação do Nível de Eficiência Energética da Envoltória

2.3.1. Caracterização do Edifício para a Etiquetação

O edifício do HEMORIO é composto morfologicamente por dois grandes volumes: uma base horizontalizada, com dois pavimentos, caracterizada por uma envoltória com poucas aberturas; e uma torre vertical, com nove pavimentos. Para a etiquetação, como os volumes são conectados, caracterizaria um único edifício, e por isso deveriam ser avaliados como uma única envoltória (Figura 25).



Figura 25 - Envoltória do HEMORIO (base e torre).

Assim, optou-se por fazer duas avaliações, com a intenção de diagnosticar o desempenho da envoltória: primeiramente de todo o conjunto e posteriormente apenas da torre. Os principais aspectos da envoltória que serão considerados na análise do edifício são:

- **Aberturas:** serão analisados a quantidade de abertura (PAF), e em especial a quantidade com orientação Oeste (PFo) e característica dos vidros, pelo Fator Solar.
- **Proteções Solares:** serão estudados os ângulos de proteção (AVS e AHS) que os brises e o próprio edifício provocam sobre as aberturas.



- **Fechamentos Opacos:** serão observados os índices de absorvância e transmitância dos materiais da envoltória.

Por tratar-se de um edifício existente, alguns parâmetros relacionados às especificações de materiais foram estimados, pela inviabilidade de levantamento *in loco*, que exigiria quebra de paredes e cobertura. Assim, para o Fator Solar dos vidros, transmitância térmica e absorvância de paredes e coberturas foram usados dados de norma ou catálogo de fabricantes.

2.3.2. Metodologia Utilizada

Para a realização dos cálculos do Nível de Eficiência Energética da Envoltória HEMORIO foram seguidos os seguintes passos:

- 1- Visitas *in loco* para registro fotográfico e levantamento dos dados;
- 2- Atualização dos projetos arquitetônicos (plantas, cortes e fachadas);
- 3- Determinação da orientação do edifício segundo o RTQ-C;
- 4- Extração dados dos projetos a edificação necessários para o método prescritivo do RTQ-C;
- 5- Preenchimento da planilha (webprescritivo) para cálculo do nível de eficiência energética da envoltória o método prescritivo do RTQ-C;
- 6- Verificação dos pré-requisitos estimados relativos à transmitância térmica e absorvância das paredes e cobertura para a obtenção da classificação de eficiência energética definitiva;
- 7- Diretrizes para otimização da classificação do nível de eficiência energética da envoltória do edifício HEMORIO.



2.3.3. Extração dos dados

Na extração dos dados, primeiramente deve-se determinar a orientação das fachadas segundo o RTQ-C, que classifica nas quatro principais orientações: norte, sul, leste e oeste.

Assim, o edifício do HEMORIO, segundo sua implantação, passa a ter as seguintes orientações de fachada:

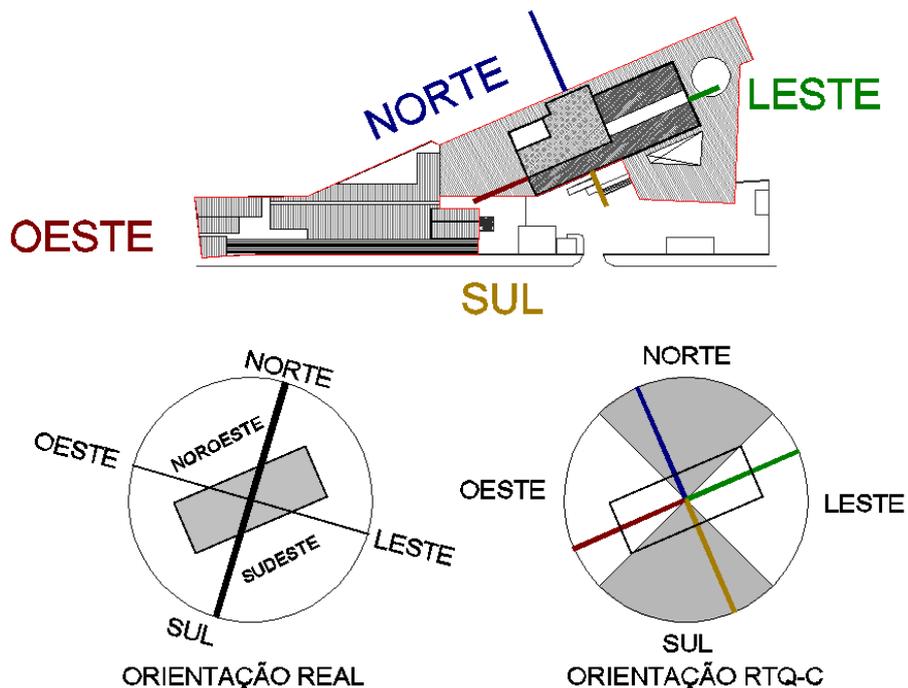


Figura 26 - Determinação das orientações das fachadas do HEMORIO, segundo o RTQ-C

Como explicado anteriormente, em função das características da envoltória (dois volumes) foram feitas duas avaliações: uma de todo o edifício e outra apenas da torre. A extração dos dados do projeto arquitetônico do edifício HEMORIO relevantes para a classificação do nível de eficiência energética da envoltória foram organizadas na Tabela 2 abaixo, que resume os dados extraídos. No Anexo I (Volume 2) está o memorial de cálculo de todas as extrações.



Tabela 2 – Dados extraídos do edifício HEMORIO.

	Parâmetro	Situação 1 (todo o edifício)	Situação 2 (apenas a torre)
ASPECTOS MORFOLÓGICOS	Ape	1464,10	905,40
	Apcob	3243,09	786,98
	Atot	11614,25	5211,88
	Aenv	9466,29	3496,80
	Vtot	51681	23304
	PAFt	16%	45%
	PAFo	0,5%	10%
	AVS	15,03	9,26
	AHS	13,25	4,55
MATERIAIS DA ENVOLTÓRIA	FS *	0,85	0,85
	Absortância Paredes *	40%	40%
	Absortância Coberturas *	80%	80%
	Transmitância Paredes *	2,24	2,24
	Transmitância Coberturas *	2,25	2,25

* Os valores usados foram estimados pela impossibilidade de levantamento *in loco* (extração de amostras e quebra de paredes e forros para levantamento das espessuras e materiais, e informação do fabricante dos vidros).

2.4. Resultado da Etiqueta



A partir da extração de todos os dados da envoltória, foi avaliado seu desempenho utilizando a ferramenta *Webprescritivo*, para cálculo da etiqueta.

(<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>)

Foram feitas quatro avaliações:

- **Avaliação 1A:** Situação 1 (todo o edifício), sem pré-requisitos
- **Avaliação 1B:** Situação 1 (todo o edifício), com pré-requisitos
- **Avaliação 2A:** Situação 2 (apenas a torre), sem pré-requisitos
- **Avaliação 2B:** Situação 2 (apenas a torre), com pré-requisitos

Primeiramente foram avaliados os aspectos morfológicos e posteriormente considerando os pré-requisitos referentes aos materiais (fechamentos opacos) A seguir seguem as quatro avaliações feitas no webprescritivo:

Avaliação 1A: Situação 1 (todo o edifício), sem pré-requisitos

The screenshot displays the 'Webprescritivo' interface for 'Envoltória' evaluation. It includes input fields for 'Pré-requisitos', 'Localização' (Zona Bioclimática: ZB 8, Cidade: Rio de Janeiro RJ), and 'Dados Dimensionais da Edificação' (A_{TOT}: 11614.25 m², A_{PCOB}: 3242.09 m², A_{PE}: 1464.10 m², V_{TOT}: 51681 m³, A_{ENV}: 9466.29 m²). It also shows 'Características das Aberturas' (FS: 0.85, PAF_T: 16%, PAF_O: 0.5%, AVS: 15.03°, AHS: 13.25°). A horizontal bar chart at the top shows efficiency levels A (69.34), B (77.37), C (81.84), D (86.32), and E (90.79). The resulting 'Etiqueta' is 'A', indicating high efficiency. A note states: '* Desde que observados os pré-requisitos da envoltória para o nível de eficiência pretendido.'

Avaliação 1B: Situação 1 (todo o edifício), com pré-requisitos



Envoltória

Pré-requisitos

U_{COB-AC}	2.25 W/(m ² K)	α_{COB}	80 %
$U_{COB-ANC}$	2.25 W/(m ² K)	CT_{PAR}	167 kJ/(m ² K)
U_{PAR}	2.24 W/(m ² K)	α_{PAR}	40 %
PAZ	0 %	FS	0

Localização: Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Rio de Janeiro RJ

A_{TOT}	11614.25 m ²	FA: 0.28
A_{PCOB}	3242.09 m ²	
A_{PE}	1464.10 m ²	
V_{TOT}	51681 m ³	FF: 0.18
A_{ENV}	9466.29 m ²	

FS	0.85
PAF_T	16 %
PAF_O	0.5 %
AVS	15.03 °
AHS	13.25 °

Calcular Eficiência Limpar

Etiqueta
Conforme a Portaria nº. 372, de 17 de setembro de 2010 do INMETRO.

Envoltória

Zona Bioclimática: 8

Mais eficiente

Menos eficiente

* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados.

Avaliação 2A: Situação 2 (apenas a torre), sem pré-requisitos

Envoltória

Pré-requisitos

Localização: Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Rio de Janeiro RJ

A_{TOT}	5211.88 m ²	FA: 0.15
A_{PCOB}	786.98 m ²	
A_{PE}	905.40 m ²	
V_{TOT}	23304 m ³	FF: 0.15
A_{ENV}	3496.80 m ²	

FS	0.85
PAF_T	45 %
PAF_O	10 %
AVS	9.26 °
AHS	4.55 °

Calcular Eficiência Limpar

Etiqueta
Conforme a Portaria nº. 372, de 17 de setembro de 2010 do INMETRO.

Envoltória

Zona Bioclimática: 8

Mais eficiente

Menos eficiente

* Desde que observados os pré-requisitos da envoltória para o nível de eficiência pretendido.



Avaliação 2B: Situação 2 (apenas a torre), com pré-requisitos

A tabela abaixo resume os resultados:

Avaliação	Etiqueta	Considerações
Avaliação 1A: Situação 1 (todo o edifício), sem pré-requisitos	A	Este nível de etiqueta não condiz com a realidade, pois foi considerada toda a massa construída (torre, base e anexos), o que mascara o resultado final, pois os anexos têm poucas aberturas, fazendo com que o PAF final seja muito baixo.
Avaliação 1B: Situação 2 (todo o edifício), com pré-requisitos	E	O edifício não atende aos pré-requisitos para nível A (transmitância e absorptância das paredes e cobertura)
Avaliação 2A: Situação 1 (apenas a torre), sem pré-requisitos	C	Considerando apenas o volume da Torre, o PAF final é mais alto, o que resulta no nível menor de eficiência energética da envoltória.
Avaliação 2B: Situação 2 (apenas a torre), com pré-requisitos	E	O edifício não atende aos pré-requisitos para nível A (transmitância e absorptância das paredes e cobertura)



2.5. Considerações Finais

Após a avaliação das duas situações, (edifício todo e apenas a torre), percebe-se que quando etiquetado todo o volume do edifício existe a falsa impressão que o desempenho energético é alto, pela etiqueta A apresentada. Mas isso acontece nesta avaliação total, porque a grande massa edificada dos volumes anexos (ambulatórios), com poucas aberturas, faz com que a Área de Envoltória, Área Total e Volume sejam elevados e o Percentual de Abertura Total seja muito baixo. Matematicamente isto resultaria numa maior eficiência energética para a envoltória. Mas quando são considerados os materiais constituintes da envoltória (paredes externas e cobertura) a etiqueta cai para nível E, pois não são cumpridos os pré-requisitos para nível A, na zona bioclimática 8.

O maior objetivo da pesquisa é a avaliação da qualidade ambiental, e para isso é necessário considerar os aspectos de conforto para o usuário. E para isso foi feita a etiqueta da Torre isoladamente o que comprova, com o nível C, que é necessário fazer intervenções nas fachadas e cobertura para melhorar o desempenho termo-energético.

Tendo em vista a absorvância dos materiais superficiais, foi observado que as condições desgastadas das lajes e telhas, com cores escuras, não atenderia aos valores máximos para etiqueta A, B ou C. recomenda-se reabilitação das coberturas, com utilização de cores claras e materiais com baixa transmitância, conforme exigências do RTQ-C para a Zona Bioclimática 8 (Figura 27).

	Transmitância (U)		Absortância (α)	PAZ
	Cobertura	Paredes	Coberturas e Paredes Externas	
A	<u>ZB 1 e 2:</u> Amb. Cond: $U \leq 0,5$ Amb. Ñ C: $U \leq 1,0$ <u>ZB 3 a 8:</u> Amb. Cond: $U \leq 1,0$ Amb. Ñ C: $U \leq 2,0$	<u>ZB 1 e 2:</u> $U \leq 1,00$ <u>ZB 3 a 6:</u> $U \leq 3,7$ <u>ZB 7 e 8:</u> $U \leq 2,5$ (CT ≤ 80) $U \leq 3,7$ (CT > 80)	<u>ZB 2 a 8:</u> Coberturas e Paredes: $\alpha < 0,5$	máximo de 5 % 0 a 2%: FS = 0,87 2,1 a 3%: FS = 0,67 3,1 a 4%: FS = 0,52 4,1 a 5%: FS = 0,30
B	<u>ZB 1 e 2:</u> Amb. Cond: $U \leq 1,0$ Amb. Ñ C: $U \leq 1,5$ <u>ZB 3 a 8:</u> Amb. Cond: $U \leq 1,5$ Amb. Ñ C: $U \leq 2,0$	<u>ZB 1 e 2:</u> $U \leq 2,00$ <u>ZB 3 a 6:</u> $U \leq 3,7$ <u>ZB 7 e 8:</u> $U \leq 2,5$ (CT ≤ 80) $U \leq 3,7$ (CT > 80)	<u>ZB 2 a 8:</u> Coberturas: $\alpha < 0,5$	
C e D	$U \leq 2,0$	<u>ZB 1 a 6:</u> $U \leq 3,7$ <u>ZB 7 e 8:</u> $U \leq 2,5$ (CT ≤ 80) $U \leq 3,7$ (CT > 80)	—	—

Figura 27 - Pré-requisitos obrigatórios para envoltória, segundo RTQ-C



O cumprimento dos pré-requisitos para os fechamentos opacos das fachadas e cobertura (anteriormente apresentados) é condição obrigatória para ser nível A. Além disso, são necessárias algumas alterações no edifício (Torre) para que em relação aos aspectos morfológicos seja nível A. Como diretrizes, recomenda-se:

- Melhor desempenho dos vidros, com película com Fator Solar de 0.6.
- Diminuição do Percentual de Aberturas para 43%
- Colocação de proteções solares com ângulo de sombreamento vertical (proteções horizontais) de 15°;
- Colocação de proteções solares com ângulo de sombreamento horizontal (proteções verticais) de 15°;

The screenshot displays a software interface for calculating building envelope efficiency. It includes the following components:

- Envoltória** (Envelope) section with a 'Pré-requisitos' (Prerequisites) checkbox.
- Localização** (Location) section with 'Zona Bioclimática ZB 8' selected and 'Cidade Rio de Janeiro RJ'.
- Dados Dimensionais da Edificação** (Building Dimensional Data) section with fields for:
 - A_{TOT} : 5211.88 m² (FA: 0.15)
 - A_{PCOB} : 786.98 m²
 - A_{PE} : 905.40 m²
 - V_{TOT} : 23304 m³ (FF: 0.15)
 - A_{ENV} : 3496.80 m²
- Características das Aberturas** (Opening Characteristics) section with fields for:
 - FS: 0.6
 - PAF_T: 43 %
 - PAF_O: 10 %
 - AVS: 15 °
 - AHS: 15 °
- Calculador** (Calculator) section with 'Calcular Eficiência' and 'Limpar' buttons.
- Gráfico de Eficiência** (Efficiency Graph) showing a scale from A (green) to E (red) with values: 76.42, 80.24, 80.38, 84.33, 88.28, 92.22.
- Etiqueta** (Label) section showing 'Conforme a Portaria nº. 372, de 17 de setembro de 2010 do INMETRO.' and a resulting label 'A'.
- Legenda** (Legend) showing 'Zona Bioclimática: 8' and a scale from 'Mais eficiente' (green) to 'Menos eficiente' (red).
- Nota** (Note) at the bottom: '* Desde que observados os pré-requisitos da envoltória para o nível de eficiência pretendido.'

Atendendo a estas recomendações (alterações de projeto e cumprimento de pré-requisitos) o Edifício do HEMORIO tem potencial para ser nível A na etiquetagem de eficiência energética da envoltória.



REFERÊNCIAS

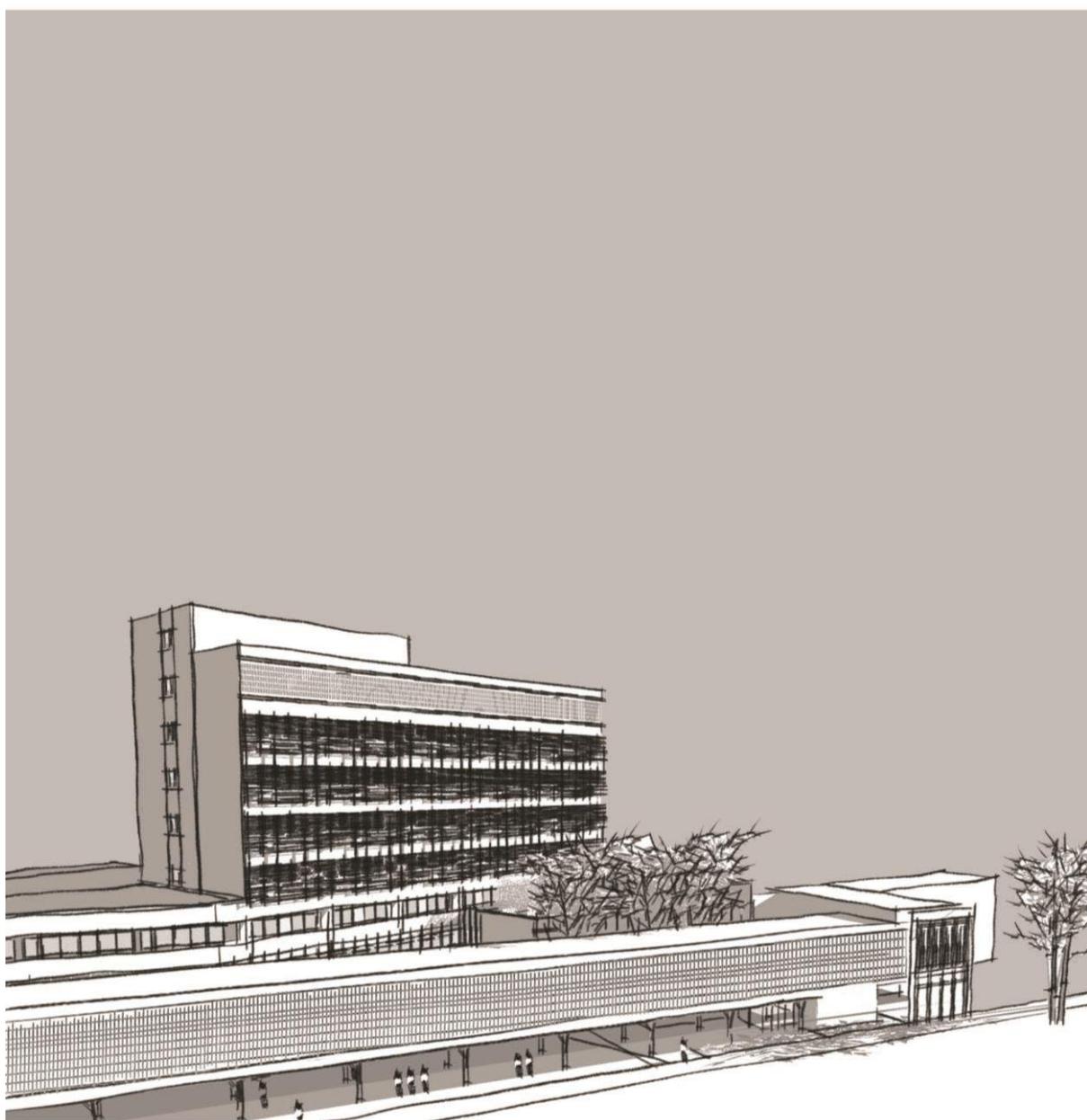
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES - PARTE 2 e 3**. Rio de Janeiro: 2005.

- AMORIM, Cláudia N. D.. **Eficiência Energética em Edificações: ações e perspectivas para a Universidade de Brasília**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, versão preliminar do texto cedido pela autora, 2011.

- BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).
Portaria 163, de 08 de junho de 2009. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Rio de Janeiro, 2009.
Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001462.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2009.

- CARLO, Joyce; LAMBERTS, Roberto. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento da etiquetagem de eficiência energética de edifício – parte 1: método prescritivo**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n.2, p. 7-26, abr./jun. 2010

- **Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) 2010-2030**. Ministério de Minas e Energia / Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético / Departamento de Desenvolvimento Energético. Brasília, 2010.



III - RETROFIT



APRESENTAÇÃO

Este segundo relatório registra as atividades de pesquisa do grupo responsável pelo diagnóstico energético do edifício do Hemorio. Grupo coordenado pelo professor doutor Saidel da Universidade de São Paulo, realizou duas visitas in loco. Para o diagnóstico energético o grupo de pesquisadores se apoiou na metodologia do retrofit energético. Neste relatório, foram registrados todos os procedimentos seguidos, fotografias dos sistemas do edifício, e, ao final, foram elencados cenários de possíveis intervenções do ponto de vista energético do edifício. Vale destacar que todas os procedimentos, bem como todos os cenários de intervenção propostos foram consonantes com as intervenções indicadas no relatório 1 (APO e Eficiência Energética), dessa forma, o trabalho em conjunto coordenado pelo Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e Urbanismo – LaSUS procurou dotar o edifício Hemorio de qualidade ambiental, eficiência energética e baixo consumo energético de forma integrada.



3. INTRODUÇÃO

3.1. Contexto

Em 2001, o Brasil vivenciou uma crise de abastecimento no setor elétrico. Duas conseqüências positivas sobressaíram desta crise: a forte participação da sociedade na busca da sua solução e a valorização da eficiência no uso de energia.

Em decorrência desse processo involuntário de aprendizagem, vem se formando uma consciência de que a eficiência energética não pode estar vinculada apenas a questões conjunturais. Deve, sim, fazer parte, de forma definitiva, da política energética nacional, mediante a promoção de medidas que permitam agregar valor às iniciativas já em andamento, o desenvolvimento de produtos e processos mais eficientes e a intensificação de programas que levem à mudança de hábitos de consumo.

Sendo assim, de modo geral, as edificações públicas apresentam oportunidades significativas de redução do consumo de energia e, portanto, de custos operacionais por meio do aprimoramento do projeto, de um melhor gerenciamento da instalação, da adoção de equipamentos tecnologicamente mais eficientes e alterações dos hábitos dos usuários.

Muitas vezes, oportunidades interessantes de ganhos de eficiência não são possíveis, pois ferem compromissos assumidos no projeto da edificação. Assim, a possibilidade de avaliar as soluções adotadas, ainda na etapa de projeto, apresenta-se como uma excelente oportunidade de seu refinamento.

Cabe destacar que muitos refinamentos de projeto, que buscam a eficiência energética, já são contemplados nos projetos atuais, tornando-os mais aderentes às necessidades da sociedade. A análise aqui desenvolvida compreende uma revisão dos conceitos utilizados buscando identificar ganhos adicionais de eficiência.

Combater o desperdício de energia é vantajoso para todos os envolvidos. Ganha o consumidor, neste caso a sociedade, que passa a comprometer menor parcela de seus



custos e o setor elétrico, que posterga investimentos necessários ao atendimento de novos clientes e a sociedade como um todo, pois além dos recursos economizados, as atividades de eficiência energética contribuem para a conservação do meio ambiente evitando agressões inerentes à construção de usinas hidrelétricas ou térmicas.

3.2. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo levantar e analisar informações sobre o consumo de energia elétrica, hábitos de consumo, características ocupacionais, situação operacional das instalações e equipamentos de usos finais do Hemocentro do Rio de Janeiro, identificando oportunidades de melhoria na eficiência do uso da energia elétrica e de redução do seu custo.

Desta forma, aplicou-se uma metodologia de diagnóstico energético específica, ressaltando que cada instalação apresenta peculiaridades próprias e que merecem, muitas vezes, tratamento específico.



3.3. Metodologia

A realização de diagnósticos energéticos envolve um conjunto bastante diversificado de atividades, variáveis conforme a finalidade e o tipo de ocupação da instalação. Tal fato implica na existência de diversas metodologias de análise energética, cada qual com suas peculiaridades necessárias à determinação correta dos potenciais de conservação daquela instalação.

No caso da instalação em questão, com todas as suas peculiaridades, incluindo também diversos ambientes de escritórios e atendimento ao público, a metodologia aplicada pode ser dividida nas seguintes etapas:

- ✓ Visita de inspeção preliminar.
- ✓ Planejamento das atividades de levantamento de dados.
- ✓ Levantamento de dados, documentos, plantas e cadastro dos equipamentos da instalação.
- ✓ Medições de grandezas elétricas utilizando-se analisadores de energia.
- ✓ Análise e tabulação dos dados e informações levantadas.
- ✓ Estudo de viabilidade técnica e econômica de alternativas para os usos finais encontrados e determinação dos respectivos potenciais de conservação de energia.

A visita de inspeção preliminar foi realizada com o objetivo do primeiro contato com a instalação e de conhecer o pessoal encarregado de dar apoio à equipe técnica no que diz respeito à locomoção, ao fornecimento de documentos e demais informações durante todo o processo de diagnóstico energético.

A partir da visita de inspeção, foi possível ter uma visão macroscópica da instalação, fato que permitiu traçar a estratégia de levantamento de dados, através da escolha dos pontos de medição no sistema elétrico.



Entre todas as etapas do processo de diagnóstico energético, o levantamento de dados é, sem dúvida, um dos mais importantes, uma vez que todos os resultados e conclusões obtidos estão baseados nas informações levantadas nessa fase. Dessa forma, todos os dados devem ser obtidos e tratados com o maior rigor possível, desconsiderando as informações mais duvidosas. Devido à extensão e à importância dessa fase, foi conveniente a sua segmentação em duas etapas:

- ✓ Medições das grandezas elétricas de interesse.
- ✓ Inspeção de ambientes segundo os usos finais de energia.

As medições das grandezas elétricas de interesse foram realizadas utilizando-se equipamentos analisadores de energia com memória de massa, instalados em pontos importantes do sistema elétrico da instalação, mais especificamente nos transformadores das cabinas primárias, nos quadros de distribuição e nos equipamentos de grande consumo de energia elétrica (Figura 28).



Figura 28 - Medição de cargas de grande consumo no Hemocentro do Rio de Janeiro.

Os analisadores de energia correspondem a equipamentos digitais microprocessados capazes de realizar medições monofásicas e trifásicas com precisão de todas as grandezas elétricas relevantes em diagnósticos energéticos, como por exemplo: tensão, corrente, potências ativa e reativa, consumos de energia ativa e de reativa com período de integração programável, fator de potência e distorção harmônica. Além disso, eles possuem considerável capacidade de armazenamento de dados em sua memória de



massa interna, registrando, inclusive, períodos de falta de energia, uma vez que eles também são dotados de baterias internas recarregáveis.

As informações fornecidas pelos analisadores de energia são essenciais e indispensáveis para a realização de diagnósticos energéticos precisos. A partir dessas informações, também é possível determinar irregularidades na operação de sistemas e equipamentos, por meio da detecção de baixos fatores de potência, de altas distorções harmônicas e de desequilíbrios entre fases.

Por outro lado, a inspeção de ambientes tem por objetivo levantar as características mais particulares dos usos finais presentes na instalação, complementando as informações obtidas através da medição direta de grandezas elétricas. Dessa forma, foram vistoriados todos os ambientes da instalação, onde foram anotados todos os dados relevantes para a análise de cada uso final.

No caso do sistema de iluminação, foram verificadas e anotadas as tecnologias atualmente utilizadas. Além disso, também foram levantados os tempos de utilização do sistema em cada ambiente (horário de expediente, utilização no período noturno), de forma a permitir uma estimativa do consumo de energia elétrica desse uso final.

Os dados levantados foram analisados e tratados de forma a determinar as características de consumo do Hemocentro.

As visitas de inspeção e das medições de grandezas elétricas utilizando-se analisadores de energia foram realizadas de 24 a 26 de Julho de 2012.



3.4. Análise da Instalação

3.4.1. Introdução

As instalações elétricas do Hemocentro encontram-se em bom estado de conservação. Durante as visitas constatou-se a preocupação com a manutenção de painéis elétricos, bem como de equipamentos em geral, mantendo-se um bom nível de atendimento aos usuários.

3.4.2. Medições de Energia

As medições das grandezas elétricas foram realizadas por meio de equipamentos analisadores de energia instalados em pontos importantes do sistema elétrico da instalação.

O analisador de energia, harmônicos e oscilografia de perturbações fabricado pela RMS Sistemas Eletrônicos MARH-21, utilizado neste diagnóstico, é um registrador portátil, trifásico, programável, destinado ao registro de tensões, correntes, potências, energias, harmônicos e oscilografia de perturbações em sistemas de geração, consumo e distribuição, bem como circuitos que alimentam motores elétricos em geral.

O MARH-21 possui mostrador e teclado alfanumérico permitindo efetuar a programação diretamente no equipamento.

O equipamento registra os dados de medição em sua memória interna do tipo RAM e possui também porta serial para a transferência dos dados registrados para um computador. O software denominado ANAWIN possibilita a análise dos dados em forma de gráficos e relatórios. A Figura 29 apresenta o analisador MARH-21.



Figura 29 - Analisador MARH-21.

O equipamento MARH-21 possui as seguintes aplicações:

- Registro das formas de onda das tensões e correntes, distorções harmônicas e variações de frequência.
- Análise dos harmônicos.
- Estudos de demanda e otimização do uso de energia.
- Simulações para estudos de correção do fator de potência.
- Monitoramento de processos visando à obtenção de curvas de temperatura, pressão e vazão, juntamente com as grandezas elétricas como tensão, corrente, demanda e energia.
- Análise de desligamentos e falhas causados por variações nas características da tensão.
- Obtenção de curvas de partida de motores elétricos.

As medições das grandezas elétricas foram realizadas nos seguintes locais dos Prédios Principal e Anexo do Hemocentro do Rio de Janeiro:



Medição 1: Saída do transformador “C”.

Medição 2: Chiller “A” do sistema central de ar condicionado.

Medição 3: Quadro de força dos Laboratórios do 2º andar.

Medição 4: Câmara frigorífica de sangue.

A Figura 30 ilustra os pontos onde foram realizadas medições de parâmetros elétricos nas instalações elétricas do Hemocentro.

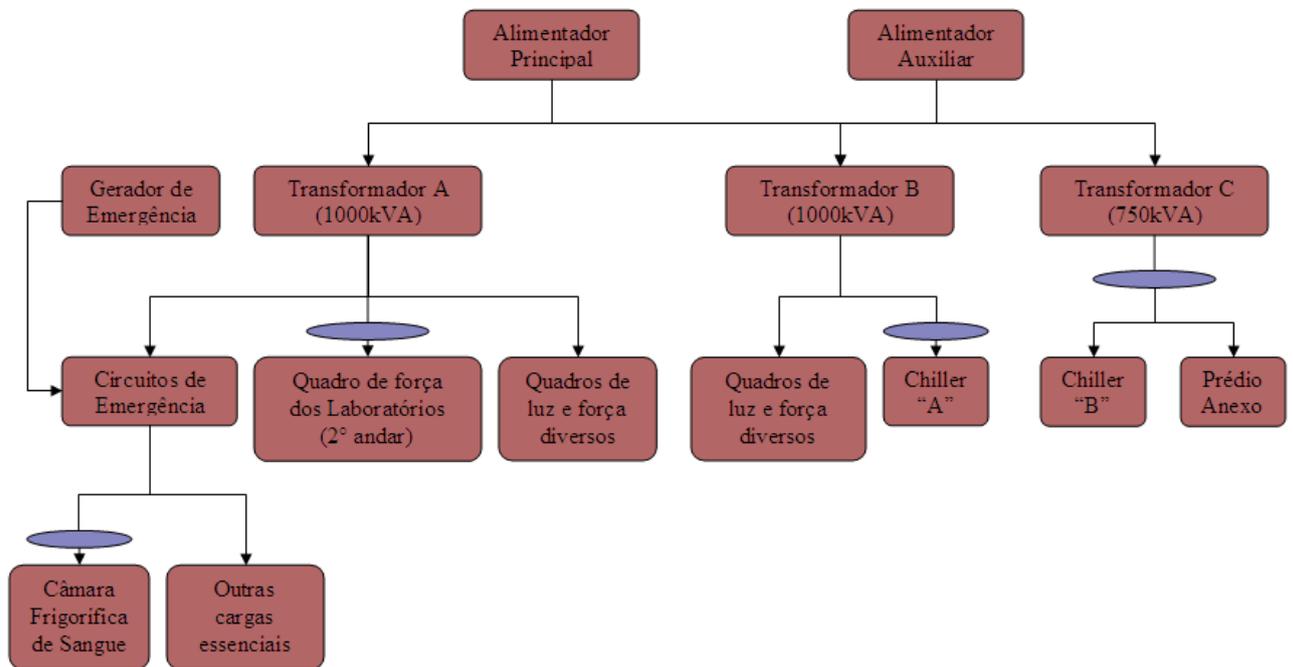


Figura 30 - Locais de medições de parâmetros elétricos.



3.5. Medições e Consumo Desagregado

3.5.1. Medição 1 : Saída do transformador " C "

A Figura 31 apresenta a curva de carga medida na saída do transformador "C". A medição neste ponto compreende o prédio Anexo e o chiller "B" do sistema central de ar condicionado. Solicitação máxima deste sistema às 15h40. Demanda observada de 124 kW.

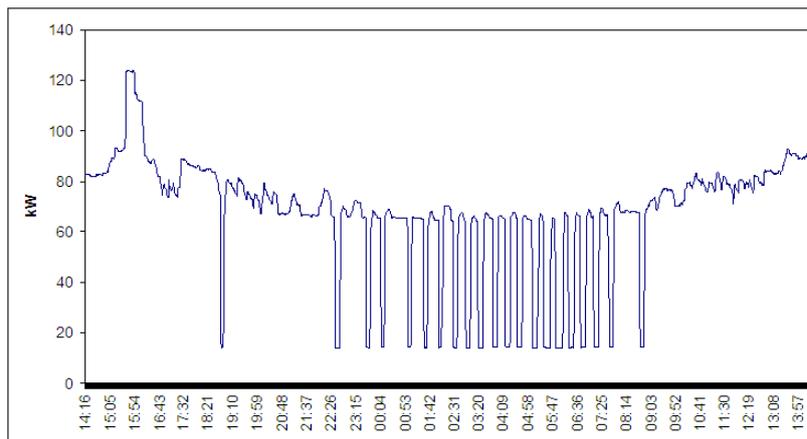


Figura 31 - Medição na saída do transformador "C".

3.5.2. Medição 2 : Chiller " A "

A Figura 32 apresenta a curva de carga do chiller "A" do sistema central de ar condicionado. Esse sistema está regulado para manter os ambientes em 23°C. A solicitação máxima desta carga foi às 10h40 e a demanda observada foi de 72 kW.

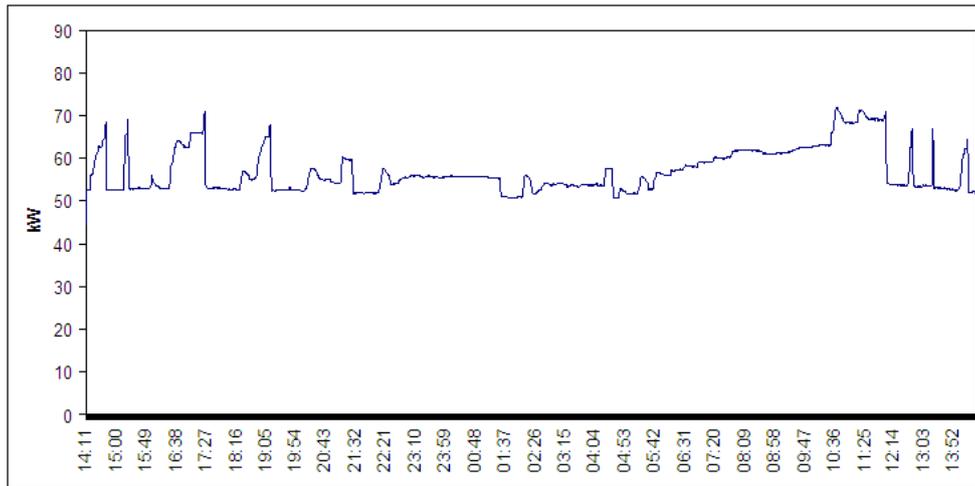


Figura 32 - Medição do chiller “A” do sistema central de ar condicionado.

3.5.3. Medição 3 : Quadro de força dos Laboratórios - 2 ° andar do prédio principal

A Figura 33 apresenta a curva de carga dos Laboratórios do Ciclo do Sangue e do Setor de Hemoterapia. Solicitação máxima dessa carga às 15h15, com demanda de 37kW.

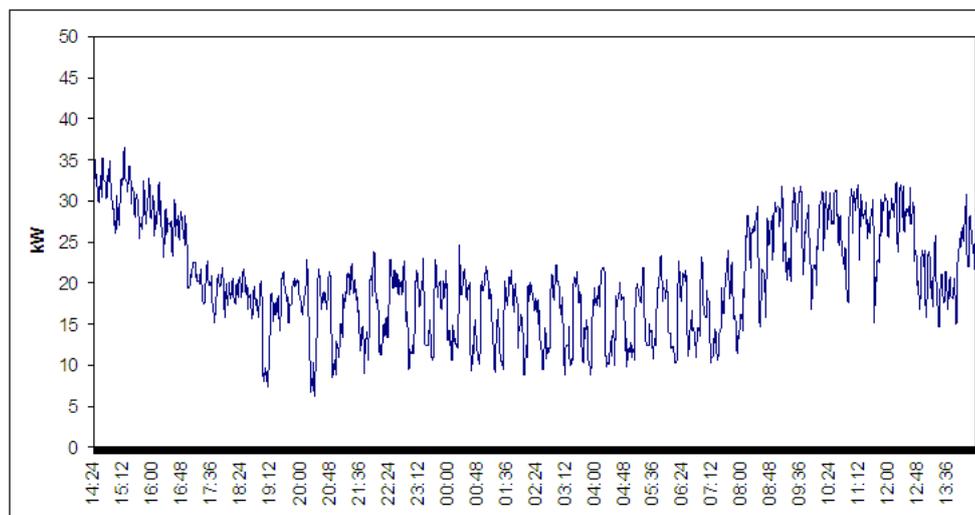


Figura 33 - Medição do quadro de força dos Laboratórios do Ciclo do Sangue e do Setor de Hemoterapia.



3.5.4. Medição 4 : Câmaras frigoríficas de sangue

A Figura 34 apresenta a curva de carga das câmaras frigoríficas de sangue. Solicitação do sistema aproximadamente uniforme, com dois patamares distintos: um mais baixo durante a madrugada e outro mais elevado, durante as atividades do dia. Flutuação de demanda ao longo do dia devido às aberturas de portas para retirada de material.

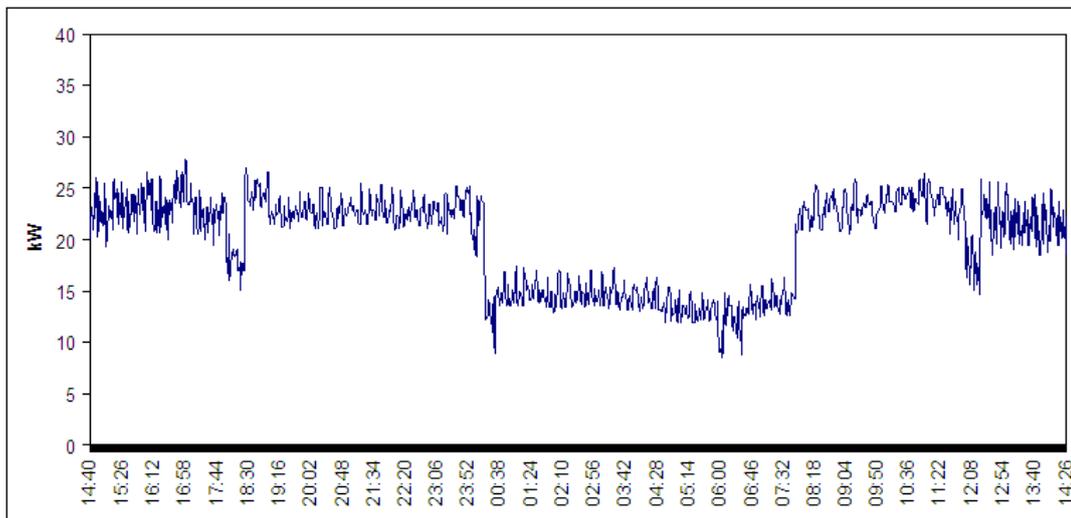


Figura 34 - Medição das câmaras frigoríficas de sangue.

Por meio das faturas de energia, foi possível determinar o consumo médio diário de 12,2 MWh.

Considerando 24 dias úteis no mês, determinou-se o valor do consumo médio mensal de 365 MWh.

Assim, foi possível construir a matriz de consumo desagregado do Hemocentro, conforme apresenta a Figura 35.

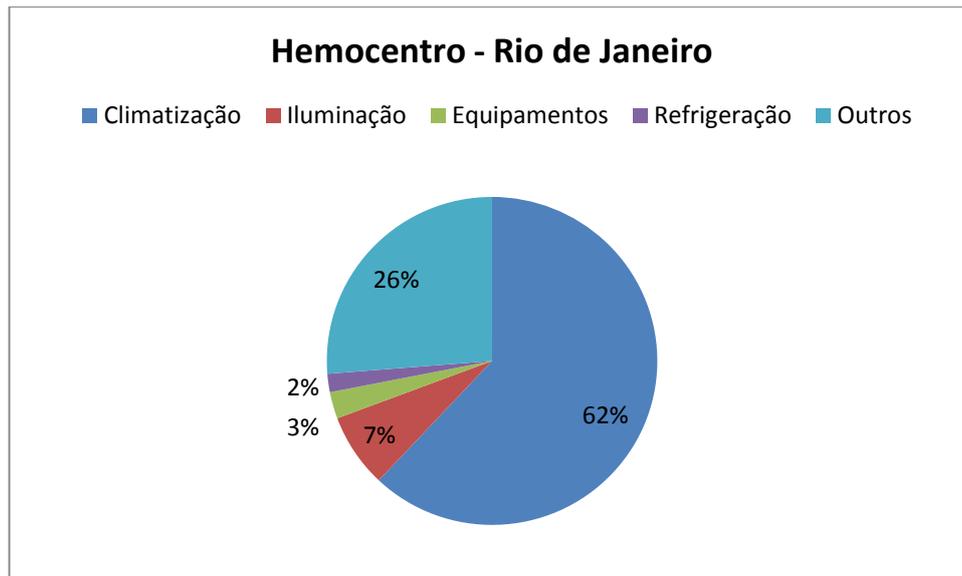


Figura 35 - Matriz de consumo desagregado do Hemocentro.

3.6. SIMULAÇÃO ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO

Com base nas medições realizadas e nos levantamentos de dados durante as visitas técnicas, desenvolveu-se um modelo virtual da edificação do Hemocentro (Figura 36) onde foi possível inserir dados relativos à envoltória e usos finais dos dois blocos do Hemocentro. Este modelo adotou algumas hipóteses simplificadoras visando fornecer uma estimativa preliminar do desempenho energético da edificação em análise.

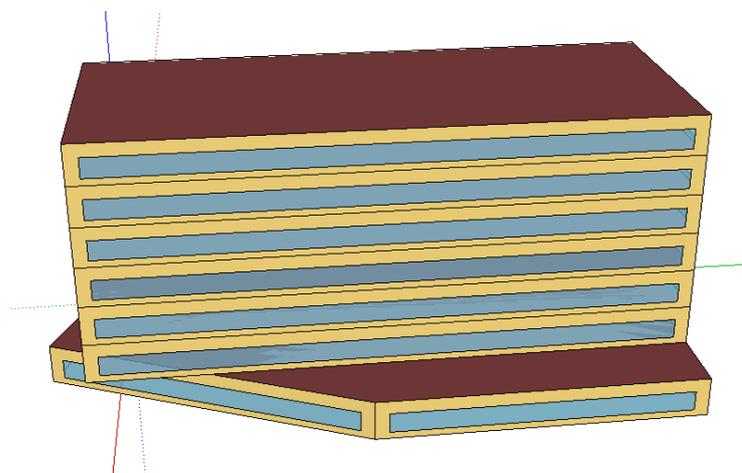


Figura 36 - Modelo virtual do Hemocentro.



Utilizando a ferramenta de simulação EnergyPlus®, baseado nas plantas disponibilizadas pelo departamento de informática do Hemocentro do Rio de Janeiro, simulou-se o modelo virtual do Hemocentro para as condições climáticas do Rio de Janeiro. Foram utilizados dados típicos para os materiais da edificação, a saber:

- Paredes externas: argamassa, concreto leve com 100 mm de espessura e argamassa.
- Paredes internas: divisórias de madeira ou dry wall.
- Cobertura: laje de 200 mm de concreto leve.
- Vidros: vidro simples de 3 mm. Nas janelas onde se verificou a aplicação de filme reflexivo, considerou-se o uso de filme reflexivo tipo azul com transmissividade de 0,4.
- Portas: madeira com 40 mm de espessura.

Foi definido que o perfil de ocupação da edificação seria das 8:00h às 18:00h de segunda a sexta, das 8:00h às 12:00h no sábado e sem expediente no domingo. Estes perfis foram utilizados para a presença de pessoas, iluminação e equipamentos calibrados com base nas avaliações feitas nas visitas técnicas realizadas. A potência das câmaras frigoríficas foi definida com base nos levantamentos feitos e o seu funcionamento foi estipulado como ininterrupto. Para os sistemas de climatização unitários, foi definido o valor médio de COP de 2,9 e o seu perfil de operação foi estipulado como sendo o mesmo definido para a ocupação das pessoas na edificação. Para o sistema central servido pelo chiller, foi adotado um valor de 4,0. Foi definida como temperatura de controle do sistema de climatização o valor de 24°C. A edificação assim simulada será considerada para fins deste relatório como a edificação de referência (REF).

Com base nos relatórios de saída do EnergyPlus, como os mostrados na Figura 37, podemos avaliar a contribuição de cada uso final no consumo total da edificação ao longo de um ano de operação.



↵

End-Uses†

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Other Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling:	94956.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting:	59937.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment:	122527.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment:	7425.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans:	2110.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refrigeration:	243464.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End-Uses:	530424.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Note: Electricity appears to be the principal heating source based on energy usage. ↵

Figura 37 - Exemplo de relatório de saída de dados da simulação realizada pelo EnergyPlus.

Os sistemas de climatização e de refrigeração correspondem a 64% do consumo total da edificação e portanto ações para a redução do consumo de energia destes sistemas podem ter um impacto razoável no perfil de consumo total da edificação.

Nesse sentido, foram simuladas as seguintes estratégias visando a redução do consumo de energia dos sistemas de climatização:

- Estratégia 1 (EST_01): Modificação da temperatura de controle dos sistemas de climatização de 23°C para 25°C: esta estratégia foi sugerida para mostrar o potencial de redução, caso os usuários da edificação modifiquem o seu comportamento quanto a definição da temperatura de controle do sistema de climatização. Esta modificação só deve ser realizada nos setores em que a demanda de climatização seja apenas para conforto térmico e não seja necessário controle de temperatura para conservação do sangue e demais produtos manipulados no Hemocentro.
- Estratégia 2 (EST_02): Retrofit dos sistemas de climatização para equipamentos com selo PROCEL A: esta ação visa mostrar o impacto da redução se os



equipamentos a serem instalados adotassem níveis de eficiência de equipamentos etiquetados com selo PROCEL A (COP=3,1).

- Estratégia 3 (EST_03): Retrofit do sistemas de refrigeração com aumento médio da eficiência dos equipamentos de 10%: esta ação remete a avaliação da melhoria que pode ser conseguida com o retrofit dos sistemas de refrigeração que pode ser aumentada em até 10%.
- Estratégia 4 (EST_04): Retrofit do sistema de central climatização: esta ação visa mostrar o impacto da redução se fosse realizado o retrofit dos sistemas passando de um COP=4,0 para um COP=5,1.
- Estratégia 5 (EST_05): aplicação das estratégias 1, 2, 3 e 4: a simulação desta estratégia visa verificar o impacto conjunto das estratégias anteriormente propostas.

Após a simulação de cada uma destas estratégias, podem-se verificar na Figura 38 as reduções do consumo anual obtidas por cada estratégia e que podem ser comparadas com a situação atual (REF).

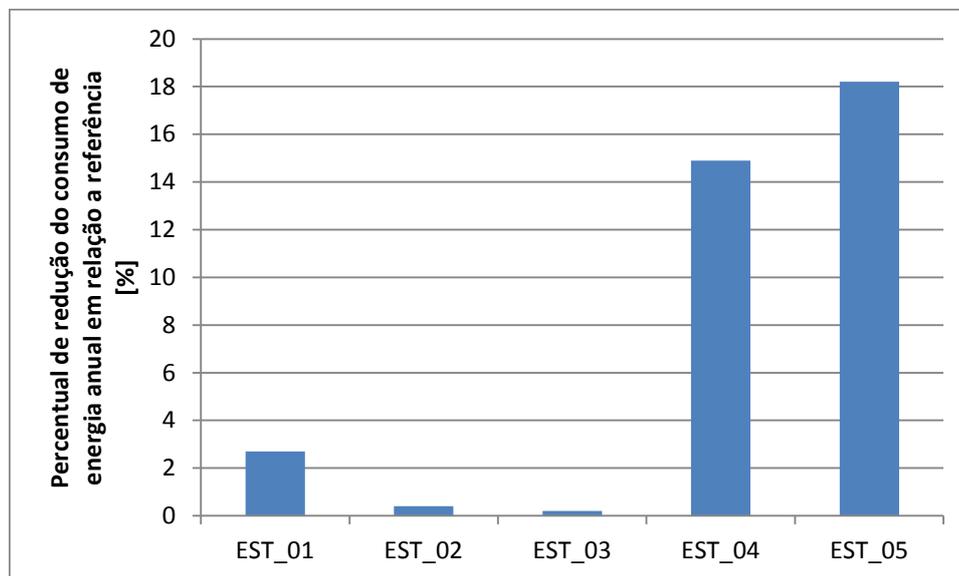


Figura 38 - Percentual de redução do consumo anual de energia em relação à situação de referência.



Pode-se concluir que:

- A estratégia EST_1 apresenta uma redução pequena e cuja implementação demandaria uma conscientização por parte do usuário podendo ser aplicada de imediato.
- As estratégias EST_2 e EST_3 implicam em um investimento maior da instituição e com intervenções mais significativas na edificação com um impacto pequeno na redução do seu consumo de energia.
- A estratégia EST_4 é a que promove o maior impacto pois afeta o sistema de maior consumo na edificação e implica em um investimento bem maior que as estratégias anteriores.
- A estratégia EST_5 que engloba as demais estratégias possui o maior impacto pois se vale do efeito combinado das outras estratégias mas traz os impactos negativos também (altos investimentos).

3.7. Sistemas de Iluminação

A luz é um elemento indispensável em nossas vidas, sendo encarada de forma familiar e natural.

Ao longo dos anos, as tecnologias que envolvem os sistemas de iluminação se desenvolveram bastante, sendo que atualmente têm-se diversos tipos de equipamentos disponíveis para diversas aplicações.

No campo da iluminação, sabe-se que a qualidade da luz é decisiva, tanto no que diz respeito ao desempenho das atividades, como na influência que exerce no estado emocional e no bem-estar das pessoas.

Conhecer os sistemas de iluminação, as alternativas disponíveis e saber controlar quantidade e qualidade, são ferramentas preciosas para o sucesso de qualquer instalação.



Muitos projetos executados trazem algum tipo de problema nos sistemas de iluminação, sejam nas edificações públicas ou privadas. É freqüente o sistema de iluminação encontrar-se fora dos padrões técnicos adequados.

As ocorrências mais comuns são:

- ✓ Iluminação em excesso.
- ✓ Falta de aproveitamento da iluminação natural.
- ✓ Uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa.
- ✓ Falta de comandos (interruptores) setorizados.
- ✓ Ausência de manutenção, depreciando o sistema.
- ✓ Hábitos de uso inadequados (não é uma característica do projeto, mas ocorre).

A adequação possível de instalações existentes sob o aspecto de maior eficiência energética é apresentada sob a denominação de “retrofitting” das instalações de iluminação. A idéia inicial nasceu na área de iluminação, em grandes escritórios, equipados com luminárias antigas e de baixa eficiência em relação às atuais, e que não atendiam aos valores dos níveis de iluminância estipulados em norma.

A Figura 39 apresenta a faixa de valores de eficiência energética para a maioria dos tipos atuais de fontes de luz utilizados em sistemas de iluminação. Nela pode-se observar que as lâmpadas de descarga em gases a baixa pressão (fluorescentes) e as de alta pressão (multivapores metálicos e sódio) são as que apresentam os melhores índices.

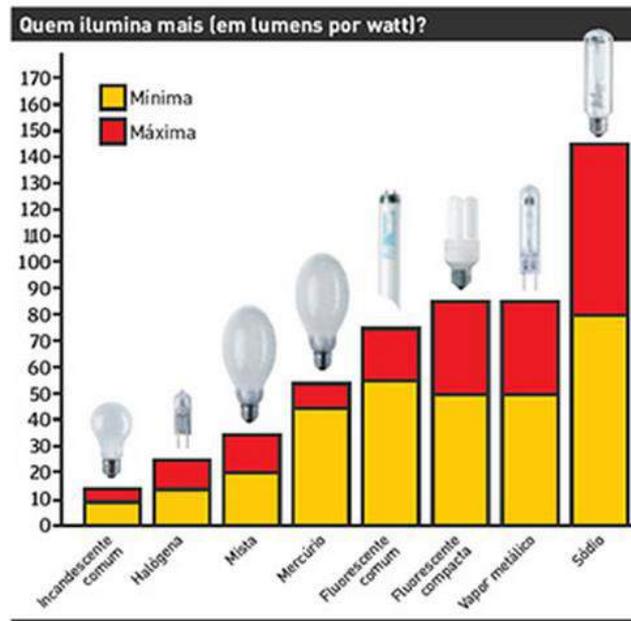


Figura 39 - Eficiência energética para fontes de luz atuais

As lâmpadas de descarga em gases ou vapores metálicos apresentam resistência interna baixa e, portanto necessitam ser ligadas à rede de alimentação através de reatores, que além de proporcionarem o controle e estabilização da intensidade de corrente da lâmpada, fornecem condições necessárias para a ignição da mesma que, em alguns tipos específicos, necessitam de elemento de ignição extra denominado normalmente de ignitor ou starter.

Cada tipo de lâmpada de descarga possui características elétricas diferenciadas, portanto, sua utilização depende de reatores específicos.

O sistema de iluminação equipado com reatores eletrônicos apresenta eficiência energética bem superior ao eletromagnético. Eletricamente o reator eletrônico consta de circuito retificador, filtro e oscilador, para uma faixa operação de 20 a 50 kHz. A sua utilização nos sistemas de iluminação resulta nas seguintes vantagens:

- ✓ Economia de energia elétrica.
- ✓ Menor intensidade de corrente exigida para o funcionamento da lâmpada, tendo como conseqüência o aumento da sua vida útil.
- ✓ Manutenção do nível de iluminância, mesmo com variações de tensão.



- ✓ Tamanho e peso reduzidos.
- ✓ Aumento do fluxo luminoso emitido pela lâmpada.

Assim, os reatores eletrônicos representam um avanço na área de iluminação com lâmpadas de descarga, atendendo a necessidade atual de utilização eficiente da energia elétrica, mas merecem atenção em relação aos impactos que podem provocar quanto ao requisito qualidade de energia. Por outro lado, oferecem a opção de controle da intensidade luminosa, requisito hoje indispensável na automação predial.

3.7.1. Estudo Comparativo entre Fontes de Luz: fluorescente tubular convencional x fluorescente de última geração

As primeiras lâmpadas fluorescentes tubulares, desenvolvidas a partir de 1936, de tecnologia T12, com diâmetro de 12/8" ou 38 mm, começaram a ser substituídas pela tecnologia T8, em 1978. Com um diâmetro de 8/8" ou cerca de 26 mm, a T8 representou uma redução de cerca de 20% na energia elétrica consumida, para uma substituição direta. Essa tecnologia dominou o mercado na década de 90.

Seguindo a evolução tecnológica, as lâmpadas fluorescentes tubulares de última geração, com a tecnologia T5 (diâmetro de 5/8" ou 16 mm), foram lançadas na Feira Industrial de Hanover em abril de 1995.

A primeira diferença da lâmpada com tecnologia T5, e talvez a mais importante em relação às lâmpadas com tecnologia T12 e T8, é o comprimento cerca de 50mm menor, o que dificulta sua instalação na mesma luminária utilizada para os modelos anteriores. Devido a esse fato, as luminárias para as lâmpadas de tecnologia T5 são adequadas aos módulos de teto de 600, 1200 ou 1500 mm.

Em conjunto com as novas lâmpadas, foram também introduzidos reatores com dimensões menores, possibilitando o projeto de luminárias mais finas e leves. As lâmpadas de tecnologia T5 só podem operar com reator eletrônico específico.

A Figura 40 apresenta os modelos de lâmpadas fluorescentes de 40, 32 e 28W e seus respectivos valores de eficiência luminosa.



Extra Luz do Dia	Super 84	TL5 Super 84
		
40 W	32 W	28 W
2600 Lm	2700 Lm	2900 Lm
65 lm / W	84 lm / W	103 lm / W

Figura 40 - Modelos de lâmpadas fluorescentes

Devido ao menor diâmetro, as lâmpadas de tecnologia T5 ajudam a aumentar a eficiência das luminárias em cerca de 5%, isto devido ao menor bloqueio da luz e melhor direção focal. Desta forma, a eficiência óptica deve ser estabelecida para cada tipo de luminária. A Figura 41 apresenta a relação entre o modelo de lâmpada fluorescente e a eficiência da luminária.

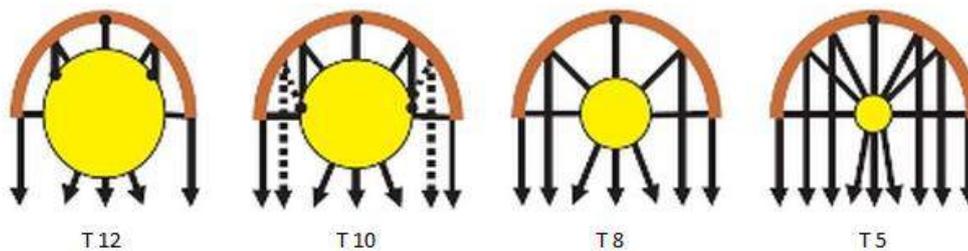


Figura 41 - Relação entre o modelo de lâmpada fluorescente e a eficiência da luminária.

Outra grande vantagem das lâmpadas de tecnologia T5 é o conteúdo reduzido de mercúrio. Um revestimento na parede interna do bulbo impede a absorção do mercúrio pelo vidro e pelo fósforo, reduzindo drasticamente a quantidade de mercúrio necessária.

Tal redução apresenta menores riscos de contaminação do meio ambiente e como a absorção do mercúrio provoca depreciação do fluxo luminoso durante a vida útil, este tipo de lâmpada possui apenas 5% de depreciação, após 12.000 horas de utilização. A vida útil das lâmpadas de tecnologia T5 é de 18.000 horas.

Com esta nova tecnologia, reduz-se a necessidade de previsão de níveis de iluminância elevados, de forma a compensar a depreciação do fluxo luminoso ao longo da vida útil,



garantindo fluxo luminoso suficiente, mesmo próximo ao fim de vida da lâmpada, o que se constitui num fator de economia de energia.

No campo da tecnologia do alumínio, desenvolvimentos independentes das fontes de luz contribuíram para aumentar a eficiência das luminárias. As chapas utilizadas, com 99,98% de pureza, possuem brilho e acabamento apropriado à utilização como refletores em luminárias de alto rendimento. Para obtenção dessas propriedades, as chapas deverão apresentar superfície lisa sem rugosidade, decorrente de uma laminação de alta qualidade.

3.7.2. Iluminação a LED

Com o desenvolvimento nos últimos anos dos LEDs de alta potência, estes começaram a ser empregados em iluminação com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica, a preservação de recursos ambientais e a menor manutenção dos sistemas de iluminação. Entretanto, o mercado nacional desconhece, de maneira geral, a aplicação de LEDs em iluminação comercial, por ser ainda uma tecnologia nova. A ABNT está em fase final de elaboração de uma norma que permitirá balizar esse mercado.

O que se encontra atualmente é um mercado aberto a produtos importados, preços elevados e uma fraca capacidade de análise desses produtos. Com escassos desenvolvimentos internos, a área não possui senso crítico para uma análise mais profunda do assunto, tanto do ponto de vista técnico do produto, como do ponto de vista da aplicação dos mesmos, pois não existem normas específicas que regulam o setor nestes desenvolvimentos e inexistem aplicações de grande peso para análise dos resultados.

Diversos fabricantes estão investindo no desenvolvimento de produtos apoiados nesta tecnologia e em breve teremos uma gama de produtos disponíveis no mercado.



3.7.3. Sensores de Presença

Os sensores de presença são utilizados com a finalidade de reduzir o consumo de energia elétrica e também promover conforto aos usuários, de forma que ao detectarem a presença de um corpo na área controlada, comandam um circuito comutador que por sua vez aciona o sistema utilizado, como por exemplo: iluminação, abertura de portas, climatização, entre outros. A Figura 42 apresenta algumas possibilidades para os sensores de presença.

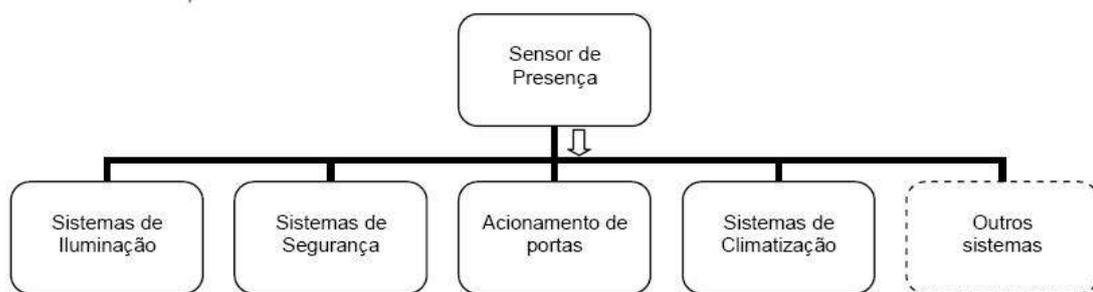


Figura 42 - Possibilidades para sensores de presença

Um estudo realizado pela Bticino revela que 40% do tempo em que as luzes num escritório ficam acessas, as áreas encontram-se desocupadas, ocorrendo desperdício de energia, tal situação é mais frequente em recintos com baixa ocupação nominal.

As principais tecnologias dos sensores de presença são:

a) Raios infravermelhos passivos:

Os sensores de presença com tecnologia de raios infravermelhos passivos (PIR, sigla em inglês) detectam a presença de um corpo através da diferença entre o calor emitido por este corpo e o ambiente, e somente detecta determinadas fontes de energia, como o corpo humano.

Eles utilizam uma lente Fresnel, que distribui os raios infravermelhos em diferentes zonas, obtendo uma área maior para realizar o controle.

Utilizam também um filtro de luz para aumentar a confiabilidade do sistema, evitando falsas detecções causadas pelos raios solares, e também circuitos especiais para evitar



interferências com ondas de rádio frequência. São adequados para utilização em corredores. A Figura 43 apresenta alguns sensores com a tecnologia PIR:



Figura 43 - Sensores de presença com tecnologia PIR, com instalação no teto, parede e embutido, respectivamente.

b) Ultra-sônica

No caso da tecnologia ultra-sônica, é transmitida uma onda sonora que ao encontrar um corpo, retorna ao receptor do sensor com uma frequência diferente da original.

Esta frequência transmitida é alta e gerada por um cristal de quartzo, e não pode ser percebida pelos seres humanos.

A cobertura deste tipo de sensor não necessita de visão direta, podendo estar sensível através de divisórias e portas, porém deve ser instalado em local adequado para evitar detecções fora da área desejada.

A eficiência deste tipo de sensor pode ser alterada por fluxo de ar excessivo, presença de carpetes e materiais antiacústicos.

Este sensor pode ser utilizado em ambientes com pouco fluxo de ar, como banheiros, ou em salas onde o fluxo de ar esteja a mais de 1 metro de distância do sensor, sendo necessária a realização de testes antes da implementação do projeto. A Figura 44 apresenta um sensor de presença do tipo ultra-sônico:



Figura 44 - Sensor de presença com tecnologia ultra-sônica

c) Dual

Os sensores de presença com tecnologia dual são indicados para utilização em locais de permanência de pessoas. Eles combinam as tecnologias PIR e Ultra-sônica, de forma que detecta a presença de pessoas por emissão de calor do corpo humano e movimento.

Este tipo de sensor é mais confiável, pois aproveita as melhores características de cada tecnologia, proporcionando melhor controle de acionamento de cargas onde os sensores de apenas uma tecnologia poderiam apresentar falhas de detecção.

Esta tecnologia apresenta diferentes configurações de operação. Na operação em configuração padrão faz o acionamento da carga quando as duas tecnologias detectam a presença de corpos simultaneamente, mantém carga acionada enquanto pelo menos uma das tecnologias continue detectando presença, e somente desconecta a carga quando a área de operação é desocupada.

Dependendo das características da área a ser controlada, é possível alterar estas configurações. O tempo que as luzes permanecem acesas é ajustável de 30s a 30min após a última detecção, além de ser possível ajustar: nível de luz necessário e a sensibilidade de detecção ultra-sônica e dos raios infravermelhos.

O sensor dual é ideal para aplicação em salas e laboratórios, pois um fluxo de ar originado de um aparelho de ar condicionado ou ventilador poderia causar uma falsa detecção num sensor de tecnologia ultra-sônica, e um baixo índice de movimento na área poderia provocar o errôneo desligamento da iluminação através de um sensor de tecnologia PIR. Então, o sensor de tecnologia dual acionaria a iluminação quando as tecnologias PIR e ultra-sônica tivessem detectado simultaneamente a presença de pessoas, manteria a



iluminação acesa enquanto pelo menos uma tecnologia detectasse presença de pessoas e somente desligaria a iluminação quando ambas as tecnologias não detectassem mais a presença de nenhuma pessoa. Neste caso, o tempo de desligamento da iluminação na ausência de pessoas seria configurado para 30s.

Além disso, alguns sensores com tecnologia dual não permitem o acionamento do circuito de iluminação quando detectam iluminação natural suficiente pois possuem uma fotocélula integrada.

A Figura 45 apresenta um sensor com tecnologia dual e sua respectiva fonte de alimentação.



Figura 45 - Sensor de presença com tecnologia dual e respectiva fonte de alimentação.

A Figura 46 apresenta a área de cobertura do sensor dual, de lente padrão e de longo alcance.

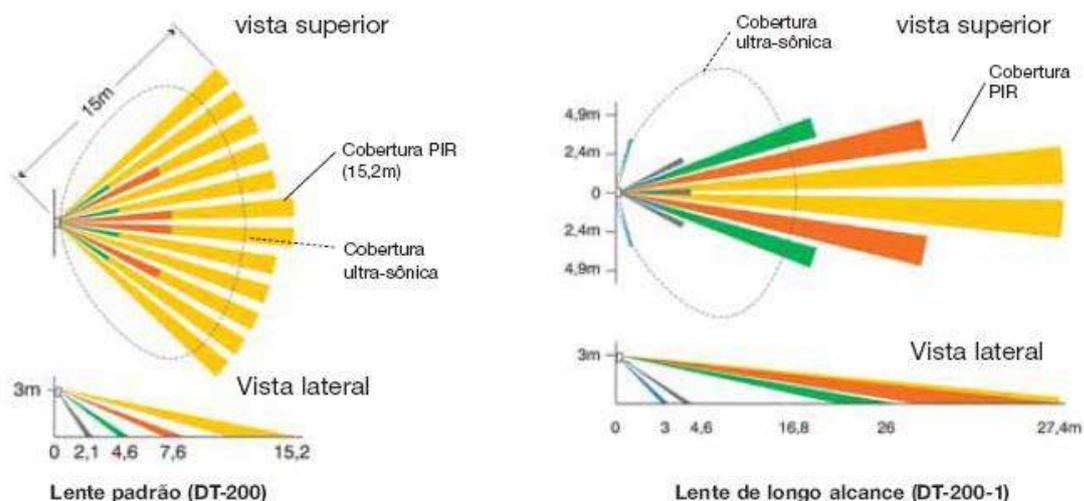


Figura 46 - Área de cobertura do sensor dual de lente padrão e de longo alcance.



A utilização de sensores de presença na iluminação de ambientes é uma boa alternativa para o uso racional de energia elétrica, que contribui com a diminuição do consumo de energia e consequentemente, diminuição na conta de energia da edificação.

Os sensores de presença e fotocélula independente possuem vida útil indeterminada, porém o fabricante assegura que existem aplicações há mais de dez anos atuando no mercado sem apresentar falhas nos sensores e fotocélulas, apresentando apenas a necessidade de substituição das fontes de alimentação.

Para o caso de eventuais falhas nos sensores ou em suas fontes de alimentação, é recomendável a implantação de um sistema de acionamento da iluminação em paralelo, composto por interruptores ou relé de pulso, dependendo da aplicação.

3.8. Iluminação Natural

A luz natural possui grande importância nos ambientes, não apenas por possibilitar a economia de energia, mas por proporcionar uma série de vantagens aos usuários:

- ✓ Confere senso de especialidade.
- ✓ Propicia vivacidade ao edifício.
- ✓ Propicia um bom ambiente visual, por ser a melhor reprodutora de cores.

A presença de aberturas também é importante por possibilitar o contato visual com o exterior e desta forma informar as condições adversas do mesmo.

É importante observar que, ao se falar em luz natural ou aproveitamento da iluminação natural, faz-se referência apenas a luz natural difusa, sem a presença da radiação direta.

Desta forma, o uso de elementos externos nas fachadas é sempre recomendado, pois propiciam proteção solar reduzindo a carga térmica interna, diminuindo o contraste de níveis de iluminância internos e externos.

Os brises são vantajosos também, pois direcionam luz natural difusa para o interior do edifício.



Analisando a configuração espacial, orientação solar e os elementos externos de proteção dos Edifícios do Hemocentro, nota-se potencial para o aproveitamento de iluminação natural nas áreas periféricas do mesmo.

Durante a visita notou-se que, apesar do potencial para aproveitamento da iluminação natural nas áreas periféricas, os ambientes apresentam acionamento inadequado das luminárias, pois não existe segmentação de circuitos para as luminárias próximas às janelas.

Assim, diante do potencial para aproveitamento da iluminação natural, sugerem-se algumas medidas para racionalização do sistema de iluminação artificial:

- ✓ Segmentar o sistema elétrico das luminárias próximas às janelas e disponibilizar interruptores para estas luminárias, permitindo que fiquem apagadas quando existir iluminação natural suficiente.
- ✓ Implantar sistemas de controle de iluminação com sensores de luminosidade e reatores eletrônicos dimerizáveis nas luminárias próximas às janelas.

Caso sejam adotados sensores de luminosidade e reatores eletrônicos dimerizáveis, o controle da iluminação artificial deve ser automático e gradual, conforme os níveis de iluminância provenientes da luz natural. Neste caso, o sistema de controle utiliza a iluminação natural disponível, mantendo a iluminância requerida para cada atividade no plano de trabalho constante.

Além dos sistemas de controle mencionados, estão disponíveis no mercado sistemas mais complexos, que integram todos os recursos citados a um sistema de gerenciamento predial. Esses sistemas permitem:

- ✓ Controle automático dos horários de acionamento / desligamento.
- ✓ Controle automático e individual das funções do ambiente.
- ✓ Criação de cenários apropriados para diversas situações de uso do ambiente, inclusive para economia de energia.
- ✓ Facilidade de operação.
- ✓ Controle dinâmico da iluminação.



3.9. Aspectos que Merecem Atenção

Nos corredores do Hemocentro foi possível constatar que todo o sistema de iluminação está ligado, e ausência de usuários, sendo necessário estudar as possibilidades da utilização de sensores de presença. A Figura 47 apresenta essa situação.



Figura 47 - Sistema de iluminação ligado e ausência de usuários nos corredores do Hemocentro.

3.9.1. Recomendações

- ✓ Segmentar os circuitos em grupos menores de luminárias, principalmente em ambientes amplos, dividindo-os por linhas de luminárias próximas e afastadas das janelas e de forma a criar pequenos grupos independentes de trabalho.
- ✓ Segmentar o sistema elétrico das luminárias próximas às janelas, permitindo que estas fiquem apagadas quando os níveis de iluminância forem aceitáveis.



- ✓ Disponibilizar aos usuários acesso aos interruptores a todas as salas que não o possuem ou sistemas de controle de iluminação por meio de sensores de presença.
- ✓ Alterar o layout das estações de trabalho de modo que as telas dos computadores fiquem sempre que possível em posição lateral às janelas, evitando-se ofuscamentos nestas áreas de trabalho, permitindo a utilização da iluminação natural.
- ✓ Adotar programas para conscientização e educação dos funcionários sobre a importância de se conservar energia e de que forma podem-se evitar desperdícios.

3.10. Sistema de Climatização

O Hemocentro utiliza um sistema central de ar condicionado, composto de dois *chillers* resfriados a ar, para climatizar todo o edifício em torno de 23°C. Entretanto, essa temperatura não é suficiente em alguns setores que exigem uma temperatura mais baixa para poder manipular os componentes sanguíneos sem alterar suas propriedades. Assim, existem sistemas auxiliares, compostos de *fan-coil* e *self-contained*, para atender essa demanda. Há, também, salas onde existe um grande fluxo de pessoas e enfermarias que necessitam de uma carga maior de ar refrigerado para manter o conforto ambiental. Nesses casos, o sistema central é auxiliado por unidades de ar condicionado tipo *split* e tipo *janela*, sendo que estes estão sendo substituídos gradativamente pelas unidades *splits*, segundo informou a Coordenação do Hemocentro. Existem ainda, salas de tratamento de doenças contagiosas, onde o ar respirado pode não estar adequado ao ser humano. Neste caso, é necessário que um exaustor retire esse ar “contaminado” para evitar uma possível proliferação de doenças. Assim, o sistema central não é suficiente para suprir a necessidade de climatização desses ambientes, sendo necessário o auxílio das unidades *split*. O levantamento realizado, demonstra que a maior parte da demanda e do consumo de energia elétrica do Hemocentro se refere à climatização ambiental.



Sugere-se que quando novas aquisições de sistemas unitários forem realizadas que o aspecto selo energético seja considerado e sejam adquiridos apenas equipamentos de nível A.

Na Figura 48, pode-se observar a medição realizada no sistema de climatização central e constata-se um comportamento estável e adequado para este tipo de sistema.

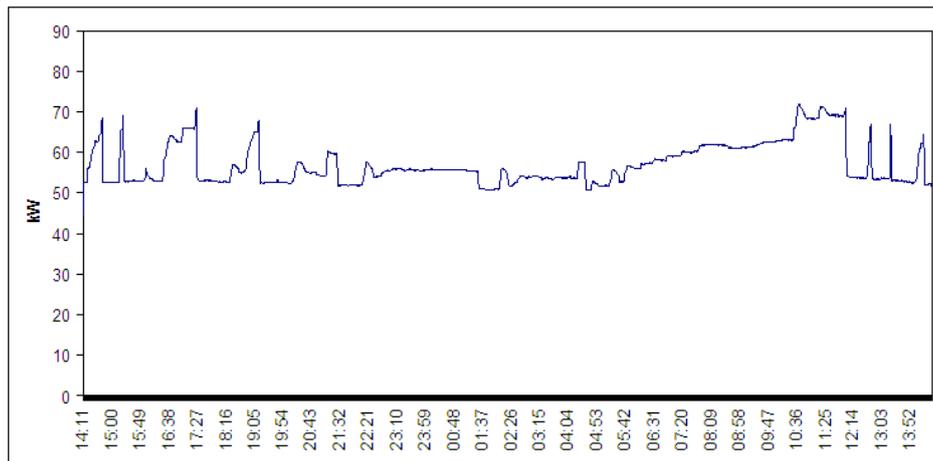


Figura 48 - Curva de carga do chiller "A" do sistema central de climatização.

3.10.1. Recomendações

- ✓ Aquisição de novos equipamentos unitários (tipo split) com selo A do Procel.
- ✓ Readequação do sistema central para adequar a capacidade do sistema para atender as demandas da edificação adotando-se um sistema central com COP mínimo de 5,1.



3.11. SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

Verificou-se no hemocentro a existência de mais de 150 unidades de refrigeração com temperaturas de controle variando de +8°C a -85°C com capacidades de armazenamento e de consumo de energia também diversas. Estas unidades estão distribuídas pelos diversos setores do Hemocentro. Constatou-se também que a vida útil das unidades é bem diversa, sendo o uso final de maior importância para o Hemocentro. Na Figura 49 pode-se observar uma curva típica de demanda dos sistemas de refrigeração instalados no Hemocentro. Pode-se observar a flutuação da demanda ao longo do dia devido às aberturas frequentes para retirada e armazenamento dos materiais utilizados no Hemocentro e que necessitam manutenção rigorosa de sua temperatura para efeito de conservação de suas propriedades.

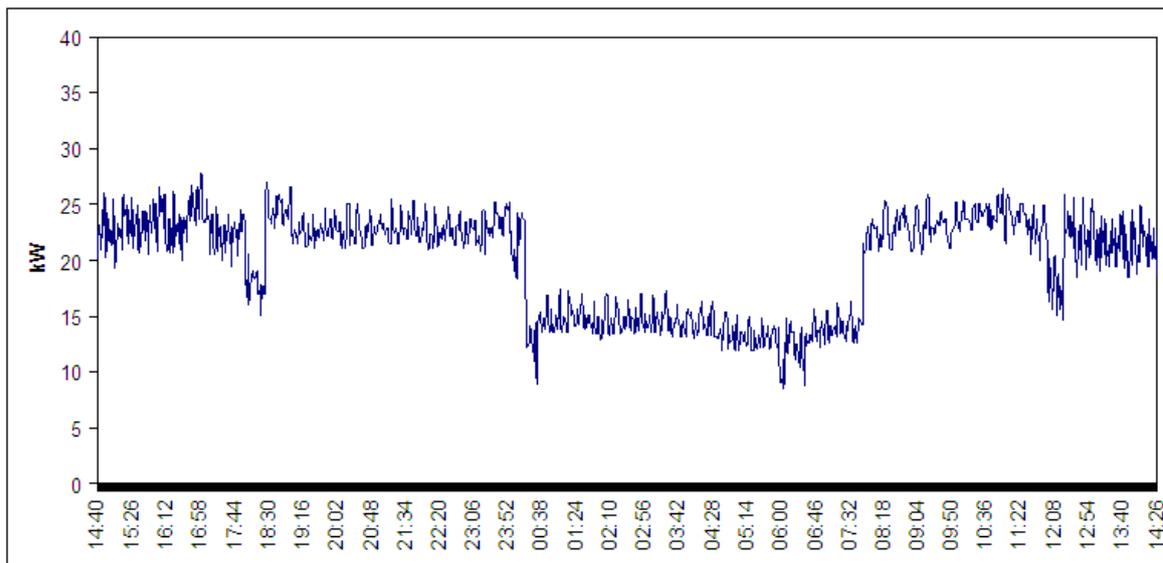


Figura 49 - Demanda das câmaras frigoríficas de sangue Hemocentro.

3.11.1. Recomendações

- ✓ Retrofit progressivo das unidades condensadoras.



3.12. Sistemas Motrizes

Há mais de uma década os fabricantes de motores elétricos desenvolvem equipamentos mais eficientes, de forma que, além de fabricarem motores do tipo padrão, apresenta também uma linha de produtos denominada alto rendimento.

Aumentando os custos de fabricação, foi possível desenvolver equipamentos mais eficientes (diminuindo as perdas no motor elétrico), de forma que, um motor de alto rendimento gasta menos energia elétrica do que um motor do tipo padrão, para a mesma aplicação industrial, desde que bem dimensionado à carga.

Desta forma, o custo adicional de aquisição é compensado pelo menor custo operacional, sendo que, em muitos casos, o Tempo de Retorno do Investimento possui valor atrativo, considerando que um motor pode durar mais de 12 anos.

A Figura 50 apresenta uma comparação entre motores do tipo padrão e alto rendimento.

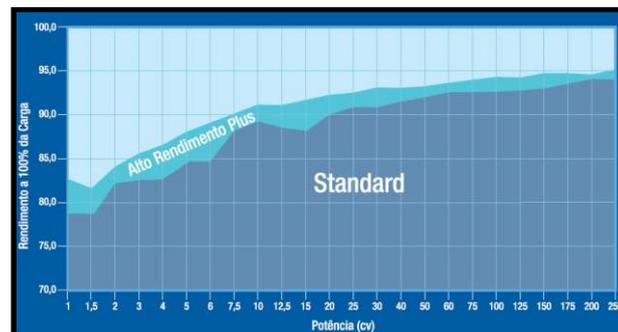


Figura 50 - Comparação entre motores do tipo padrão e alto rendimento

Uma das causas mais comuns de operação ineficiente é o superdimensionamento de motores elétricos. Os motivos mais frequentes para essa ocorrência são:

- Desconhecimento das características da carga.
- Desconhecimento de métodos para dimensionamento adequado.
- Expectativa de aumento de carga.
- Não especificação de fator de serviço maior que 1 para motores que trabalham esporadicamente sobrecarregados.
- Aplicação de sucessivos fatores de segurança.



3.13. Motor de Alto Rendimento

Os motores da linha de alto rendimento lançados no mercado interno pelos maiores fabricantes nacionais de motores elétricos são, em média, 35 a 50 % mais caros que os da linha padrão, fato este que deve ser considerado no estudo de viabilidade para a substituição de tecnologias.

Estudos mostram que, quando comparado ao motor padrão, o motor de alto rendimento pode apresentar um rendimento superior, da ordem de 2 a 6 %, sendo este aumento devido a menor quantidade de perdas, para a mesma potência mecânica.

A decisão em se escolher motores mais caros com custos de operação mais baixos e motores mais baratos com maior consumo de energia pode ser baseado em um critério financeiro de retorno do capital. Este critério, considera como principal parâmetro, o número de horas por ano de funcionamento do motor.

Porém, deve-se salientar que não existe vantagem nenhuma na utilização de um motor de alto rendimento e acoplá-lo a um equipamento ineficiente ou trabalhar sobredimensionado, provocando maiores gastos com energia, tendência esta muito comum, propositalmente ou por desconhecimento, sob a alegação de se manter uma potência reserva que poderia aumentar a confiabilidade do acionamento.

Verificou-se no Hemocentro a existência de motores para acionamento de elevadores.

3.13.1. Recomendações

- ✓ Substituição gradativa por motores de alto rendimento, corretamente dimensionados.
- ✓ Aquisição de equipamentos com motores de alto rendimento.
- ✓ Realização permanente de serviços de manutenção.
- ✓ Observação dos aspectos de qualidade de energia e das instalações elétricas para o bom funcionamento dos motores.



3.14. Sistemas de Bombeamento

Geralmente, os acionamentos das bombas são feitos por motores elétricos de indução. A explicação para o uso deste tipo de motor está na sua construção robusta, onde não há o uso de escovas, sendo indicados para sistemas de acionamento contínuo.

Dentre os fatores que contribuem para o custo de energia elétrica em sistemas de bombeamento, podem-se destacar:

- Ultrapassagem da demanda contratada.
- Baixo fator de potência.
- Consumo elevado em horários de ponta.
- Equipamentos antigos, nos quais ocorre dificuldade de manutenção e adaptação às normas tecnológicas atuais.
- Baixo rendimento das instalações de bombeamento, ocasionando maior consumo de energia elétrica.

A bomba é um dispositivo que tem a função de transformar a energia mecânica no seu eixo em energia hidráulica cedida ao fluído. Como em todo processo de transformação energética existem perdas, o rendimento da bomba pode ser determinado pela relação entre a potência mecânica, fornecida a bomba pelo motor, e a potência hidráulica cedida ao fluído.

A Figura 51 apresenta a curva de rendimento em função da vazão da bomba.

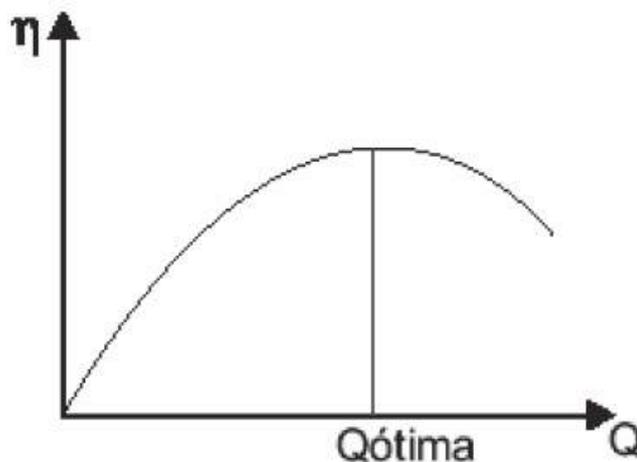


Figura 51 - Curva de rendimento em função da vazão

Assim, nota-se a ocorrência de um rendimento máximo, a partir do qual o aumento da vazão decresce o rendimento, ou seja, a partir deste ponto a energia mecânica cedida à bomba é cada vez menos transformada em energia hidráulica e as perdas aumentam.

Verificou-se a existência de uma sirterna para armazenamento de água que abastece o hemocentro. Além disso, detectamos uma central de água quente desativada com a intenção de ativação em curto espaço de tempo.

3.14.1. Recomendações

- ✓ Aquisição de conjunto moto-bomba de alto rendimento.



3.15. ESTUDO TARIFÁRIO

3.15.1. Estrutura Tarifária

GRUPO A

a) Tarifa Convencional

Aplicada em unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV, sempre que a demanda contratada for inferior a 300 kW e inexistência de opção pela estrutura horo-sazonal. A tarifa convencional segue os seguintes critérios:

Demanda [kW]: Preço único.

Energia [kWh]: Preço único.

a) Tarifa Horo-Sazonal Verde

Aplicada em unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV, com demanda igual ou maior que 300 kW. A tarifa horo-sazonal verde segue os seguintes critérios:

Demanda [kW]: preço único.

Energia [kWh]: preço para ponta em período úmido; preço para ponta em período seco; preço para fora de ponta em período úmido; preço para fora de ponta em período seco.

b) Tarifa Horo-Sazonal Azul

Aplicada às unidades consumidoras atendidas em tensão igual ou superior a 69 kV. Aplicada também às unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV, com demanda igual ou superior a 300 kW. A tarifa horo-sazonal azul segue os seguintes critérios:



Demanda [kW]: preço para ponta; preço para fora de ponta.

Energia [kWh]: preço para ponta em período úmido; preço para ponta em período seco; preço para fora de ponta em período úmido; preço para fora de ponta em período seco.

GRUPO B

a) Baixa Tensão

Energia [kWh]: preço único.

3.15.2. Avaliação

Atualmente, o Hemocentro do Rio de Janeiro é alimentado em Média Tensão e a tarifa aplicada é a Horossazonal Verde, sendo que sua fatura de energia elétrica é composta pela demanda e pelos consumos de ponta e fora de ponta, as suas respectivas tarifas e impostos.

A Figura 52 apresenta o histórico de demanda do Hemocentro. Nota-se que não tivemos acesso às faturas de energia de fevereiro e setembro de 2011.

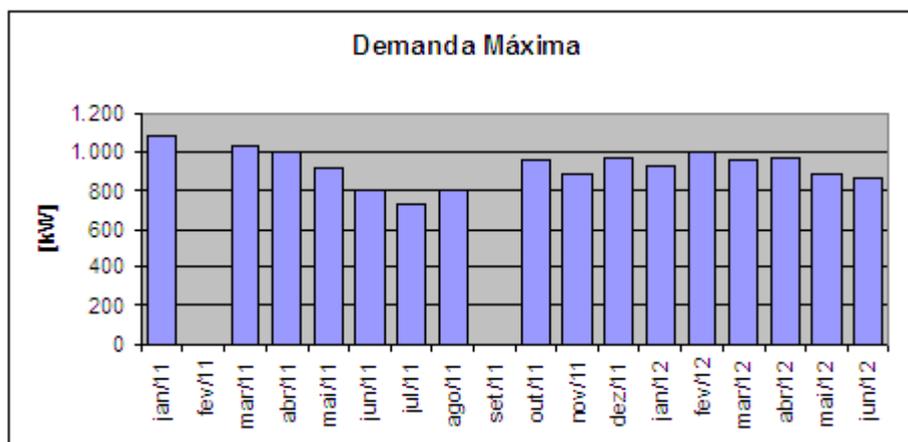


Figura 52 - Histórico do demanda de energia elétrica do Hemocentro.



A Figura 53 apresenta o histórico de consumo do Hemocentro.

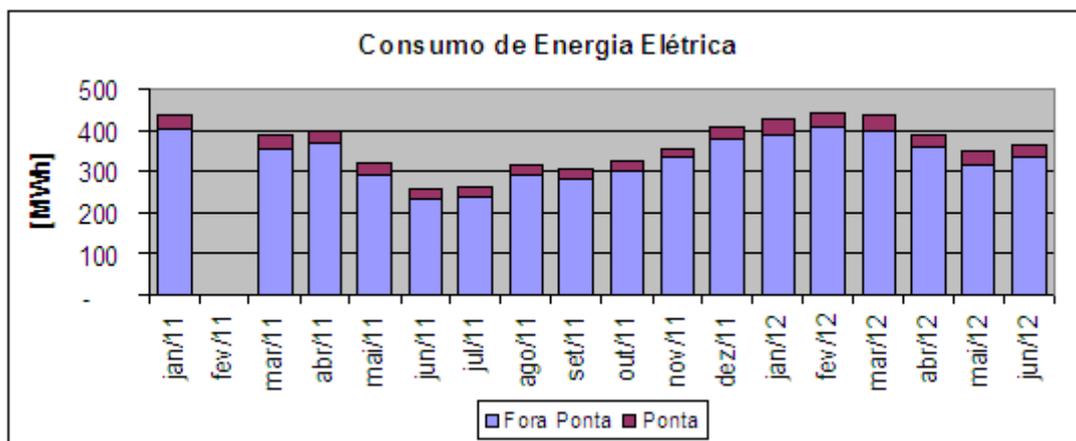


Figura 53 - Histórico do consumo de energia elétrica do Hemocentro.

3.15.3. Recomendações

- ✓ Avaliar a possibilidade de alteração do valor da demanda contratada devido à ampliação em processo dentro do Hemocentro.

3.16. Qualidade de Energia Elétrica

Em todas as áreas, muito se discute sobre qualidade de energia elétrica.

Esta pode ser definida em função de quatro perturbações elétricas em um sinal de tensão ou de corrente, em uma instalação elétrica:

- ✓ Perturbações na amplitude da tensão.
- ✓ Perturbações na frequência do sinal.
- ✓ Desequilíbrios de tensão ou de corrente em sistemas trifásicos.
- ✓ Perturbações na forma de onda do sinal.

Para a concessionária, é muito importante a ausência de variações de tensão, bem como de desligamentos.



Para o consumidor, a qualidade de energia elétrica está relacionada à ausência relativa de variações de tensão no ponto de entrega de energia.

Muitas vezes, as perturbações podem ser causadas pelo próprio consumidor, por meio da utilização de equipamentos com tecnologia moderna ou por cargas não lineares, que possuem funcionamento baseado em eletrônica de potência.

A partir da década de 90, com o aumento da utilização de equipamentos eletrônicos nos setores residencial, comercial e industrial, a situação tornou-se ainda mais grave.

Na medida em que estes equipamentos exigem uma rede elétrica de boa qualidade para seu correto funcionamento, também são os principais causadores de perturbações.

3.16.1. Perturbações Elétricas

A variação na amplitude da tensão ocorre quando sobre um sinal senoidal produz-se:

- Afundamentos ou elevações momentâneas de tensão.
- Sobretensão e subtensão.
- Interrupções de tensão.
- Flutuações de tensão.
- Cintilações.

Afundamentos de tensão, ou “sags”, são caracterizados por uma diminuição no valor da amplitude, de forma brusca, entre 0,1 a 0,9 p.u., restabelecendo-se após um curto período de tempo.

Em alguns países, tem-se buscado melhorar o fornecimento de energia, através de programas essenciais para a redução do número e duração de interrupções sofridas pelos consumidores.



O tempo de afundamento de tensão está compreendido entre 0,5 e 30 ciclos e pode ser ocasionado por elevações bruscas de corrente, seja por curto circuito, partida de motores de grande porte ou comutação de cargas com elevada potência.

Equipamentos modernos utilizados em instalações industriais são extremamente sensíveis aos afundamentos de tensão, uma vez que podem deixar de exercer corretamente suas funções.

As elevações momentâneas de tensão são de curta duração e apresentam um forte amortecimento em sua forma de onda. São causadas pela comutação de bancos de capacitores, conexões e desconexões de equipamentos, operação de retificadores controlados, variadores de velocidade, atuação de dispositivos de proteção, descargas atmosféricas, entre outros.

Para ser considerada elevação momentânea de tensão, o valor da sobretensão transitória, ou “swell”, deve estar na faixa de 1,1 a 1,8 p.u.

Dentro de certos limites, os equipamentos de uso final podem suportar impulsos transitórios de tensão, porém, dependendo da intensidade e quantidade dos eventos, sua vida útil pode ser afetada.

Equipamentos com eletrônica de potência e fontes de alimentação de computadores são bem mais sensíveis que o motor, podendo ser danificados em sua totalidade.

A sobretensão pode ser definida como sendo uma perturbação com valor eficaz superior ao valor de tensão nominal (10%) e pode ser de curta ou longa duração.

Muitas vezes, as de curta duração possuem intensidade bem superior às de longa duração.

A sobretensão pode ocorrer devido à entrada em operação de grupos geradores ou rejeição de cargas com elevada potência.

Já os desequilíbrios de tensão são produzidos devido à existência de diferenças significativas entre valores eficazes das tensões ou correntes presentes em um sistema trifásico.



Geralmente, tal ocorrência pode ser devido à abertura de uma das fases do sistema de alimentação trifásico, bem como cargas monofásicas desigualmente distribuídas.

Observa-se que a presença de tensões ligeiramente desbalanceadas pode provocar alterações nas características de desempenho de equipamentos de uso final.

Por exemplo, para o motor elétrico, devido aos desequilíbrios de tensão, este pode sofrer acréscimo das perdas e desequilíbrio das correntes de linha, redução dos valores de conjugado, redução do rendimento e aumento dos níveis de ruído e vibração, podendo ser considerado uma das causas da queima deste tipo de máquina.

Sendo assim, é importante a determinação do valor do Grau de Desequilíbrio de Tensão (GDT), um dos fatores relacionados à qualidade da tensão da rede elétrica, fornecida pela concessionária. Este valor não deve ser maior do que 1%.

Na prática, o grau de desequilíbrio de tensão pode ser calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Desequilíbrio de tensão} = \frac{\text{Máximo valor da tensão} - \text{Valor médio das tensões}}{\text{Valor médio das tensões}} \cdot 100$$

A Figura 54 apresenta as tensões medidas no disjuntor geral do transformador “C”. Valores encontram-se dentro dos limites permitidos.

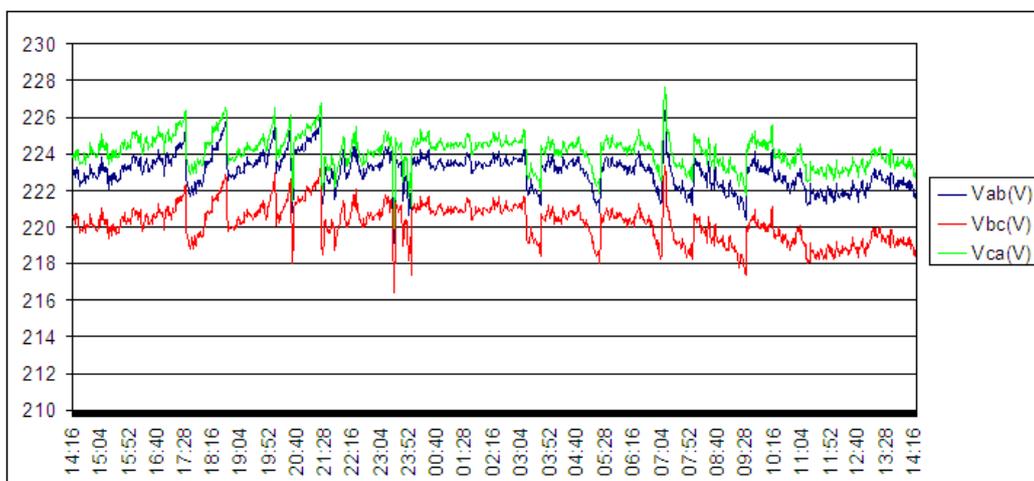




Figura 54 - Medição no barramento principal do Hemocentro – Tensões AB, BC e CA



O valor das tensões medidas na saída do transformador “C” do Hemocentro do Rio de Janeiro, resultou no valor do Grau de Desequilíbrio de Tensão de 0,92%, de forma que se considera um sistema equilibrado.

A Figura 55 apresenta as correntes medidas no disjuntor geral que alimenta os Laboratórios do Ciclo do Sangue e do Setor de Hemoterapia. Nota-se os desequilíbrios entre fases, durante o período de maior consumo, devido às cargas monofásicas não uniformemente distribuídas.

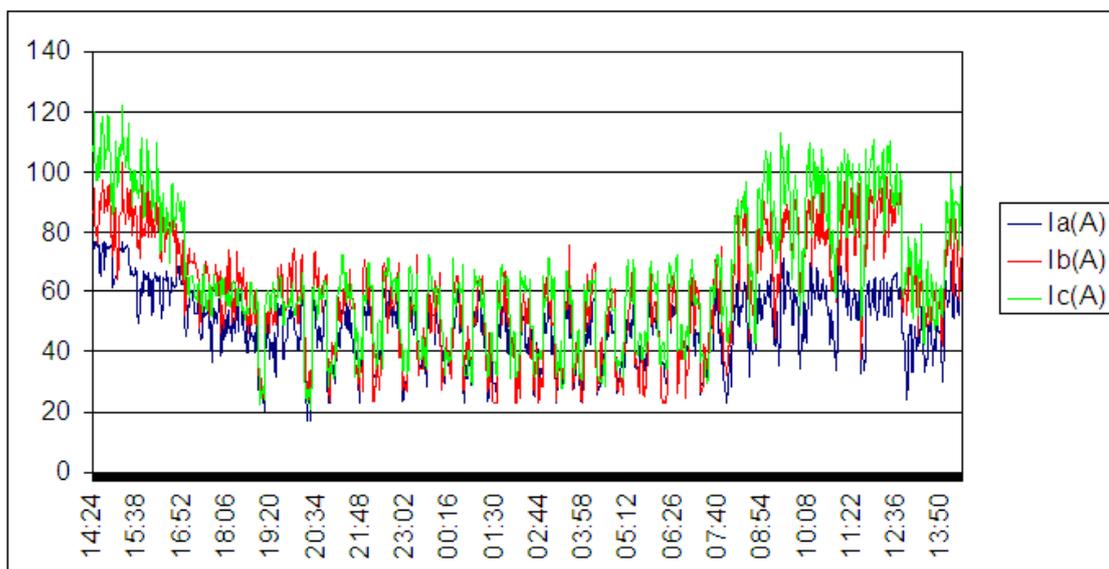


Figura 55 - Medição dos Laboratórios localizados no 2º andar – Correntes A, B e C.

3.16.2. Harmônicos

Os harmônicos também foram analisados neste estudo.

As perturbações ocasionadas por harmônicos tornaram-se importantes na década de 80, quando se iniciou a substituição de equipamentos elétricos e eletromecânicos por equipamentos eletrônicos.

As cargas chamadas lineares, como motores elétricos e iluminação incandescente, possuem corrente proporcional a tensão, ou seja, senoidais, mesmo estando defasadas ou não, em função de sua natureza: resistiva, indutiva ou capacitiva.



Nas cargas não lineares, essa proporcionalidade não existe, pois se pode conduzir corrente durante apenas uma parte do ciclo, e mesmo que a tensão seja senoidal, a corrente não será.

As correntes harmônicas são responsáveis por elevar a temperatura dos condutores, dos rotores de motores elétricos, e também provocarem sobretensões em locais onde estão instalados capacitores, através do efeito de ressonância.

Estas correntes geradas são somadas vetorialmente com as correntes originadas pelas cargas residenciais, industriais, entre outras, que lentamente estão adquirindo valores significativos, devido à utilização cada vez maior de equipamentos eletrônicos.

Chama-se ordem de um harmônico, um número inteiro obtido pelo quociente da frequência desse harmônico, pela frequência da componente fundamental:

$$h = \frac{f_h}{f_1}$$

Onde:

h = ordem harmônica.

f_h = frequência harmônica de ordem h [Hz].

f_1 = frequência da fundamental [Hz].

Os harmônicos podem ser classificados segundo a sua ordem e frequência conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos harmônicos de acordo com sua ordem e frequência.

Ordem	Frequência [Hz]
1	60
2	120
3	180
4	240
5	300
6	360
h	h.60



A situação desejada seria aquela com a existência de somente o harmônico de ordem 1, com 60 Hz, chamado de fundamental.

Pode-se observar a existência de harmônicos de ordem ímpares, encontradas em instalações elétricas em geral, e de ordem pares, encontradas somente em casos de assimetrias.

As seqüências podem ser positiva, negativa ou nula. No caso de motores elétricos, os harmônicos de seqüência positiva superiores a fundamental, tendem a girá-lo em velocidade superior à nominal, provocando aquecimento devido à sobrecorrentes, reduzindo sua vida útil. As de seqüência negativa tendem a girá-lo no sentido inverso ao do campo girante provocado pela fundamental, produzindo ação de frenagem, reduzindo o conjugado e provocando também aquecimentos indesejáveis. Os harmônicos de seqüência zero somam-se de forma algébrica em circuitos com a presença de condutor neutro, provocando correntes elevadas, algumas vezes superiores aos valores das correntes de fase.

Os harmônicos são expressos em termos de seu valor eficaz, pois o aquecimento produzido pela onda distorcida está relacionado ao mesmo.

O desenvolvimento da eletrônica de potência trouxe novas possibilidades de utilização de máquinas elétricas, sendo possível com essa tecnologia, controlar com precisão o fluxo de energia elétrica, aumentando o desempenho eletromecânico de motores, tornando-se uma opção eficiente em termos de conservação de energia.

Porém, os harmônicos gerados na tensão de alimentação, afetam a dinâmica de magnetização do núcleo das máquinas, provocando o aumento das perdas magnéticas.

Harmônicos de quinta ordem produzem um conjugado de sentido oposto ao de rotação do motor, reduzindo o conjugado resultante e a capacidade de acionamento da carga mecânica. Neste caso, ocorre um acréscimo na corrente de alimentação, podendo ocasionar a queima do motor, uma vez que o aumento das perdas Joule no estator



provoca a estabilização da temperatura em um valor superior a classe térmica do enrolamento.

A Figura 56 apresenta os valores dos harmônicos de tensão medidos no barramento principal Hemocentro. Valores encontram-se dentro dos limites permitidos.

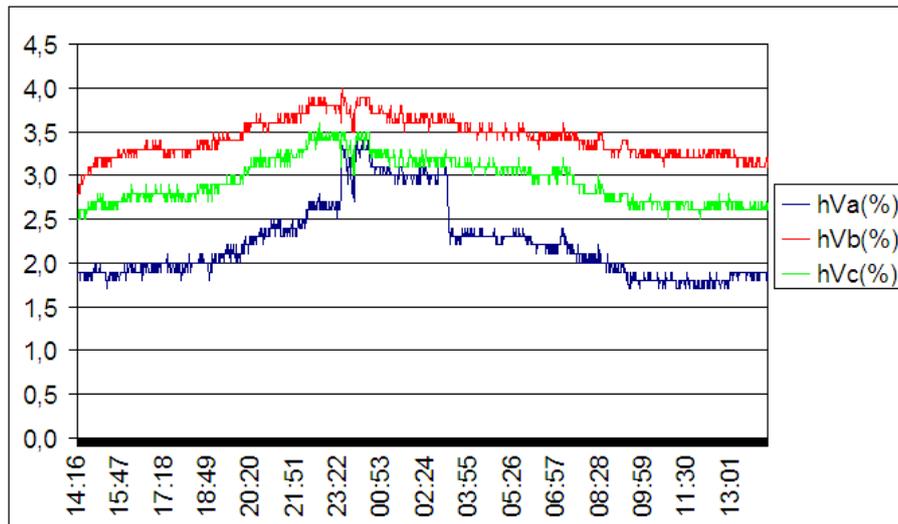


Figura 56 - Medição no barramento principal – Harmônicos de tensão.

Neste caso, em nenhum momento os valores ultrapassaram 5%, de forma que o Hemocentro não possui problemas de qualidade de energia relacionados aos harmônicos.

Não foi possível ser feito uma medição do quadro geral devido a disposição dos transformadores. Mas existe um banco de capacitores que corrige todo o sistema e não as cargas específicas como foi medido. Pelas faturas, verifica-se que o hemocentro praticamente não tem problemas com fator de potência.

3.17. Fator de Potência

O Fator de Potência (FP) de um sistema elétrico qualquer, que está operando em corrente alternada, é definido pela razão da potência real ou potência ativa pela potência total ou potência aparente.

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL 414/2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, o fator de potência da unidade consumidora,



para efeito de faturamento, deve ser verificado pela distribuidora por meio de medição permanente, de forma obrigatória para clientes do Grupo A. De acordo com a Resolução, o fator de potência de referência, indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido, para as unidades consumidoras, o valor de 0,92.

3.17.1. Recomendações

- ✓ Atentar para os desequilíbrios de corrente nos painéis elétricos do Hemocentro, procurando sempre manter as correntes de fase equilibradas (melhor distribuição de cargas).
- ✓ Utilização de equipamentos eletrônicos com fator de potência dentro dos limites normalizados ($> 0,92$).

3.18. Considerações Finais

As instalações do Hemocentro encontram-se em bom estado de conservação, sendo que durante as visitas constatou-se a preocupação com a manutenção de painéis elétricos, bem como de equipamentos em geral, mantendo-se um bom nível de atendimento aos usuários.

Foram realizadas 4 medições utilizando-se equipamentos analisadores de energia instalados em pontos importantes do sistema elétrico do Hemocentro.

Foi possível também, desenvolver um modelo virtual da edificação utilizando-se o software de simulação EnergyPlus, onde foram simuladas as seguintes estratégias visando a redução do consumo de energia:

- Estratégia 1 (EST_01): Modificação da temperatura de controle dos sistemas de climatização de 23°C para 25°C.
- Estratégia 2 (EST_02): Retrofit dos sistemas de climatização para equipamentos com selo PROCEL A.



- Estratégia 3 (EST_03): Retrofit do sistemas de refrigeração com aumento médio da eficiência dos equipamentos de 10%.
- Estratégia 4 (EST_04): Retrofit do sistema de central climatização.
- Estratégia 5 (EST_05): aplicação das estratégias 1, 2, 3 e 4.

Verificou-se também a necessidade de segmentar os circuitos em grupos menores de luminárias, principalmente em ambientes amplos, bem como segmentar o sistema elétrico das luminárias próximas às janelas permitindo que estas fiquem apagadas quando os níveis de iluminância forem aceitáveis.

Quanto aos sistemas de climatização, recomenda-se que quando novas aquisições forem realizadas, que o aspecto selo energético seja considerado e sejam adquiridos apenas equipamentos nível A.

No tocante aos sistemas de refrigeração, observa-se a flutuação da demanda ao longo do dia devido às aberturas frequentes para retirada e armazenamento dos materiais utilizados no Hemocentro e que necessitam manutenção rigorosa de sua temperatura para efeito de conservação de suas propriedades. Recomenda-se o retrofit progressivo das unidades condensadoras.

Para os motores e bombas, recomenda-se a substituição gradativa dos mesmos por equipamentos do tipo alto rendimento. Podem ser observados também aspectos de qualidade de energia elétrica para o bom funcionamento dos motores.

Quanto ao estudo tarifário, atualmente o Hemocentro é tarifado em Média Tensão Horo Sazonal Verde. Recomenda-se avaliar a possibilidade de alteração da demanada devido a ampliação em suas instalações.

Para os aspectos de qualidade de energia elétrica, recomenda-se atentar para os desequilíbrios de corrente nos painéis elétricos, procurando sempre manter as correntes de fase equilibradas (melhor distribuição de cargas). Recomenda-se também a utilização de equipamentos eletrônicos com fator de potência dentro dos limites normalizados (> 0,92).



REFERÊNCIAS

- Air Conditioning And Refrigeration Center, Mechanical Engineering, University Of Illinois. [Http://Acrc.Me.Uiuc.Edu](http://Acrc.Me.Uiuc.Edu). 2010.
- American Council For An Energy Efficient Economy, Washington, D.C. [Http://Www.Aceee.Org](http://Www.Aceee.Org).
- American Society Of Heating, Refrigerating, And Air Conditioning Engineers (Ashrae), Atlanta, Georgia. [Http://Www.Ashrae.Org](http://Www.Ashrae.Org).
- Ashrae Handbook Hvac Systems And Equipment, Ashrae Inc., Atlanta, Ga, 1996.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. Nbr 17094-1: Máquinas Elétricas Girantes - Motores De Indução – Parte 1: Trifásicos. Rio De Janeiro, 2008.
- Bd Motor. Software Para Viabilização Energética. Rio De Janeiro. 2003.
- Eficiência Energética Em Sistemas De Bombeamento. Rio De Janeiro: Eletrobrás, 2005. 272p.
- Eficiência Energética Em Sistemas De Refrigeração Industrial E Comercial. Rio De Janeiro: Eletrobrás, 2005. 316p.
- Eletrobrás. Conservação De Energia: Eficiência Energética De Instalações E Equipamentos. 2. Ed. Itajubá: Unifei, 2003. P. 349-376.
- Instituto Nacional De Eficiência Energética. 2010. [Http://Www.Inee.Org.Br](http://Www.Inee.Org.Br)
- International Performance Measurement And Verification Protocol. Concepts And Options For Determining Energy Savings. Efficiency Valuation Organization, 2009.
- Krause, C.B. Et Al. Manual De Prédios Eficientes Em Energia Elétrica. Rio De Janeiro: Eletrobrás/Procel, 2002.
- Ksb Bombas. 2010. Www.Ksb.Com.Br
- Lobosco, O. S., Dias, L. P. C. Seleção E Aplicação De Motores Elétricos. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1988. 356p.



Macintyre, A. J. Bombas E Instalações De Bombeamento, Rio De Janeiro: Editora Guanabara, 1987.

Magalhães, L. C. Orientações Gerais Para Conservação De Energia Em Prédios Públicos. Rio De Janeiro: Eletrobras; Procel, 2001.

Manual De Iluminação Eficiente. Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica. 2002. [Www.Procelinfo.Com.Br](http://www.procelinfo.com.br)

Manual Para Elaboração Do Programa De Eficiência Energética. In: Agência Nacional De Energia Elétrica. Eficiência Energética. 2008. [Http://Www.Aneel.Gov.Br](http://www.aneel.gov.br)

Mark Iv Plus. Ferramenta Para Diagnóstico E Gestão Energética. Rio De Janeiro: Procel, 2008.

National Association Of Energy Service Companies (Naesco), Washington, D.C. [Http://Www.Naesco.Org](http://www.naesco.org)

Protocolo Internacional Para Medição E Verificação De Performance. Instituto Nacional De Eficiência Energética. Rio De Janeiro, 2007.

Puccini, A. L. Matemática Financeira. Objetiva E Aplicada. São Paulo: Saraiva, 1999.

Regulamentação Para Etiquetagem Voluntária Do Nível De Eficiência Energética De Edifícios Comerciais, De Serviços E Públicos. Procel Edifica. Rio De Janeiro: Eletrobrás, 2008.

Rms Equipamentos Para Medição. [Http://Www.Rms.Ind.Br](http://www.rms.ind.br)

Saidel Et Al. Energy Actions To Sustainable Campus: The Brazilian Case Of University Of São Paulo - Gothenburg, 2010. P. 1-9.

Saidel, M. A. ; Ramos, M. C. E. S. ; Alves, S. S. Assessment And Optimization Of Induction Electric Motors Aiming Energy Efficiency In Industrial Applications. In: Xix International Conference On Electrical Machines – Roma, 2010.

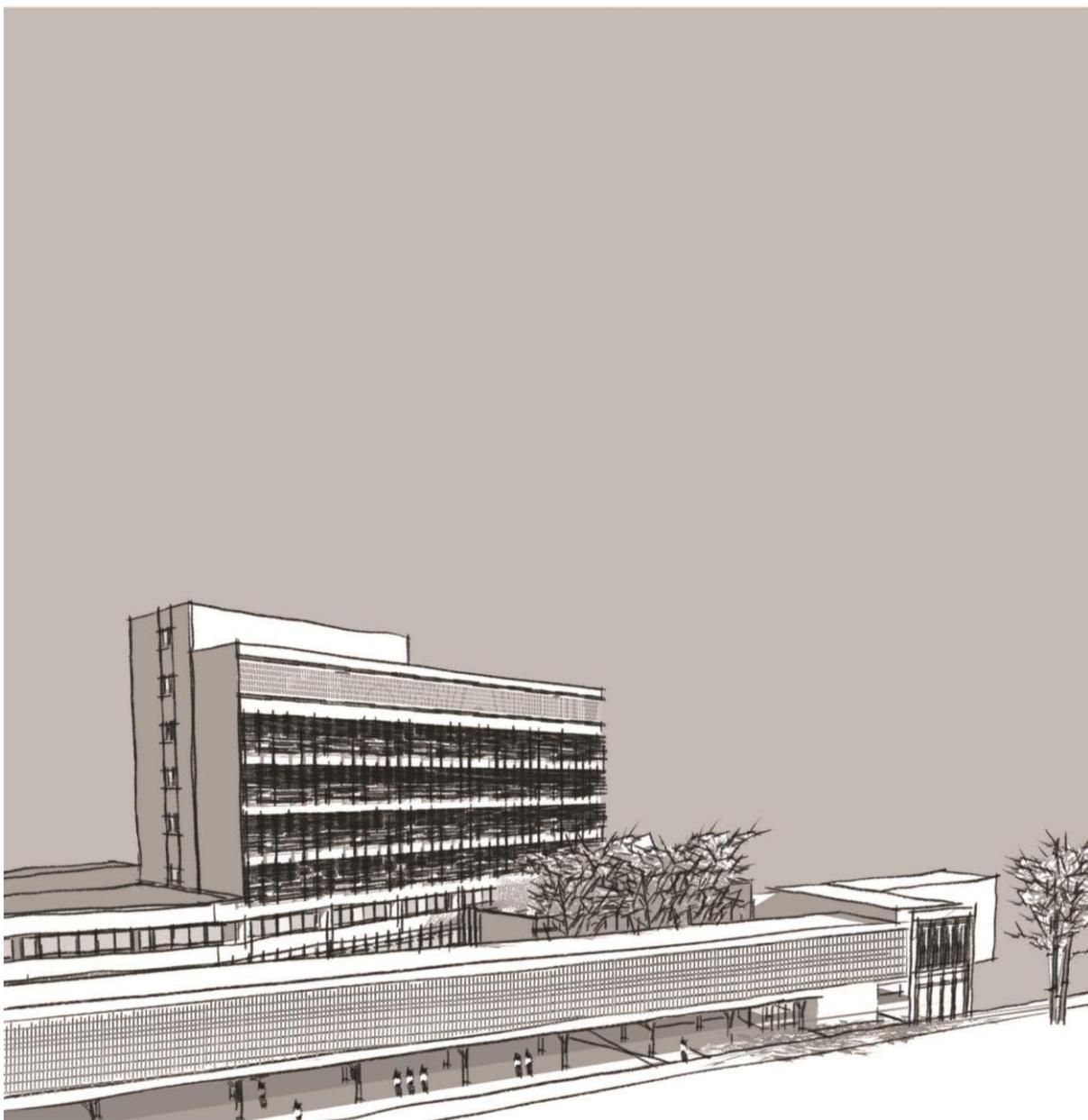


Saidel, M. A. Jannuzzi, G. M., Haddad, J., Poole, A. 2007. Avaliação Dos Programas De Eficiência Energética Das Concessionárias De Distribuição De Eletricidade E Sugestões Para A Revisão Da Sua Regulamentação. Brasília: Banco Mundial E Aneel.

Saidel, M. A., Lapa, C. Importância Da Medição De Energia Para A Eficiência Energética -- São Paulo : Lumière, 2010. P. 64-72.

Springer Carrier. 2010. [Http://Www.Springer.Com.Br](http://www.springer.com.br)

Stoecker,W. F., Jones, J. W. Refrigeração E Ar Condicionado, Editora Mcgraw-Hill Do Brasil, 1985.



IV - DIRETRIZES PARA INTERVENÇÃO



4.1. DIRETRIZES DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA

A Avaliação Ambiental Integrada realizada deu origem a um Diagnóstico consubstanciado dos elementos avaliados. E deste diagnóstico é possível extrair Diretrizes pautadas na avaliação dos aspectos funcionais e humanizadores avaliados *in loco*. Tendo como base essas Diretrizes, foram realizadas propostas de intervenção para a Reabilitação Sustentável do Hemorio.

4.1.1. Diretrizes Ambientais da Avaliação Pós-Ocupação

Da análise dos resultados da Avaliação Pós-Ocupação – APO são obtidas diretrizes gerais para o edifício Hemocentro do Rio de Janeiro, que foram divididas nos aspectos térmico, luminoso, sonoro e ambiental.

Térmico:

- Reduzir os ganhos de carga térmica pelas fachadas, com proteções solares adequadas às orientações (estudos de ângulo de incidência solar)
- Reduzir os ganhos de carga térmica por meio da redução da área de vidro e especificação segundo o Fator Solar e Fator de Luz Visível;
- Reduzir os ganhos de carga térmica através da cobertura (alteração de materiais, vegetação, cores claras);
- Promover o resfriamento evaporativo (água e/ou vegetação)
- Buscar, sempre que possível, o aproveitamento da ventilação natural;
- Buscar a uniformidade dos níveis de temperatura e umidade do ar nos ambientes condicionados artificialmente por meio do Retrofit dos equipamentos atuais (que estejam obsoletos ou defasados) tendo em vista os níveis de conforto estabelecidos nas normas que regem o assunto;

Luminoso:

- Melhorar a uniformidade da iluminação artificial do edifício tendo em vista os valores de iluminâncias estabelecidos para cada atividade na norma NBR 5413 - Iluminâncias;
- Melhorar a distribuição das luminárias (malha)



- Buscar, sempre que possível, o correto aproveitamento da iluminação natural;
- Utilizar vidros seletivos (luz visível, sem ofuscamento e calor)
- Buscar a iluminação no plano de trabalho otimizando a qualidade da luz, e a eficiência energética
- Estudar a integração com a iluminação artificial (acendimento paralelo à janela e controle individualizado)
- Garantir vista agradável para o exterior

Sonoro:

- Reduzir os níveis de ruído em ambientes críticos;
- Tratar acusticamente os ambientes onde existe a interferência de ruídos indesejados que cerceiem o desempenho de tarefas;
- Reduzir os níveis de ruídos dos equipamentos externos (bombas, ar condicionado, etc)
- Colocar forros mais absorventes.

Ambiental:

- Criar ambientes de convivência;
- Reabilitar espaços insalubres;
- Implantar vegetação como elemento de requalificação ambiental e humanização;
- Tornar os espaços acessíveis (especificação de pisos, uso de rampas, etc.)
- Tratar os espaços internos e externos do edifício visando à humanização e otimização das atividades.

4.1.2. Diretrizes da Etiquetagem da Envoltória

A partir da etiquetagem de eficiência energética da envoltória do edifício do Hemorio, que teve desempenho “E”, gerou-se as seguintes diretrizes para atingir o nível A:

- Melhorar o desempenho dos vidros, com película com Fator Solar de 0.6.
- Diminuir o Percentual de Aberturas para 43%



- Colocar proteções solares com ângulo de sombreamento vertical (proteções horizontais) de 15°;
- Colocar proteções solares com ângulo de sombreamento horizontal (proteções verticais) de 15°;
- Cumprir os pré-requisitos para os fechamentos opacos das fachadas e cobertura para ser nível A (transmitância e absorvância das paredes e cobertura)

4.1.3. Diretrizes do Retrofit energético:

A partir do diagnóstico energético, gerou-se as seguintes diretrizes:

Sistema de Iluminação Artificial:

- Segmentar os circuitos em grupos menores de luminárias, principalmente em ambientes amplos, dividindo-os por linhas de luminárias próximas e afastadas das janelas e de forma a criar pequenos grupos independentes de trabalho.
- Segmentar o sistema elétrico das luminárias próximas às janelas, permitindo que estas fiquem apagadas quando os níveis de iluminância forem aceitáveis.
- Disponibilizar aos usuários acesso aos interruptores a todas as salas que não o possuem ou sistemas de controle de iluminação por meio de sensores de presença.
- Alterar o layout das estações de trabalho de modo que as telas dos computadores fiquem sempre que possível em posição lateral às janelas, evitando-se ofuscamentos nestas áreas de trabalho, permitindo a utilização da iluminação natural.
- Adotar programas para conscientização e educação dos funcionários sobre a importância de se conservar energia e de que forma podem-se evitar desperdícios.



Climatização e Refrigeração:

- Aquisição de novos equipamentos unitários (tipo split) com selo A do Procel.
- Readequação do sistema central para adequar a capacidade do sistema para atender as demandas da edificação adotando-se um sistema central com COP mínimo de 5,1.
- Retrofit progressivo das unidades condensadoras.

Sistemas Motrizes:

- Substituição gradativa por motores de alto rendimento, corretamente dimensionados.
- Aquisição de equipamentos com motores de alto rendimento.
- Realização permanente de serviços de manutenção.
- Observação dos aspectos de qualidade de energia e das instalações elétricas para o bom funcionamento dos motores.

4.2. DIRETRIZES DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL E DE HUMANIZAÇÃO:

Durante as visitas *in loco* foram feitas avaliações da edificação, desde seus aspectos de implantação, relação com o entorno e possibilidades de ampliação. Também foram feitos levantamentos e entrevistas quanto ao funcionamento dos ambientes, avaliando aspectos como fluxos, quantidade de funcionários por setor, área disponível e necessária, relação funcional, acessibilidade e humanização. A partir desse diagnóstico, também foram geradas diretrizes para intervenção. Assim, o diagnóstico segue o mesmo percurso, da implantação geral para a avaliação de cada pavimento.



4.2.1. Avaliação e Diretrizes de implantação e relação com o entorno

O HEMORIO situa-se num espaço privilegiado, inserido na parte central da cidade, caracterizada pela arquitetura do início do séc. XX. O entorno tem gabarito máximo equivalente a três pavimentos, e sequência verticais de fachadas, uma vez que as casas são geminadas. Sua implantação tem como principais pontos de referência, a Praça da República, o Hospital Souza Aguiar e o Clube Elite (Figura 57).



Figura 57: Implantação do Hemorio e relação com o entorno

A Praça da República ameniza a temperatura do ar e oferece um espaço verde agradável para os usuários. O Clube Elite é uma casa de dança tradicional da cidade e importante ponto de referência da área, localizado na esquina da Rua Frei Caneca.



Figura 58: Vista para Praça da República



Figura 59: Clube Elite na esquina e casa antiga degradada, vizinha ao Hemorio



As casas desta área estão locadas numa poligonal de preservação patrimonial, por seu estilo arquitetônico. Neste sentido, é importante que qualquer intervenção no Hemorio considere a relação com estas casas, promovendo sua valorização e a reabilitação do espaço urbano.



Figura 60: Características das casas antigas na rua em frente ao Hemorio

Na fachada frontal do Hemorio acontecem praticamente todos os acessos à edificação: pedestres, veículos, carga e descarga, resíduos, ambulâncias. Esta situação é prejudicial para a percepção do usuário, que não vê de forma clara os acessos e os espaços específicos para o pedestre. A impressão é de que se está acessando uma área de serviço e não a entrada principal.



Figura 61: Fachada Frontal , com o acesso principal



Figura 62: Fachada Posterior, voltada para Hospital Souza Aguiar

A dificuldade de localização e a baixa orientabilidade são agravadas pela ausência de espaços de permanência para os usuários. A fachada posterior, voltada para o Souza Aguiar, onde estão posicionadas algumas atividades de serviço, possui tratamento e manutenção de baixa qualidade, o que provoca sensação de abandono. É importante a reabilitação estética de todo o conjunto, como forma de gentileza urbana e relação com o entorno.



Figura 63: Acesso principal com depósito para resíduos e estacionamento de ambulâncias



Figura 64: Fachada da área de doação, possibilidade de expansão, preservando as árvores existentes.

É necessário um replanejamento da posição dos espaços e equipamentos de serviço (gases medicinais, bombas, geradores, lixo e estacionamento para ambulâncias) de forma a garantir espaços confortáveis e humanizados para os usuários (doadores, pacientes e funcionários)



Figura 65: edificações para guarita e gases



Figura 66: espera para atendimento do ambulatório em local inapropriado

Além da requalificação das fachadas e dos espaços exteriores do Hemorio, todas as coberturas precisam ser revistas, tanto sob o ponto de vista do conforto ambiental, quanto da questão estética, e valorização das vistas dos usuários. É importante uma avaliação técnica especializada para verificar a viabilidade de implantação de sistema de reaproveitamento de águas pluviais e uso racional de água.

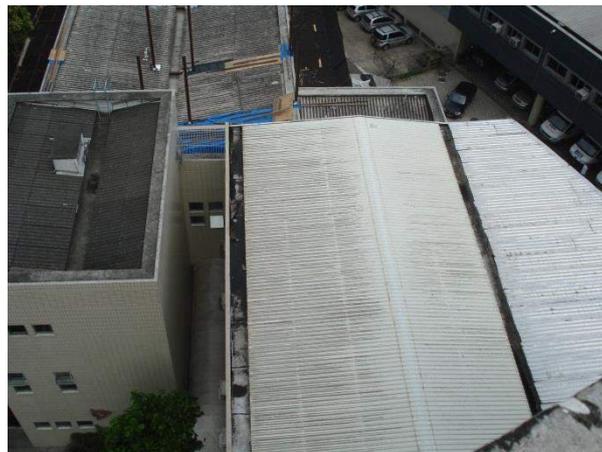


Figura 67: Vista das coberturas: necessidade de requalificação para conforto ambiental, sustentabilidade e percepção e agradabilidade visual para o usuário.

4.2.2. Avaliação e Diretrizes do Subsolo

De forma geral, foram encontrados: ambientes sem adequada renovação do ar e iluminação natural (fundamentais para o controle de poluentes e da umidade); ambientes insalubres; sistemas de iluminação com problemas de uniformidade e níveis adequados para o desempenho de tarefas; locais para carga e descarga bloqueados. Constatou-se também a mistura de atividades incompatíveis, como áreas para equipamentos com



ruídos e salas de trabalho, descanso e refeitório. A subestação não deve ser locada em subsolo, segundo as normas específicas para este equipamento.



Figura 68: Área para Carga e Descarga bloqueados.



Figura 69: Área para Carga e Descarga, vista da rua.

O acúmulo de equipamentos e materiais (muitas vezes obsoletos e inutilizados) ao longo dos corredores e salas agrava ainda mais a situação, tendo em vista a retenção de sujeira e interferência no fluxo de pessoas.



Figura 70: Corredores com equipamentos e mobiliário, com redução dos espaços e prejuízos ambientais.



Figura 71: Refeitório sem ventilação e iluminação



Figura 72: Planta do Subsolo existente, com marcação das áreas para intervenção

- Readequar área para melhorar funcionamento e qualidade ambiental
- Potencial para iluminação e ventilação natural (jardim)
- Relocar a subestação em outro pavimento
- ➔ Desploquear e organizar área de carga e descarga

Desta forma, as alterações propostas para o subsolo devem buscar, principalmente, melhorar a organização funcional dos ambientes e fluxos; retirada de materiais/equipamentos, com um sistema de gestão mais eficiente, para melhorar a circulação, salubridade e disponibilidade de área funcional; humanização e área para carga e descarga.

4.2.3. Avaliação e Diretrizes para o pavimento Térreo

No pavimento térreo existe a área específica da doação, foco deste estudo de humanização e sustentabilidade. Foram detectados problemas de cruzamento de fluxo dos doadores e pacientes, não recomendado pelo Ministério da Saúde, por exemplo, acesso e saída do doador pela mesma porta. Foram detectados também, ausência de espaços adequados para os funcionários (copa, banheiros e vestiários); necessidade de



ampliação do salão do doador e quantidade de consultórios; ausência de área adequada para atividades interativas (campanhas) da captação; inexistência de rota de escape independente para intercorrências; áreas técnicas voltadas para as fachadas, enquanto que ambientes de permanência prolongada estão sem ventilação e iluminação; a posição do balcão do registro dificulta o atendimento ao doador; falta de visibilidade do salão pela chefia médica e enfermagem; ausência do repouso após a doação; reestruturação da aférese; ausência de área de estoque para coleta externa; ausência de espaço adequado para espera dos pacientes; espaço insuficiente para etiquetagem das bolsas; locação inadequada da loja.



Figura 73: Salão de Doadores sem espaço para atividades



Figura 74: Cadastro com posição do balcão de lado, criando dificuldade para comunicação entre o funcionário e o doador

Para ilustrar as áreas necessárias de intervenção, segue planta na Figura 75:



Figura 75: Planta Baixa do Térreo existente, com marcação das áreas para intervenção

- ➔ Problema de fluxo (cruzamentos)
- Ampliar ou readequar área para melhorar funcionamento
- Criar espaços adequados para funcionários (vestiários e copa)
- Relocar máquinas de condicionamento de ar para locais sem ventilação.
- Atividades que podem estar fora do Salão do Doador
- Criar repouso apropriado
- Equipamentos e atividades técnicas que devem ser relocadas para aproveitamento e requalificação da área frontal do hemocentro. (lixo, gerador, etc)
- Preservação das árvores existentes

De forma geral, detectou-se que a área de doação precisa de ampliação para atender a demanda de doadores e proporcionar melhores e maiores espaços para os usuários (doadores e funcionários). Atualmente a área das salas é insuficiente para a quantidade de funcionários e atividades desenvolvidas. Em relação a percepção também foi detectado a necessidade de humanização dos espaços por meio de mobiliário confortável, uso de materiais e cores, vegetação e vistas para o exterior. A própria



concepção dos espaços necessita de maior clareza e integração, com fluidez no Salão dos Doadores. A ambiência extremamente neutra, proporcionada pelos tons de cinza e bege, é desestimulante e o aspecto “hospitalar” deve ser evitado. Não existe a possibilidade espacial para promoção de atividades interativas com o doador, e este durante o processo não tem opções para distração.



Figura 76: Sala de Coleta sem vista e humanização



Figura 77: Repouso na circulação

Existe uma dificuldade grande dos funcionários da doação em manusear a caixa metálica utilizada para as bolsas de sangue. Isto pode prejudicar o rendimento e a própria saúde deles, por se tratar de um peso excessivo. Estas caixas devem ser substituídas por uma de material mais leve e apropriado. O espaço de supervisão e etiquetagem também precisa ser readequado, assim como a criação de espaço para colocação de pertences do doador próximo à cadeira.



Figura 78: Caixa metálica pesada: difícil manuseio e transporte



Figura 79: Espaço dos funcionários (vestiário feminino e copa no mesmo local). Ausência de vestiário masculino.

A posição das áreas de Coleta Externa e sala de aula da captação prejudicam o fluxo, pois deveriam ter fácil acesso, que não interferisse nas atividades da doação. A parte de Telecomunicações e Assessoria de Comunicação também poderiam ser retiradas do espaço da doação, por serem atividades independentes.

4.2.4. Avaliação e Diretrizes para o Terceiro Pavimento

No terceiro pavimento estão localizadas as atividades de ensino e pesquisa e administração do HEMORIO: diretoria, administração, recursos humanos, FUNDARJ, pesquisa, biblioteca e informática. Existe uma necessidade de ampliação dos espaços administrativos para atender de forma adequada o número de funcionários em cada setor, assim como requalificar ambientalmente os espaços de trabalho, pois muitos não possuem iluminação e ventilação natural.

Neste pavimento existe um terraço utilizado pelos funcionários de forma improvisada, por ser a única área de estar e descanso ao ar livre. O espaço é árido, sem mobiliário adequado, com grande potencial ambiental e de humanização.



Figura 80: Terraço com área coberta para estar dos funcionários



Figura 81: Terraço descoberto com ambiente árido e locação de equipamentos de forma desorganizada

Além da demanda por área administrativa, o HEMORIO também precisa ampliar o número de leitos para enfermarias. Assim, a diretoria coloca como diretriz de intervenção a ampliação do Hemocentro para duas casas vizinhas ao terreno. Para este novo espaço poderia ser direcionada a parte administrativa do terceiro pavimento, deixando o espaço hoje ocupado para ampliação de enfermarias. Com esta proposta, também poderia solucionar a necessidade de ampliação do pavimento térreo, destinado à doação, assim, como reorganizar as áreas técnicas (bomba a vapor, subestação, grupo gerador e gases medicinais), hoje locados de forma dispersa na área frontal do edifício, prejudicando os fluxos e acessos.

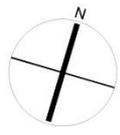


Figura 82: Planta do Terceiro Pavimento, com marcação das áreas por atividade.

- Administração - ampliar, próximo ao RH e FUNDARJ
- RH - ampliar, próximo à administração
- FUNDARJ - ampliar, próximo à administração
- Diretoria - ampliar
- Informática - manter neste pavimento
- Pesquisa - ampliar e colocar próxima à Biblioteca
- Biblioteca - ampliar e colocar próxima à pesquisa
- Cantina - ampliar e colocar em fácil acesso e com terraço jardim para funcionários
- Terraço - ser humanizado para pacientes das enfermarias e funcionários
- Área técnica a manter
- Área para cursos e atividades de extensão (salas e auditório) - manter e facilitar acesso
- ↔ Conexão com novo bloco anexo



Neste sentido foi feito um estudo quantitativo de áreas e possíveis zoneamentos para verificar a viabilidade desta ampliação utilizando uma área frontal ao salão de doadores e a área das duas casas vizinhas no HEMORIO.



Figura 83: Foto aérea com marcação em azul de área de ampliação dentro do terreno do Hemorio e em vermelho as casas vizinhas para ampliação.

Como diretriz funcional, aponta-se a viabilidade de desenvolver um anexo em frente a área de doação conjugada com os terrenos das duas casas vizinhas. É possível locar no térreo a área necessária para ampliação da doação, no primeiro e segundo pavimentos a área administrativa e no terceiro, uma área para o funcionário, com cantina/refeitório e terraços, interligado ao edifício existente. Esta nova edificação deve ter acesso independente e ao mesmo tempo ser interligada funcionalmente com o edifício principal. Também poderia ser agrupada toda a parte técnica e de serviço em bloco onde já existe uma edificação para os gases medicinais. É importante a preservação das poucas árvores existentes na parte frontal do terreno.

Com a possibilidade de ampliação do HEMORIO para duas casas vizinhas, optou-se como diretriz de intervenção, a restauração da fachada da casa entre o HEMORIO e Clube Elite, por esta ainda preservar as características originais, dentro do contexto de patrimônio histórico do centro do Rio de Janeiro. Assim, a fachada deve ser mantida e restaurada,



com orientação do IPHAN, como preservação da memória arquitetônica, principalmente por ser lindeira ao tradicional Clube Escala. Já a outra casa, localizada de frente a Praça da República, onde funciona atualmente uma funerária, está bastante descaracterizada, e seria importante uma avaliação específica da área de patrimônio para gerar as diretrizes de intervenção.



Figura 84: Casa antiga a ser restaurada



Figura 85: Casa descaracterizada, que necessita de avaliação patrimonial

4.1.1. Avaliação e Diretrizes para o Oitavo Pavimento

Neste pavimento existe o funcionamento das enfermarias pediátricas, com a Classe Escola, Assessoria Hemorrede, Associação de Pacientes e Repouso de Plantonistas (médicos e residentes).

Assim como em outras áreas de internação, a principal diretriz de intervenção para este pavimento é a ampliação do número de leitos pediátricos, em enfermarias e CTIs com readequação dos espaços para as atividades infantis. Além disso, é a inexistência de espaço apropriado para os acompanhantes, em especial as mães (vestiário, lavanderia, estar).

Existe um grande potencial de aproveitamento da luz e ventilação natural, para criação de espaços recreativos ao ar livre para as crianças.



Figura 86: Fotos da enfermaria pediátrica

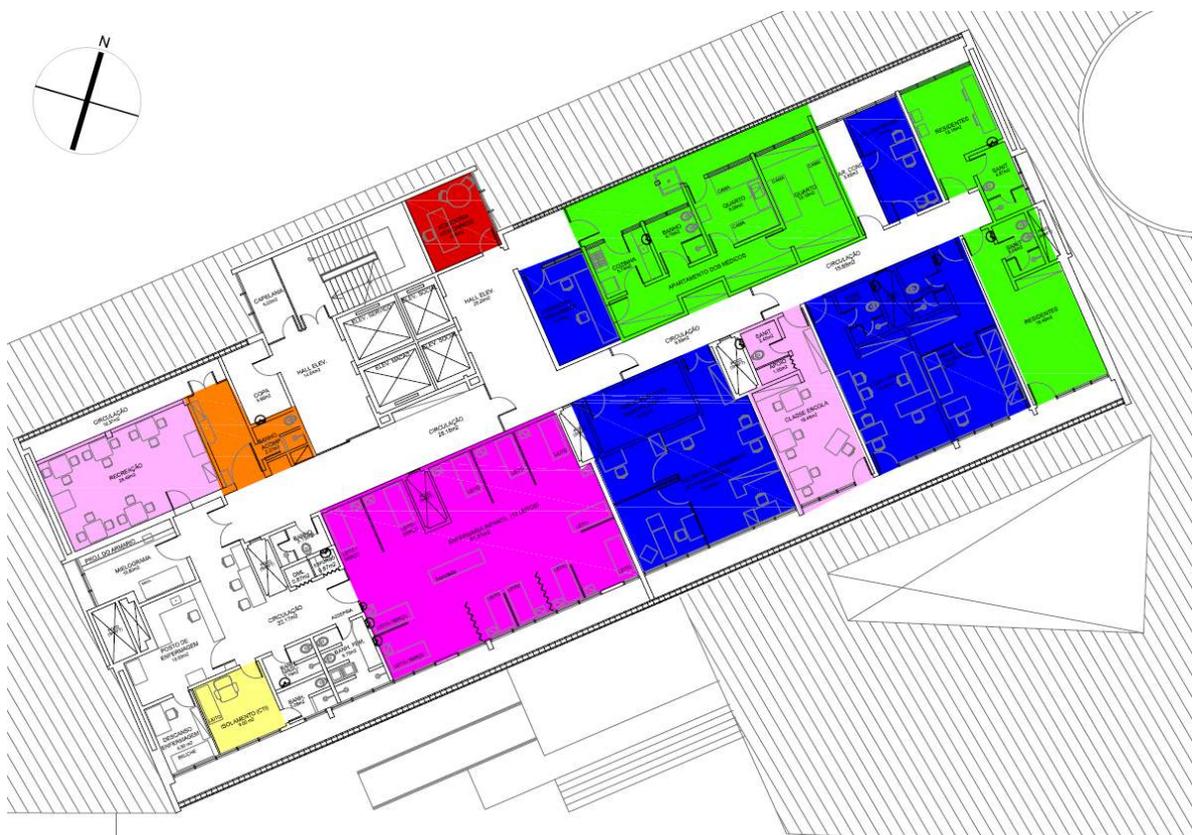


Figura 87: Planta do Oitavo Pavimento, com marcação das áreas de intervenção

- Área a ser requalificada para atividades das crianças (classe escola e recreação)
- Melhorar espaço para apoio às mães
- Atividades que podem ser colocadas em outro pavimento
- Descanso médico que deve ser levado para a cobertura
- Ampliação de CTI
- Ampliação de Enfermarias
- Local para elevador externo, acessibilidade à cobertura



4.1.2. Avaliação e Diretrizes para o Nono Pavimento (Cobertura)

A cobertura do edifício do Hemorio é caracterizada como um pavimento técnico, onde existe a casa de máquinas dos elevadores e toda a parte de instalações hidráulicas para a Caixa D'água, assim como locação de vários equipamentos de climatização e um edícula para arquivo morto. Este pavimento é acessado pelo oitavo, apenas pela escada principal. Assim, para o uso e ocupação de áreas para permanência prolongada, com acesso de funcionários, é fundamental a viabilidade de acesso por elevador, tornando o espaço acessível. De toda a cobertura, existe uma grande parte de laje, não impermeabilizada e onde não estão situados os equipamentos.

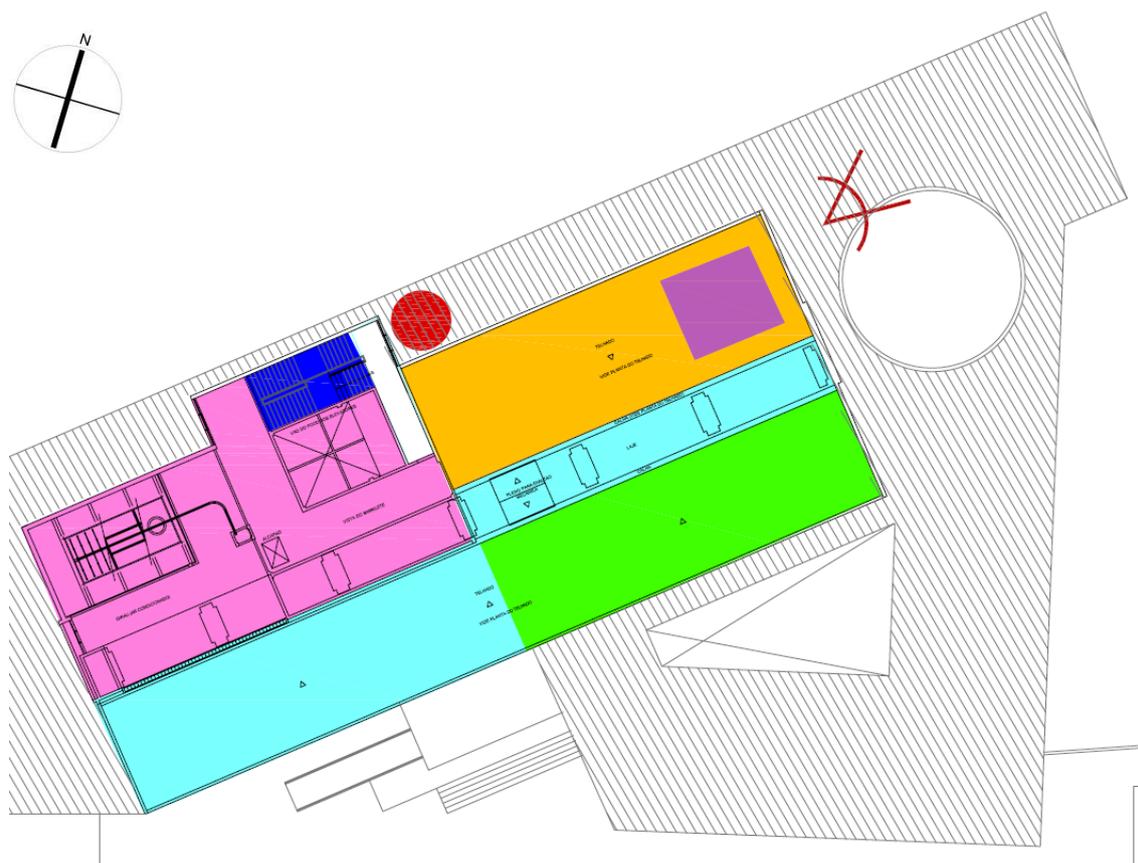


Figura 88: Planta da Cobertura, com marcação das áreas de intervenção

- Área técnica (casa de máquinas e barrilete)
- Terraço com laje
- Edícula com arquivo morto
- Área com equipamentos
- Área para colocação de equipamentos e do arquivo morto
- Escada de acesso
- Local para elevador externo
- ☆
 Vista para a Praça da República



A vista deste pavimento para a Praça da República pode ser aproveitada e em decorrência da demanda da administração para utilização deste pavimento como ampliação da área funcional do edifício, poderia existir, de forma isolada das outras atividades, uma área específica para o repouso médico. É fundamental a criação de estratégias e materiais para o total isolamento entre os apartamentos e as máquinas existentes.



Figura 89: Local para elevador externo



Figura 90: Vista para a Praça da República



Figura 91: Máquinas



Figura 92: Edícula para Arquivo Morto



V - PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO



5. INTERVENÇÃO PARA O HEMORIO

A partir das diretrizes identificadas para o HEMORIO, foi possível propor soluções de intervenção para as áreas específicas. Primeiramente foi realizada pesquisa de repertório de acordo com as principais premissas, Sustentabilidade e Humanização, e posteriormente foram feitos os estudos projetuais.

5.1. Repertório para Intervenção

Na busca por soluções para o diagnóstico levantado, foram selecionados exemplos para o estudo de intervenção do Hemorio, dentro de grandes eixos temáticos:

<p>Qualidade Ambiental e Sustentabilidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporação da água, jardins, luz natural e átrios; uso de materiais naturais e formas orgânicas; - Paredes e cobertura verde; - Soluções para a envoltória (coberturas e fachadas): proteções solares, zenitais, materiais, etc.
<p>Humanização</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Integrar o espaço térreo ao espaço externo, locando atividades interativas e atrativas, como “amenidades” para o usuário. Exemplos: exposições, apresentações culturais e educativas e campanhas de captação e divulgação; - Áreas de estar e permanência agradáveis ambiental e esteticamente. Valorizar os visuais do usuário, como forma de proporcionar satisfação e bem-estar. - Espaços com ambiência acolhedora, com luz agradável e materiais aconchegantes; - Criar vistas agradáveis e reconfortantes para o exterior. Os planos horizontais e verticais visualizados devem ser tratados, ou seja, tanto as fachadas quanto as coberturas.

No caso dos edifícios hospitalares, a arquitetura pode ser um instrumento terapêutico se contribuir para o bem-estar físico do paciente com a criação de espaços que, além de acompanharem os avanços da tecnologia, desenvolvam condições de convívio mais humanas.



A inserção da vegetação nos espaços construídos pode ser feita de forma inovadora, independentemente da área disponível. Jardins verticais passam a ter presença na vida urbana, numa abordagem não convencional e criando espaços agradáveis. As espécies usadas devem apresentar variabilidade de formas e cores, criando volumes e formas atrativas. Mesmo em locais fechados, é possível utilizar árvores ou arbustos, o que atrai as pessoas à permanência e contemplação.



Figura 93: Exemplos de inserção da vegetação no espaço construído

Já existem técnicas específicas para criação das paredes verdes, com uso de estruturação metálica, independente da estrutura do edifício, com módulos conectados, que permitem a repetição e paginação dos solos e espécies vegetais, criando desenho e formas variadas.



Figura 94: Paredes Verdes, com sustentação de “caixas” metálicas

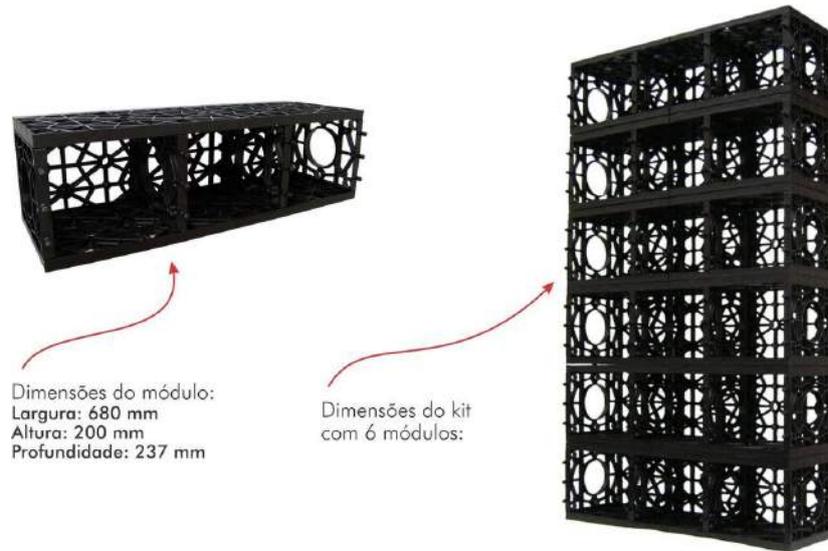


Figura 95: Exemplo de desenho de módulos de sustentação de jardins verticais

É fundamental que exista a previsão de instalações hidráulicas para manutenção do jardim, que pode ser feito pelo método de gotejamento.

Modelo 1 - Sistema por gotejamento gravitacional planta a planta (pequenos projetos):

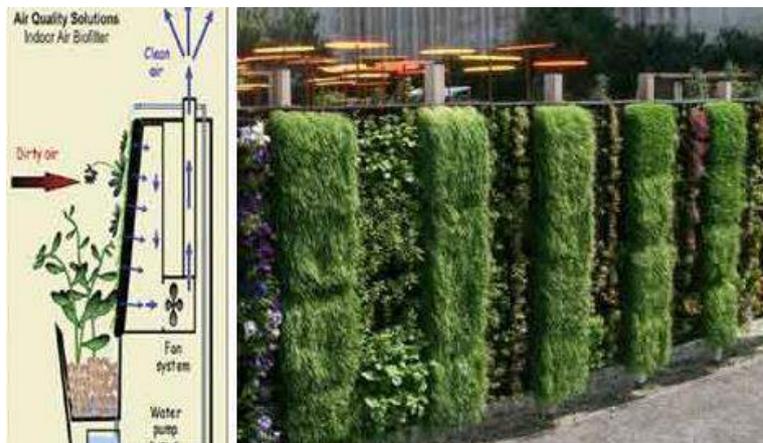
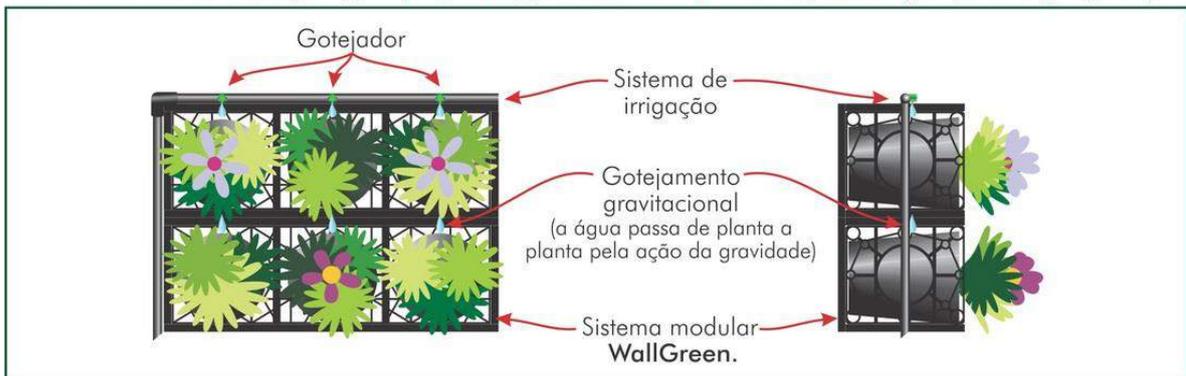


Figura 96: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical



A edificação pode passar o conceito de “estar viva” e de forma inusitada atrair a atenção do transeunte.



Figura 97: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical

As fachadas devem receber tratamento que sejam uma solução ambiental, minimizando a carga térmica e excesso de iluminação, assim como ser esteticamente agradável. Para isso, as soluções de brises e proteções solares podem reabilitar as fachadas existentes, preservando a vista para o exterior e criando ritmo e movimento.

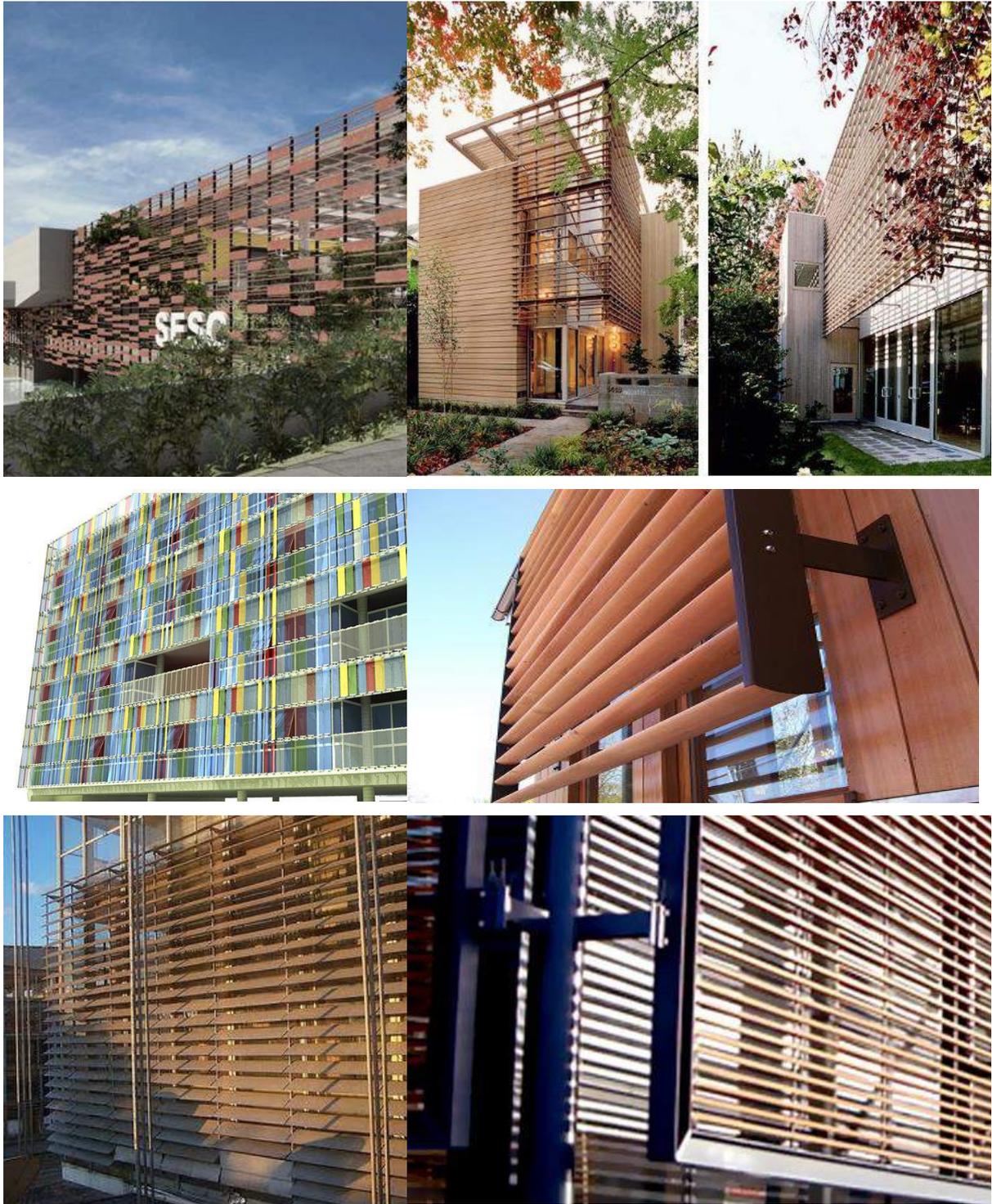


Figura 98: Exemplos de proteções solares

O conceito de humanização de espaços de saúde envolve a criação de espaços claros, bem iluminados pela luz natural, com valorização da vista para o exterior, em especial para vegetação e água. Para as enfermarias busca-se um espaço dinâmico, arejado e com uso de materiais e cores que promovam a agradabilidade e satisfação.



Figura 99: Conexão do interior com o exterior e exemplo de enfermarias humanizadas

A iluminação natural deve predominar nos ambientes internos, mas é fundamental uma integração com os sistemas artificiais, para otimização dos gastos energéticos e melhoria da percepção da luz. A criação de alguns espaços amplos, com pé-direitos altos, também quebra a monotonia e cria sensações de liberdade ao usuário.



Figura 100: Valorização do pé-direito, da luz natural e da vegetação

O uso de vidro e cores promove a amplitude e fluidez dos espaços e reflete também a transparência dos procedimentos e atendimentos específicos.



Figura 101: Fluidez e Transparências dos Espaços

A luz determina a cor, isto é, qualquer luz natural ou artificial que cai sobre uma superfície colorida afeta sua aparência, já que esta cor não existe por si própria, mas como resultado da excitação do olho. Assim, como o sabor e o cheiro são sensações, a cor também é resultado de uma sensação individual.



Figura 102: Espaços lúdicos e dinâmicos pelo uso da cor e luz

A sensação térmica provocada pela cor pode ser utilizada para melhorar as condições higrotérmicas de um ambiente. Para um ambiente seco, cores de conotação úmida – como as verdes mais escuras – são recomendadas, enquanto uma atmosfera úmida será



menos desagradável com cores ditas secas – como o vermelho e o alaranjado. A sensação lúdica e a promoção da descontração de ambientes convencionalmente rígidos pode proporcionar bem-estar e conforto para os usuários.

As cores podem estar nos fechamentos verticais, pisos e/ou mobiliário.



Figura 103: Composições coloridas e dinâmicas para inovação dos espaços

Para os espaços externos de permanência, devem-se valorizar os materiais naturais, como madeira e pedra, criando decks e caminhos ao ar livre.



Figura 104: Espaços externos agradáveis, com uso de madeira , pedras e vegetação

O usuário precisa perceber que os espaços exteriores foram tratados, pensados e organizados numa composição harmônica com o interior. Eles não são espaços residuais



no edifício; pelo contrário, devem ser espaços valorizados e enriquecidos de elementos ambientais.



Figura 105: Espaços externos humanizados para permanência

Os ambientes de trabalho precisam ser amplos, com uso de divisórias de vidro, que proporcionem a conexão dos ambientes e reflitam a própria necessidade de transparência dos processos e resultados.



Figura 106: Espaços integrados com divisórias de vidro

Deve-se usar de *open space* para as estações de trabalho, setorizadas de acordo com as atividades, e criar várias salas de reunião privadas para atendimentos e trabalhos privados. Os espaços de trabalho e estar dos funcionários, como copas e refeitórios devem ser voltados para vistas agradáveis.

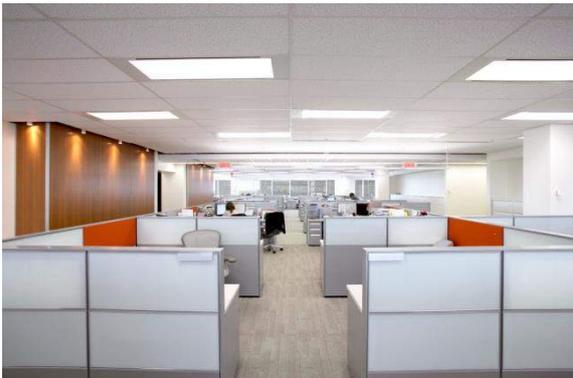




Figura 107: Espaços com estações de trabalhos e integração com jardins



Para a área específica do doador, o Japão é um exemplo a ser seguido na implantação de espaços interativos, dinâmicos e humanizados. O hemocentro rompe com o conceito de ambiente hospitalar, frio e neutro, e inova com uma ambientação voltada para o acolhimento e diversão.



Figura 108: Espaço interativo e dinâmico em Hemocentro no Japão, para atrair doadores

Para atrair os jovens para a doação de sangue, os espaços proporcionam atividades e campanhas voltadas para os jogos e mangás, típico da cultura japonesa.



Figura 109: Campanha de captação de doadores com o tema MANGÁS

Uma reportagem completa sobre este Hemocentro no Japão pode ser vista no link:

<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2011/06/decoracao-e-tecnologia-atrem-jovens-para-doar-sangue-em-toquio.html>



5.2. Propostas para Intervenção

Seguindo a estrutura do diagnóstico e diretrizes, as propostas de intervenção também partem da relação com o entorno, fachadas, a nova edificação

5.2.1. Intervenções de implantação, relação com o entorno

Para o Hemorio de forma geral foram propostas intervenções que requalificam sua percepção no contexto urbano e ao mesmo tempo solucionem os problemas de sustentabilidade, humanização e funcionalidade detectados.

Assim, foi proposto um novo anexo, utilizando a área das casas vizinhas e a parte frontal do terreno do HEMORIO. Esta solução, ao mesmo tempo em que organiza toda a parte técnica (gases medicinais, subestação, gerador, etc), também proporciona à ampliação das enfermarias no terceiro pavimento, com a transferência de todas as áreas administrativas e de pesquisa para a nova edificação. Criou-se um grande portal de entrada para o HEMORIO, valorizando o acesso principal e deixando de expor para o público uma visão deteriorada e pouco atrativa de serviços como manuseio de resíduos, gases medicinais e estacionamento.



Figura 110: Marcação de área do novo bloco e Fachada (Desenho: Bruno Vilela)



A fachada suspensa do novo bloco funciona com painel interativo do Hemorio com a vida urbana, uma vez que esta composta de um sistema metálico de leds, como segunda pele, para proteção solar. Mas também é possível projetar imagens, textos e cores. A fachada dinâmica procura interagir com as atividades e campanhas propostas pelo hemocentro. Pode tornar-se um ponto atrativo na cidade.

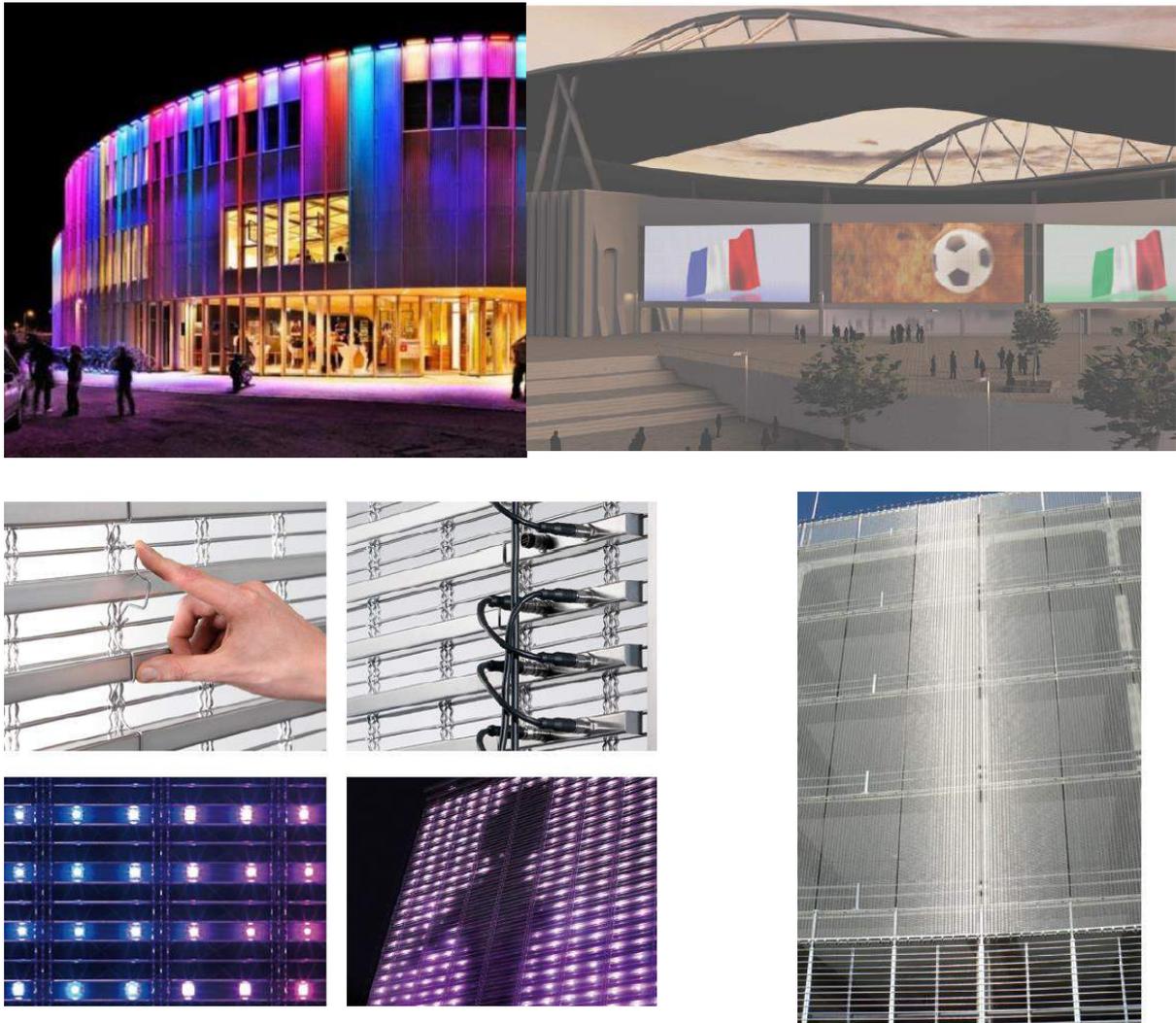


Figura 111: Aplicação de led em fachadas: uso de cores e imagens

A intenção do novo bloco é criar um volume horizontalizado, em contraponto à torre vertical principal do HEMORIO, com nove pavimentos. O novo bloco é suspenso, em pilotis, liberando todo o pavimento térreo para o fluxo e permanência de pedestres. O espaço criado possui vegetação e espaços de estar para os pacientes, doadores e



funcionários. Todos os fluxos foram separados, com acesso específicos para as atividades. (ambulatório, hospital, doação, coleta externa e administração).

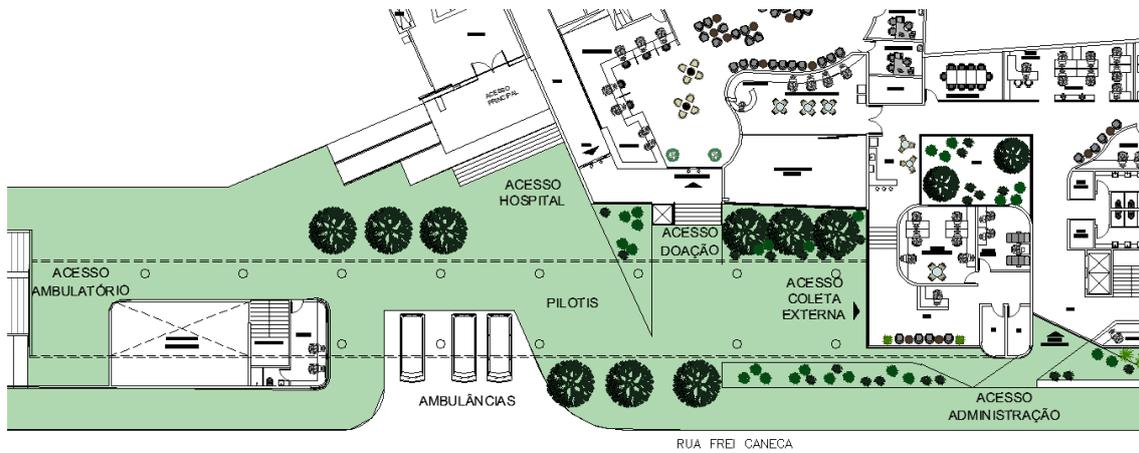


Figura 112: Em verde, toda a área destinada à praça dos pedestres

As ambulâncias ficam estacionadas em local de fácil acesso e não existe entrada de veículos na grande praça criada sob o pilotis. É objetivo privilegiar o pedestre e criar espaços abertos para o grande fluxo de pessoas e possibilidades de atividades programadas. Em respeito ao patrimônio histórico, a fachada da casa existente, vizinha ao HEMÓRIO, na Rua Frei Caneca, foi preservada, e o novo bloco, independente, está recuado, com jardim fazendo a conexão entre eles.

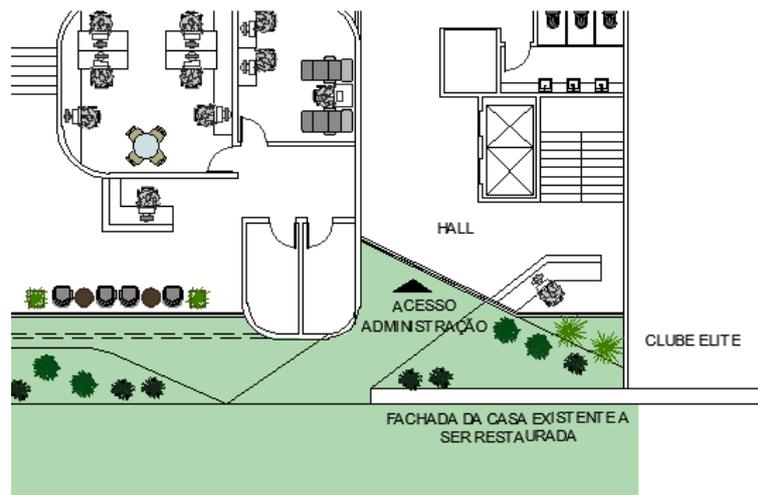


Figura 113: Preservação da Fachada da Casa, com jardim integrando ao novo bloco



Para as fachadas foram propostas proteções solares horizontais, seguindo os módulos existentes. A intenção foi preservar o partido original modernista da edificação principal do Hemorio, não causando grandes impactos visuais.

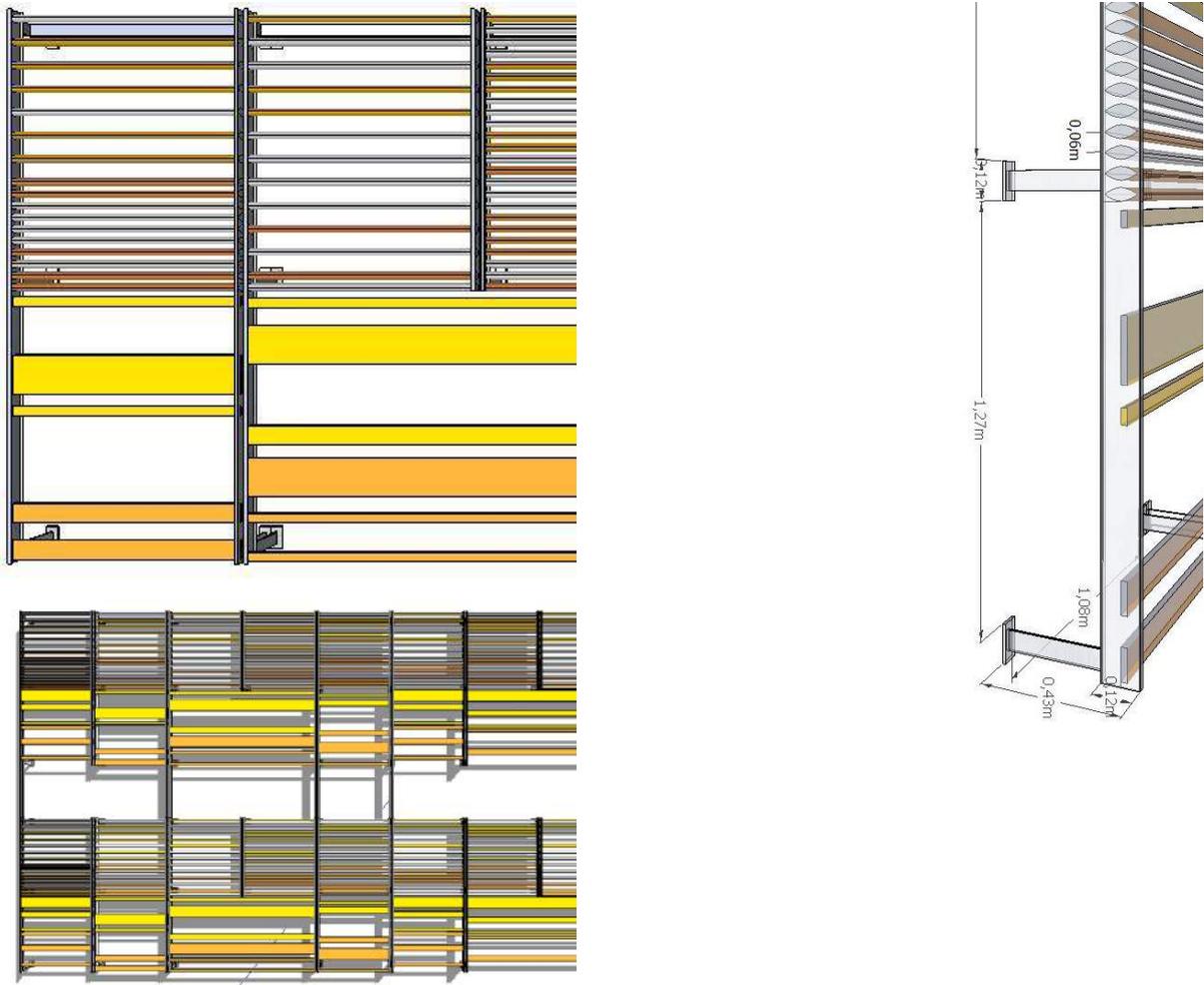


Figura 114: Proteção Horizontal proposta para a Torre do Hemorio (modulação e ritmo)

Outra proposta é a substituição das cerâmicas das fachadas, atualmente desgastadas, por material que incorpore a linguagem antiga da área central do Rio, uma pedra calcária bege, principalmente no anexo ambulatorial, que faz o limite do passeio na rua Frei Caneca.

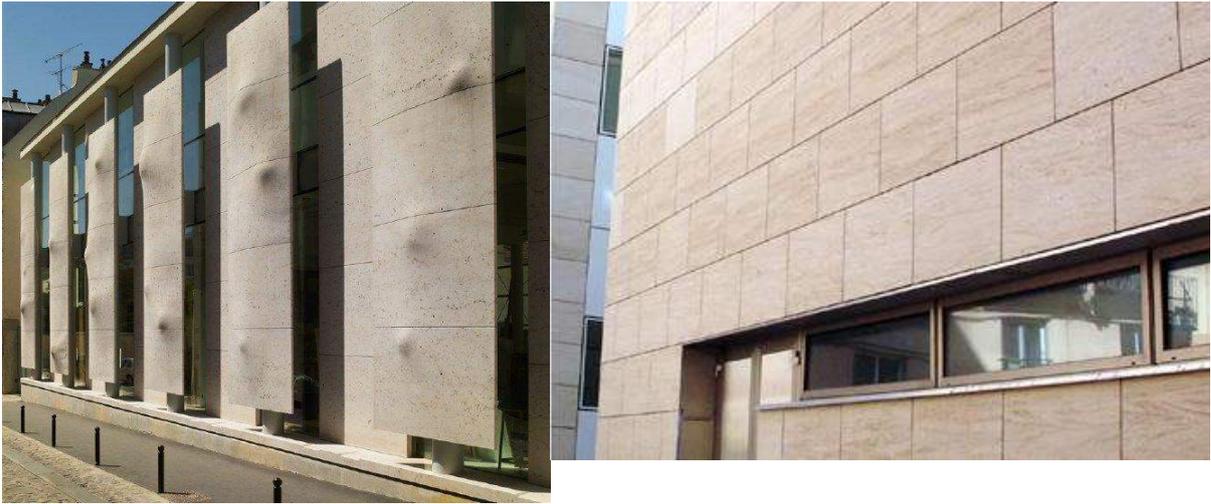


Figura 115: Exemplos de pedra calcária para fachada, em substituição às cerâmicas existente

Em relação ao anexo ambulatorial, onde existe uma cobertura curva, foi proposto um novo modelo de zenital, para otimizar a iluminação natural, com orientação das aberturas de forma a captar a luz difusa e evitar a radiação solar direta, que provocaria aquecimento e ofuscamento no espaço interior.



Figura 116 – Exemplos de pedra calcária para fachada, em substituição as cerâmicas existentes.

Além destas propostas gerais, foram feitas intervenções em cada pavimento.

5.2.2. Intervenções para o Subsolo

O desenho proposto para o subsolo racionaliza os processos, permitindo que se recupere a orientabilidade existente no edifício como um todo. Assim, os diversos ambientes foram alinhados e as paredes seguem os eixos lógicos que a mobilidade exige. Parte-se do princípio que o ambiente de trabalho deve estar dotado das condições necessárias para a permanência. Seguindo esse preceito, foram introduzidos, onde possível, jardins (com jardineiras), ventilados e iluminados naturalmente, para amenizar a inexistência de aberturas para o exterior.

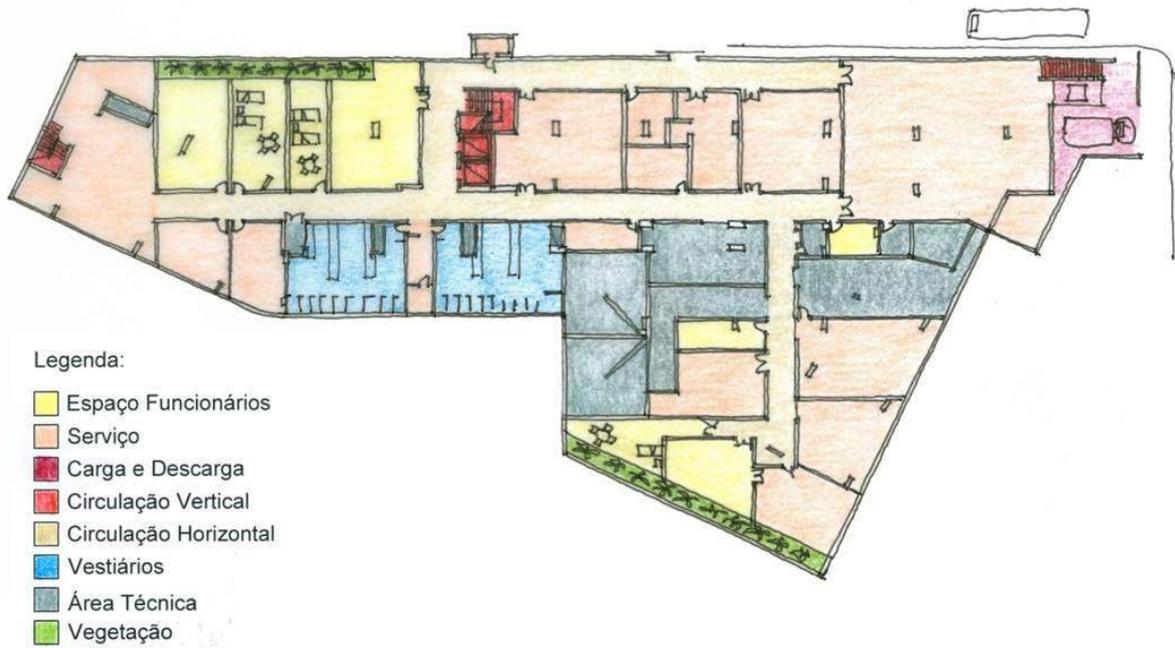


Figura 117: Planta do Subsolo, com novo zoneamento funcional

As alterações mais sensíveis se deram na área de descanso dos funcionários, estoque de bolsas e depósito do patrimônio. Outra alteração importante foi atribuir à parte da atual área de manutenção/depósito o escoamento de carga e descarga dos materiais utilizados.

Devido a rampa existente no local, que possibilita a conexão com a Rua Praça da República (acesso lateral ao HemoRio), a alteração deste fluxo irá desafogar o fluxo intenso da entrada principal do prédio atualmente concentrado na Rua Frei Caneca.

Em termos de qualidade do ar e iluminação natural, a impossibilidade de modificações arquitetônicas sensíveis no pavimento, engessam as possibilidades de recomendações; restringindo as mesmas à utilização de equipamentos de condicionamento de ar e iluminação artificial mais eficazes e modernos, principalmente, nos recintos onde existe a ocupação duradoura. Em alguns recintos, principalmente os de permanência prolongada, foi possível a sugestão de aberturas para a entrada de ventilação e iluminação natural; com a presença de jardins internos que visam à humanização do espaço.



É fundamental para a implementação das propostas de reabilitação do espaço, um sistema de gestão eficiente para a retirada dos equipamentos e materiais acumulados nos corredores e áreas afins.

5.2.3. Intervenções para o pavimento Térreo e proposta para novo Anexo

As diretrizes propostas para este pavimento visam solucionar as principais deficiências apontadas pelos levantamentos realizados. Primeiramente buscou-se a melhora do fluxo dos doadores e funcionários do edifício tendo em vista as exigências do Ministério da Saúde. Para tanto foi fundamental a separação da entrada de doadores e de pacientes; dada a dupla função do edifício (hemocentro e hospital do sangue).

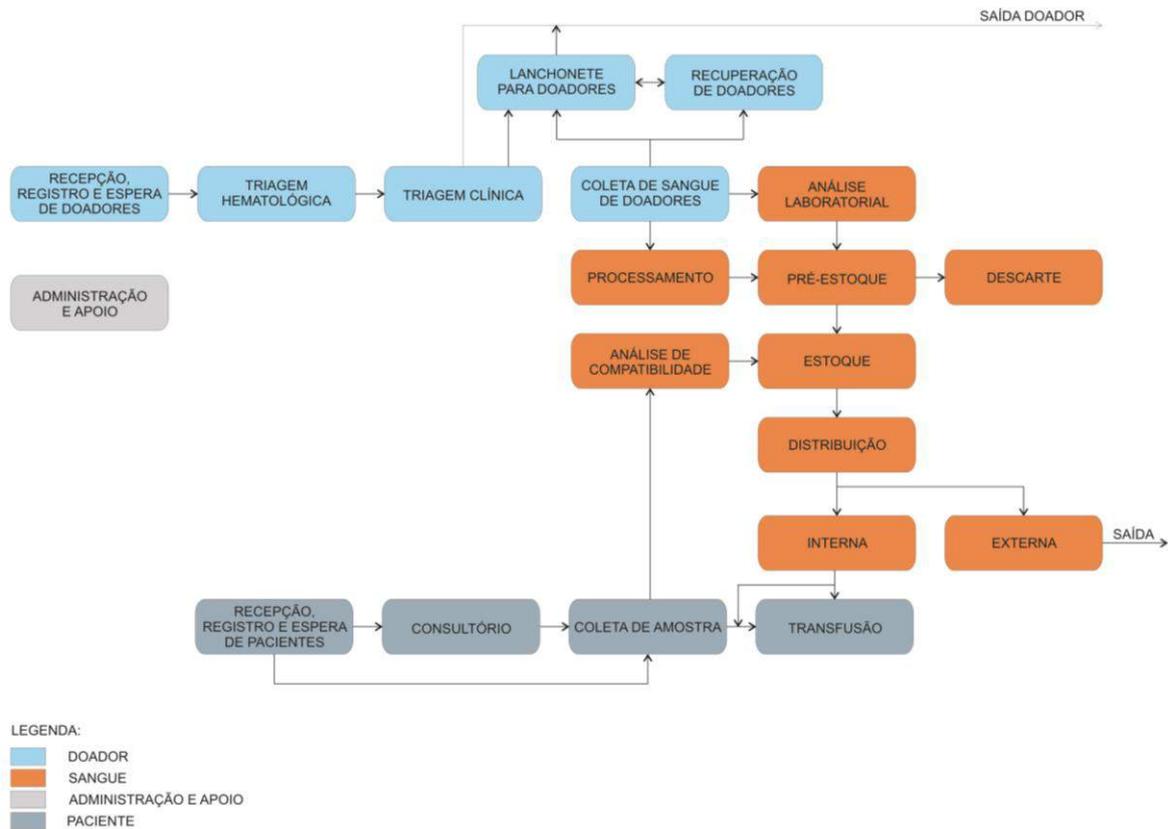


Figura 118: Fluxo da Doação, recomendado pelo Ministério da Saúde

Outro fato importante foi à possibilidade de aumento da área construída do edifício tendo em vista a agregação de área ociosa no estacionamento frontal e a apropriação de terrenos (casa) no entorno do Hemocentro. Com isso, foi projetado um novo bloco anexo



nesta área (visto anteriormente) concentrando e organizando as funções referentes à coleta do sangue no pavimento térreo.

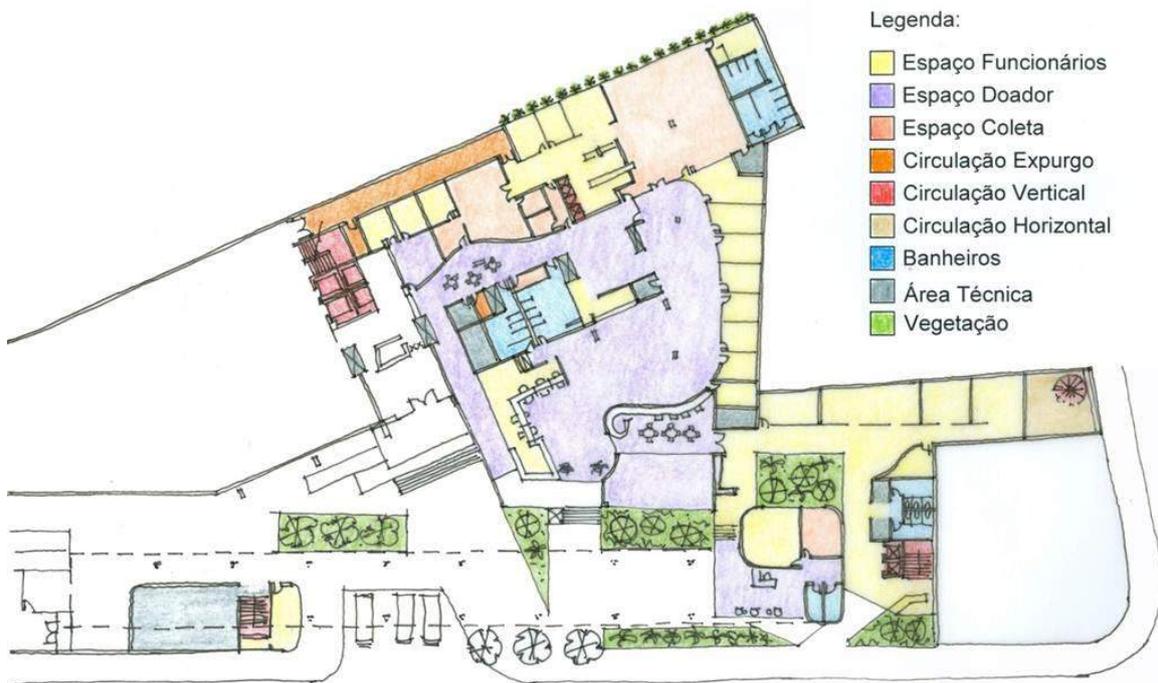


Figura 119: Planta do Pavimento Térreo do edifício existente e do novo bloco anexo.

Para toda a área que envolve o ciclo de doações de sangue, foi proposto um novo layout dos espaços visando o fluxo ideal de pessoas, a humanização dos recintos e a melhora das condições ambientais (conforto).

O espaço de doação foi concebido para outorgar ao doador um ambiente amplo, fluido e com visibilidade total do processo, favorecendo desta forma, a integração do doador ao caminho do sangue, por vezes ambiente mal entendido pela população em geral. Foram acrescentadas as funções gerais de espera, elementos que facilitam a permanência, assim, por exemplo, o ambiente esta mobiliado com mesas e cadeiras fazendo conjuntos de estar.



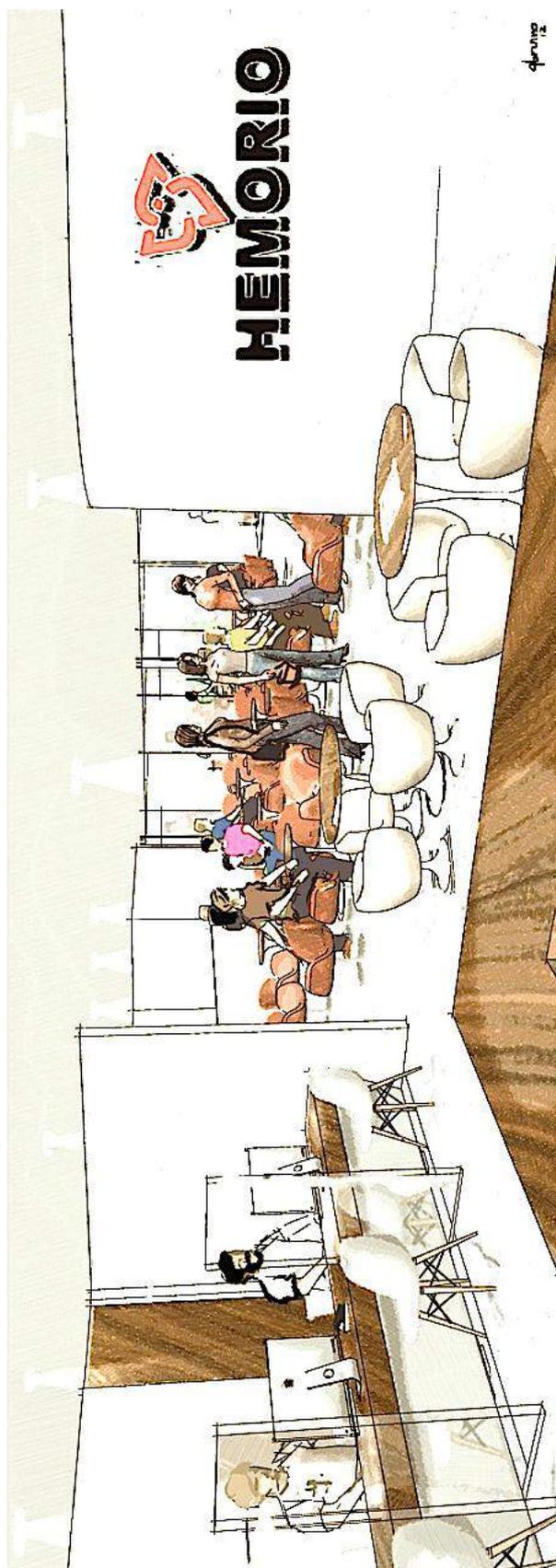
Foram criados também ambientes de permanência com a possibilidade de usufruir de internet e de outros meios de comunicação. Os percursos dos doadores estão bem assinalados e não existe conflito nos fluxos.

Nesse espaço foi preservado o fluxo dos funcionários, sejam médicos, técnicos ou outros, os ambientes projetados também se caracterizam pela fluidez e pela clareza introduzida tanto pela iluminação adequada quanto pelas cores que decoram o ambiente. O verde permeia, onde possível, os ambientes fornecendo dessa forma elementos que contribuem para a qualidade ambiental.

Em termos de melhoria ambiental, buscou-se a integração dos recintos com áreas verdes e vistas para o exterior (sempre que possível), possibilitando o contato mais agradável entre usuário e ambiente. A melhor organização e distribuição dos ambientes, além da expansão do edifício, contribuíram para a proposição de áreas verdes atuando em benefício das atividades principais do pavimento (captação e doação). Espaços interativos e de convivência também foram pensados para atrair e motivar os usuários.

Uma atenção especial também foi dada aos funcionários, com a criação de espaços adequados para vestiários e copa.

A guarita foi posicionada de forma estratégica para controle das ambulâncias e pedestres, próxima a área técnica. Neste pavimento existe uma escada específica para manutenção das áreas técnicas localizadas nos pavimentos superiores.



PERSPECTIVA INTERNA DO SALÃO DO DOADOR

DESENHO: BRUNNO VILELLA



5.2.4. Proposta para o primeiro pavimento do novo Anexo

No novo anexo, o primeiro pavimento criado se abre para o exterior, permitindo a visualização das árvores existentes e dos jardins projetados. Os ambientes fluidos são funcionais e ao mesmo tempo recuperam a qualidade ambiental desejada, uma vez que conseguem se organizar ao redor de um pátio arborizado que emerge desde o térreo e se eleva, desde aí, um verde e ar limpo e agradável.

Foram locadas neste pavimento as grandes áreas administrativas do Hemorio e a FUNDARJ. Existe uma área técnica, totalmente isolada (acusticamente e estruturalmente) para colocação do gerador e gases medicinais, com acesso independente, por escada específica.

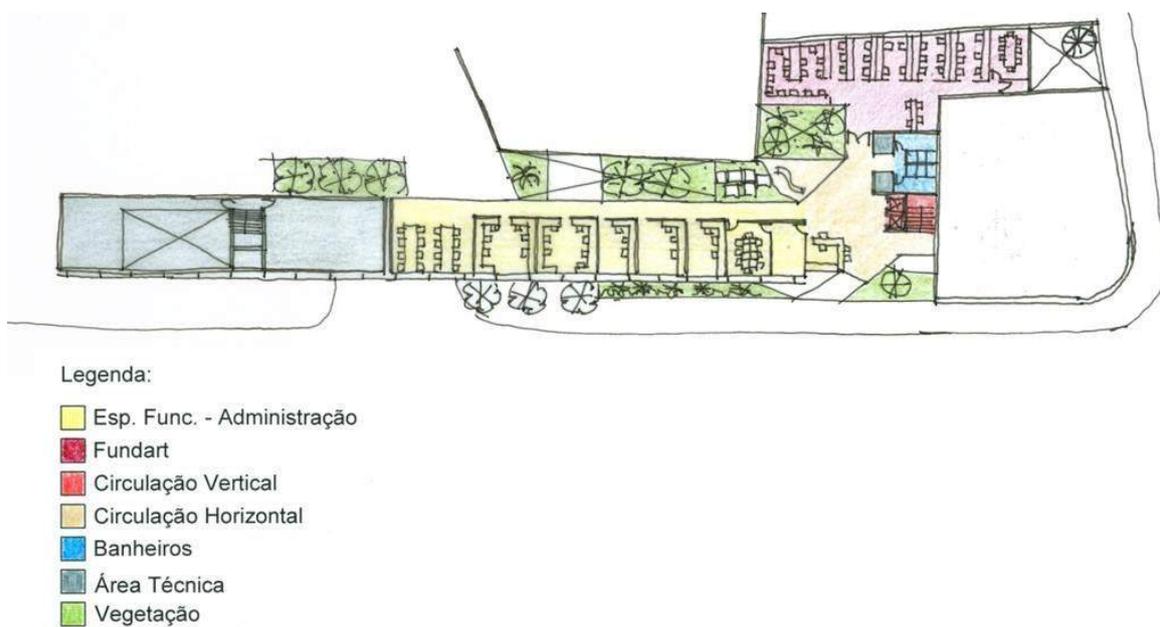
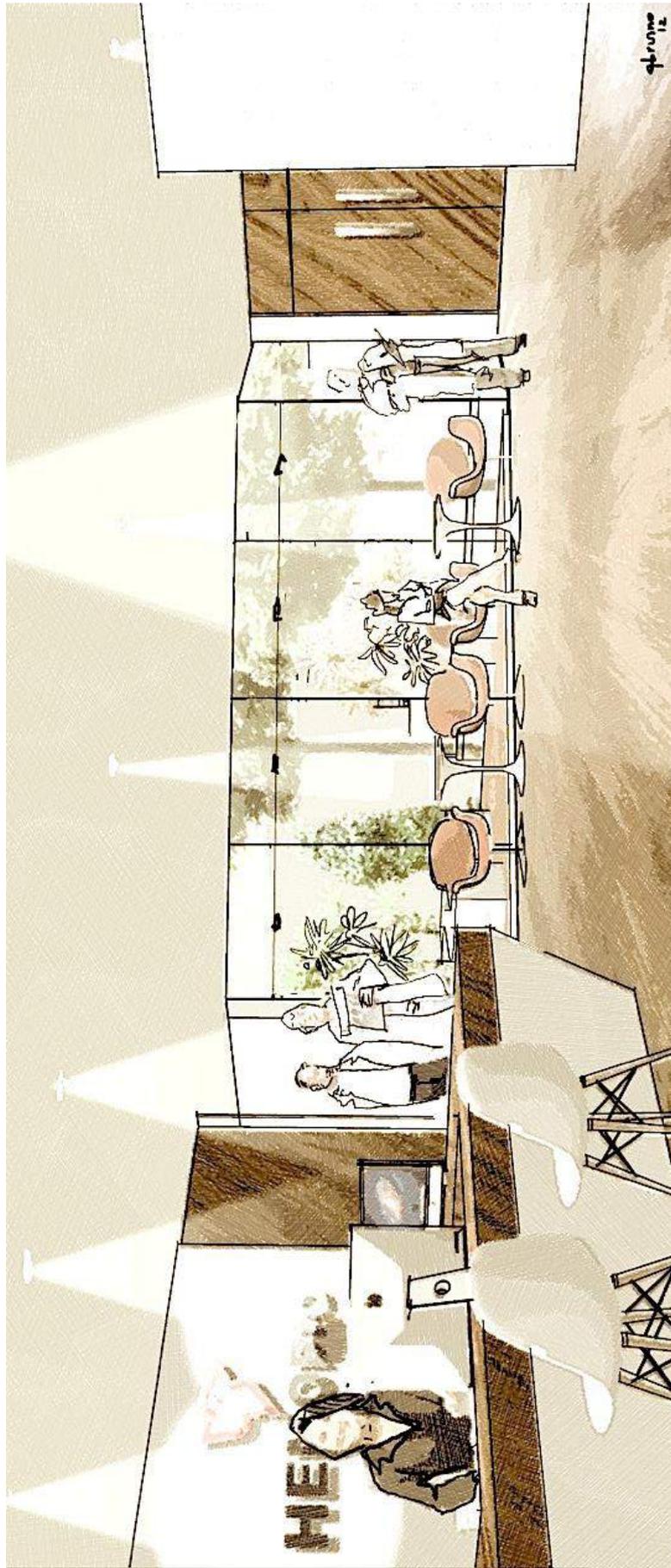


Figura 120: Planta do Primeiro Pavimento do novo bloco anexo.



PERSPECTIVA INTERNA DO EDIFÍCIO ANEXO

DESENHO: BRUNNO VILELLA



5.2.5. Proposta para o segundo pavimento do novo Anexo

O segundo pavimento apresenta um caráter especial, junta as funções de direção da entidade com a função de centro de pesquisa. A sua biblioteca, aberta ao público, pode ser acessada diretamente desde a rua por meio da escada desenhada para compor o ambiente. A direção fica assim precedida de um ambiente propício para a gestão eficiente e ao mesmo tempo induz o visitante por espaços sequenciados que arrematem em uma ampla sala de reuniões e de apoio às atividades desse setor.

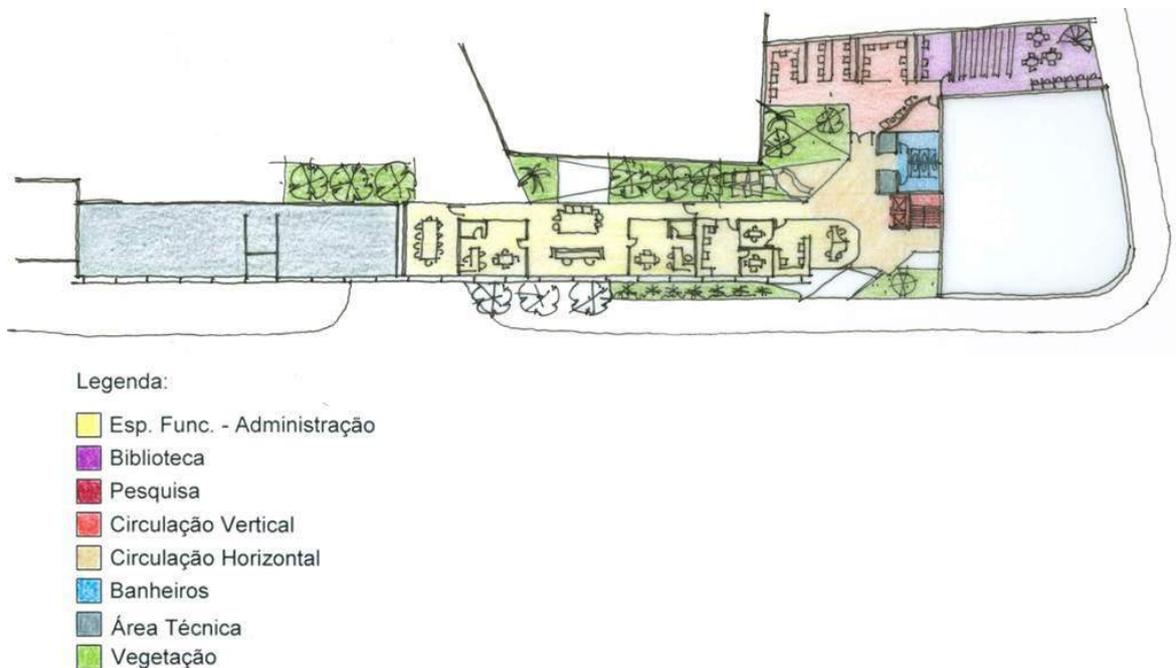


Figura 121: Planta do Primeiro Pavimento do novo bloco anexo.

5.2.6. Intervenções para o terceiro pavimento e proposta para o novo Anexo

As alterações no terceiro pavimento foram desenvolvidas visando atender duas demandas principais: a alteração da atividade principal de pavimento administrativo para enfermaria; e a melhoria das condições ambientais dos recintos.

A alteração da função principal do pavimento foi solucionada com o relocação dos setores administrativos existentes para o novo a ser construído. No entanto, é importante destacar que o setor de informática foi mantido em seu local inicial tendo em vista a



inviabilidade de relocação. Também foram mantidos o auditório e as salas de aula, pois não interferem na nova proposta de uso do pavimento.

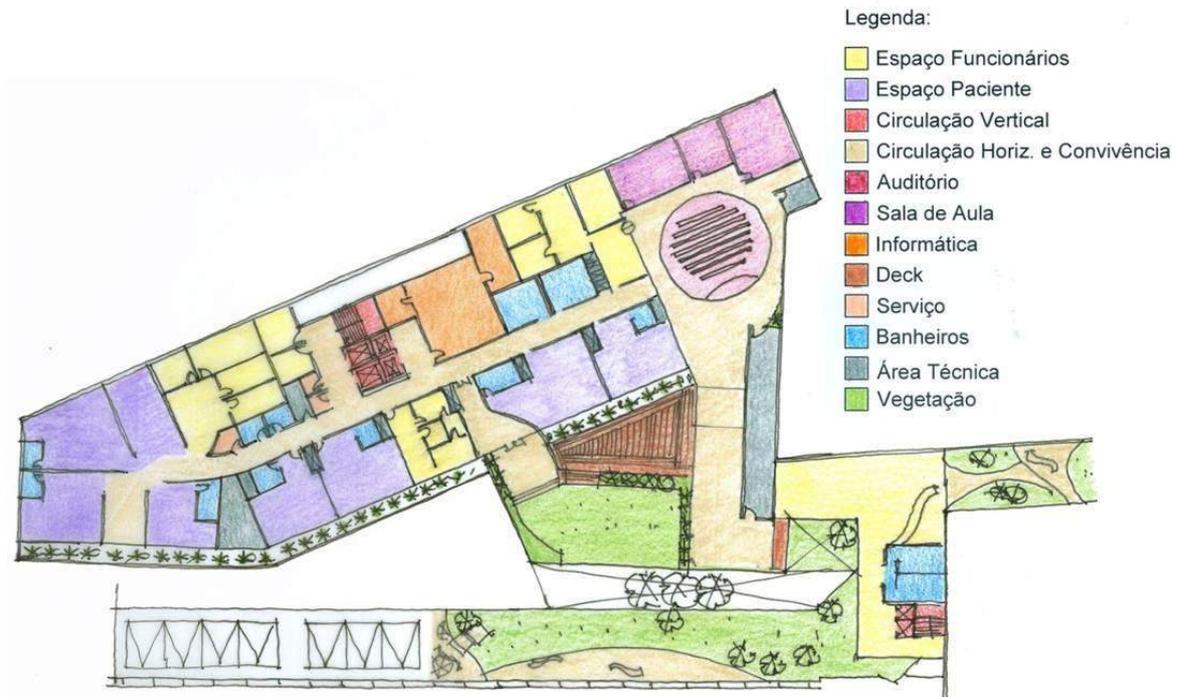


Figura 122: Planta do Terceiro Pavimento do edifício existente e do novo bloco anexo.

Ao longo do trabalho ocorreram solicitações por parte da coordenação do Hemocentro no sentido de número máximo de leitos, os quais devem ser acompanhados de posto de enfermagem, área de serviço e repouso dos médicos, copa, banheiros, vestiários. Assim, foram projetadas três salas amplas de enfermagem destinadas aos leitos, com banheiro e lavatório. Duas salas de isolamento com leitos e uma sala de quimioterapia.

Foi planejado um jardim externo na área aberta junto ao auditório, reforçando e atribuindo qualidade ao caráter de lazer e descanso deste espaço. Na proposta de reformulação deste espaço, foram utilizados elementos paisagísticos como jardineiras e bancos de descanso, piso com cobertura verde e um deck em madeira, cobertura pergolada que cria um ambiente de permanência para os usuários. O acesso a esse jardim é feito por uma sala proposta para abrigar a atividade de computação (Cyber Espaço), possibilitando aos usuários acesso as redes sociais e funções de lazer e utilidades da internet.



Em termos de qualidade ambiental dos recintos, a organização proposta possibilita o posicionamento de aberturas nos ambientes visando à entrada controlada da iluminação natural e aproveitamento da ventilação (sempre que possível). A integração dos ambientes com as áreas de jardins (áreas verdes) também favorecem a renovação do ar interno.

Este pavimento concentra as partes lúdicas vegetadas do edifício. São oferecidos ambientes para o descanso, lazer, meditação e recuperação, tanto dos usuários funcionários, quanto dos usuários pacientes da enfermaria (devidamente delimitada pelo verde). Foram criadas coberturas verdes, para abranger as atividades de descanso e lazer dos funcionários, espaços esses que também foram projetados para abrigar eventos e confraternizações próprios do ambiente de trabalho.



5.2.7. Intervenções para o oitavo pavimento

As principais diretrizes sugeridas para o 8º Pavimento foram baseadas na necessidade de ampliação do número de leitos infantis e na melhoria da qualidade ambiental dos recintos. Destaca-se que nas medições feitas *in loco* foi constatado um potencial para o aproveitamento da iluminação natural nos ambientes e da ventilação natural em áreas comuns. Outras constatações motivaram as alterações sugeridas, como espaços inadequados para o repouso das mães (acompanhantes) e funcionários; inexistências de áreas de lazer; má distribuição dos ambientes, etc.



Figura 123: Planta do Oitavo Pavimento do edifício existente

Com a possibilidade de relocação das atividades administrativas do pavimento e das áreas de repouso médico, foi sugerida uma nova organização do espaço tendo em vista a necessidade de ampliação dos leitos, sugerida pela administração do HR. O número de CTI's também foi ampliado e proposta uma área de leitos para berços separada da área de leitos infantis.

Outras alterações importantes foram: a melhor separação do fluxo de médicos, pacientes e enfermeiros; isolamento das enfermarias e CTI's das demais atividades do pavimento; adequação da área destinada às famílias; adequação e ampliação da área de lazer/recreação; e criação de um espaço destinado ao descanso dos funcionários.



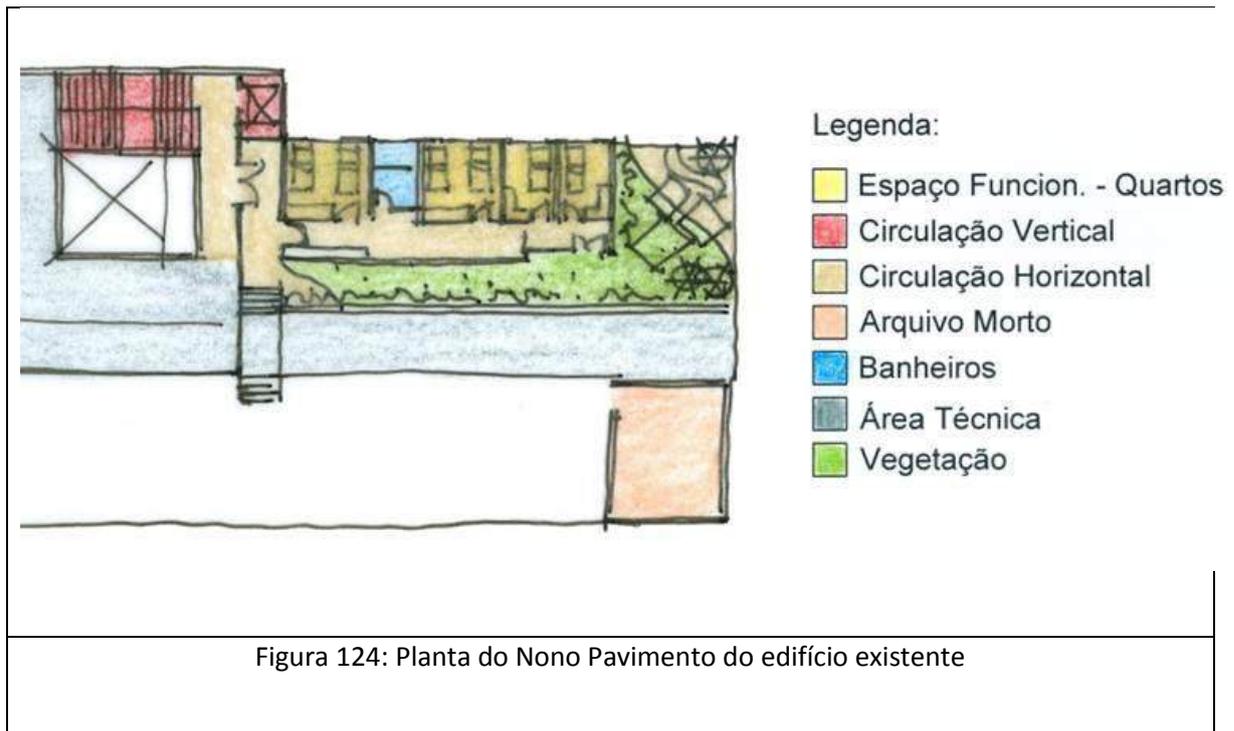
Tendo em vista as alterações propostas para o 9º pavimento, foi destinada uma pequena área próxima ao bloco de escadas para a implantação de um elevador de pequeno porte. Desta forma, o acesso ao 9º pavimento fica assegurado sem a necessidade de grandes alterações e custos para a administração do prédio.

Em termos de qualidade ambiental, buscou-se o aproveitamento da iluminação e ventilação natural por meio do layout dos ambientes em função das aberturas e áreas verdes (jardins). Existe originalmente no pavimento um recuo das janelas em relação a fachada, criando área ociosa. Nesta área se propõe áreas verdes onde a vegetação atua com filtro para a insolação e iluminação excessivas. A permeabilidade do pavimento e dos elementos de proteção e filtro ambiental propostas para o edifício também colaboram para a circulação do ar nos ambientes (sempre que possível). Estas áreas verdes também possuem o caráter de humanização do espaço; de grande auxílio para a recuperação dos pacientes.

As crianças ganham espaço de lazer fluido, colorido, ventilado, composto por piso colorido e verde exuberante (jardins e paredes verdes junto aos cobogós). Esse verde está presente em todo o contorno externo do edifício, assim tanto as enfermarias quanto os isolamentos e espaços das mães podem usufruir da cortina verde que se debruça perpendicularmente aos ambientes, contribuindo para a recuperação dos pacientes assim como para amenizar e qualificar o ambiente de trabalho.

5.2.8. Intervenções para o nono pavimento / cobertura

Originalmente o 9º pavimento do Hemocentro do Rio de Janeiro é destinado à área de maquinário (pavimento técnico); além de área de armazenamento de equipamentos e arquivo morto. Em decorrência da demanda da administração para este e os demais pavimentos mencionados; é proposto a relocação da área de estar de médicos e residentes. A ideia principal é criar ambientes bem ventilados e iluminados, mas com a preocupação do isolamento sonoro devido à proximidade dos maquinários instalados no pavimento.



Assim, o nono piso foi criado para abrigar os repousos de médicos e residentes. Os ambientes projetados pretendem oferecer ao usuário o espaço adequado para descanso e recuperação. Assim, aliados aos lavatórios e serviços de apoio, tais como copa e outros, foi criado um espaço semicoberto por um pergolado que suporta uma camada de vegetação. Os usuários encontram nesse terraço uma parede verde, que filtra o ruído das máquinas, e um piso verde permitindo que nas alturas se encontre a linguagem familiar que oferece a praça da República, visualmente presente na forte paisagem existente.

O acesso ao 9º pavimento se dá por meio de elevador alternativo, proposto próximo a caixa de escadas do edifício. Foram dimensionados dois quartos para médicos e dois quartos para residentes; com acesso independente, vestiário e copa. Está proposta uma área de jardins (espaço de convivência) e lazer dos funcionários, considerando os aspectos de humanização estabelecido para o edifício. Por fim, o arquivo morto foi relocado viando a melhor organização dos recintos no pavimento.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estabelecimentos assistenciais de saúde são empresas complexas, abrigando diversos setores, cada um com sua especificidade e função. São empreendimentos que exigem grandes investimentos na construção, na compra de equipamentos e, principalmente, na manutenção dos custos operacionais.

No setor público, esses custos operacionais crescem proporcionalmente às transformações construtivas executadas sem planejamento. Além disso, os problemas iniciais de projeto, decorrentes de soluções arquitetônicas inadequadas ao clima, são agravadas com as ampliações para o atendimento da demanda crescente de pacientes e o acompanhamento de novas tecnologias e equipamentos.

Dessa forma, os estabelecimentos assistenciais de saúde, do futuro, além da viabilidade econômico-financeira, devem atender aos requisitos de: expansibilidade, flexibilidade, segurança, sustentabilidade, eficiência e, sobretudo, humanização. Nesse ponto, o conforto ambiental aparece como forte aliado nos processos de cura de pacientes.

Neste sentido esta pesquisa aplicada, que teve o Hemorio como estudo de caso, primeiramente fez um amplo diagnóstico, fruto de uma Avaliação Ambiental Integrada, para embasar propostas de intervenção factíveis e coerentes com as necessidades específicas da edificação.

O foco maior foi a reabilitação dos espaços para os usuários, seja ele paciente, doador ou funcionário. Assim, foram propostos *ambientes* e não apenas áreas construídas, o que envolve aspectos relacionadas à percepção e valorização dos sentidos.



ANEXOS - Volume 2

Todos os anexos citados neste Relatório Técnico, estão no volume 2, abaixo discriminados:

- **ANEXO I : Análise dos Ambientes Tipo**
- **ANEXO II: Etiqueta de Eficiência Energética (PROCEL/INMETRO)**
- **ANEXO III :Propostas de Intervenção**