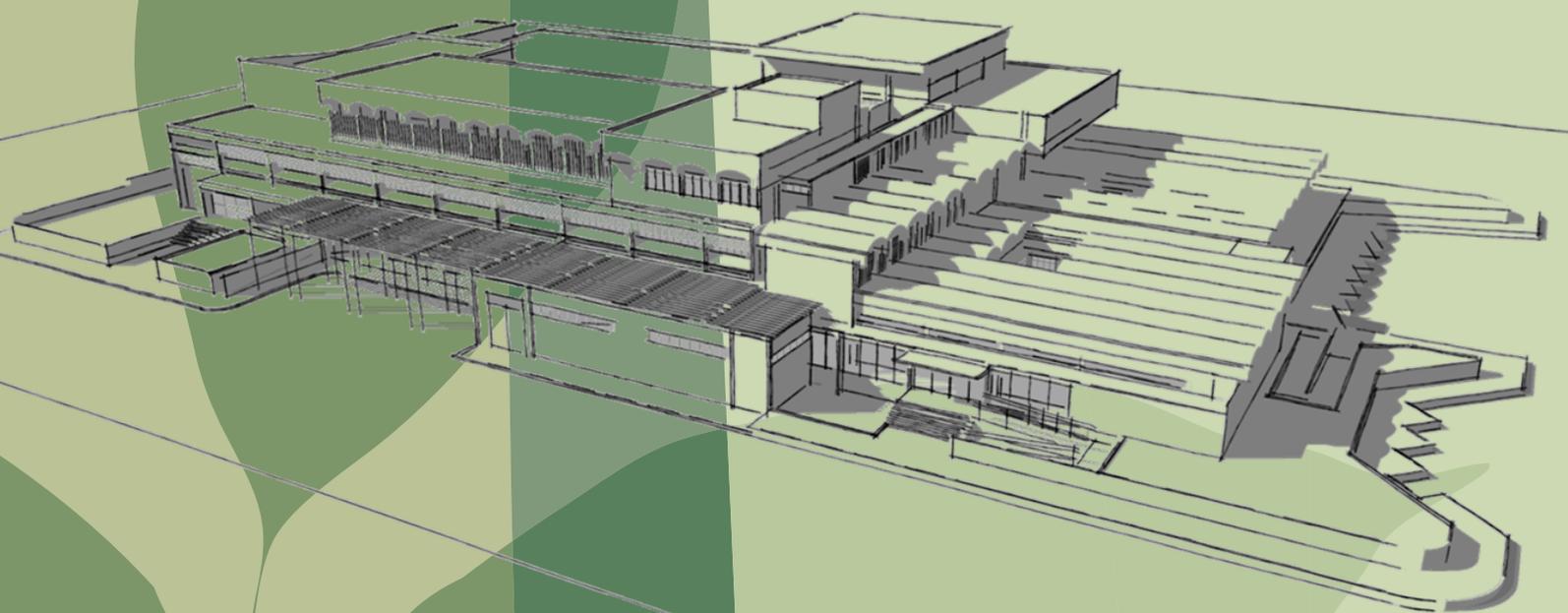


# HEMORREDE SUSTENTÁVEL - HEMOCENTRO DO CEARÁ

Estudo e Pesquisa Sobre Hemoterapia e Hematologia

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



## Relatório Técnico

VOLUME 1

Execução do Termo de Cooperação 140/2011  
CGSH/DAE/SAS/MS

LaSUS

laboratório de sustentabilidade  
aplicada à arquitetura  
e urbanismo



Faculdade de Arquitetura e Urbanismo



Universidade de Brasília



POLÍTICA NACIONAL DE  
SANGUE E HEMODERIVADOS



Ministério da  
Saúde





# **RELATÓRIO**

## **AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA**

### **AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO**

### **DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

### **ETIQUETAGEM DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

### **CENTRO DE HEMATOLOGIA E HEMOTERAPIA DO CEARÁ – HEMOCE**

Laboratório de Sustentabilidade aplicada à Arquitetura e ao Urbanismo – LASUS

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília



**Coordenação Universidade de Brasília  
Marta Adriana Bustos Romero/LASUS/FAU/UnB**

**Fase de Avaliação Pós Ocupação – APO e Etiquetagem de Eficiência Energética  
Marta Adriana Bustos Romero (Coordenação, Profa. FAU/UnB)**

**Gustavo de Luna Sales (Arq.)  
Ana Carolina C. Correia Lima (Arq.)  
Aline Curvello da Costa Nemer (Arq.)  
Júlia Teixeira Fernandes (Arq.)  
Nathalia da Rosa Pires (Arq.)  
Júlia Sollero (Est.)  
Isabel A. Bezerra (Est.)**

**Fase de Retrofit  
Marco Antonio Saidel (Coordenação)  
Paula Castello Branco  
Eduardo Kanashiro**

**Fase de Projeto de Pesquisa  
Marta Adriana Bustos Romero (Coordenação)  
Gustavo de Luna Sales (Arq.)  
Ana Carolina C. Correia Lima (Arq.)  
Aline Curvello da Costa Nemer (Arq.)  
Bruno Capanema Pereira (Prof. FAU/UnB)  
Julia Teixeira Fernandes (Arq.)  
Nathalia da Rosa Pires (Arq.)  
Júlia Sollero (Est.)  
Helena Daher Gomes (Est.)  
Halina Rodrigues de Oliveira Miranda (Est.)**

**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  
Paula Rodrigues Braga  
José Carlos Gonçalves de Araújo  
Livio Luksys  
Bárbara de Jesus Simões**

**Apoio Técnico Operacional ao Projeto de Pesquisa**

**Valmor Cerqueira Pazos (Coordenação)  
Flávio Rocha de Souza  
Britoaldo Martins do Vale Junior  
Ubiratan Calazans Junior  
Marcus Vinícius dos Santos Oliveira  
Reginaldo Leal Azevedo Junior  
Sahra Jany Ferreira Da Silva**

**Coordenação Ministério da Saúde**

**Guilherme Genovez/Coordenador Geral de Sangue e Hemoderivados/CGSH/DAE/SAS/MS  
Márcia Teixeira Gurgel do Amaral/Gestão Financeira e Assessoria  
Técnica/CGSH/DAE/SAS/MS**



# **HEMOCE**

**volume 1**

**BRASÍLIA, MARÇO DE 2013**



## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	i
LISTA DE QUADROS .....	v
LISTA DE TABELAS.....	v
APRESENTAÇÃO.....	1
I - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	4
1.1. Objeto de Avaliação .....	5
1.1.1. Caracterização do Clima e a Arquitetura Bioclimática .....	5
1.1.2. Caracterização do Edifício .....	10
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> : .....	15
1.2.3. Definição de Indicadores de Desempenho Ambiental .....	19
1.2.3. Simulações Computacionais .....	23
<b>1.3. DIAGNÓSTICO</b> .....	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.....	30
1.3.5. Conforto Sonoro .....	32
1.3.6. Quadro Resumo de Avaliação Ambiental - Medições <i>in loco</i> .....	32
<b>1.3.7. Análise da Matriz de Indicadores Ambientais</b> .....	34
1.3.8. Análise dos questionários aplicados aos usuários.....	34
1.3.9. Dados Conjugados e Proposições Técnicas .....	37
1.4. Considerações finais.....	46
II - ETIQUETAGEM .....	47
2. APRESENTAÇÃO.....	48
INTRODUÇÃO .....	48
2.1. Contexto da Eficiência Energética em Edificações no Brasil .....	49
2.2. Método Prescritivo para Classificação do Nível de Eficiência Energética da Envoltória Segundo o RTQ-C.....	50
2.3. Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética da Envoltória .....	52
2.3.1. Caracterização do Edifício para a Etiquetagem .....	52
2.3.2. Metodologia Utilizada .....	54
2.3.3. Extração dos dados .....	54
2.4. Resultado da Etiqueta .....	57
2.5. Considerações Finais .....	58



III - RETROFIT .....	61
APRESENTAÇÃO.....	62
3. INTRODUÇÃO .....	63
3.1. Contexto.....	63
3.2. Objetivos .....	64
3.3. Metodologia .....	64
3.4. Análise da Instalação.....	67
3.4.1. Introdução .....	67
3.4.2. Medições de Energia .....	67
3.5. Medições e Consumo Desagregado .....	69
3.6. Simulação Energética da Edificação .....	73
3.7. Sistemas de Iluminação.....	77
3.7.1. Estudo Comparativo entre Fontes de Luz: fluorescente tubular convencional x fluorescente de última geração .....	79
3.7.2. Iluminação a LED .....	81
3.7.3. Sensores de Presença .....	82
3.8. Iluminação Natural .....	86
3.9. Aspectos que Merecem Atenção .....	88
3.9.1. Recomendações.....	90
3.10. Sistema de Climatização.....	90
3.10.1. Recomendações .....	91
3.11. Sistemas de Refrigeração .....	91
3.11.1. Recomendações .....	91
3.12. Estudo Tarifário .....	91
3.12.1. Estrutura Tarifária .....	91
3.12.2. Avaliação .....	92
3.12.3. Recomendações .....	94
3.13. Qualidade de Energia Elétrica .....	94
3.13.1. Perturbações Elétricas .....	94
3.13.2. Harmônicos.....	99
3.14. Fator de Potência .....	101
3.14.1. Recomendações .....	103
3.15. Considerações Finais .....	103
IV - DIRETRIZES PARA INTERVENÇÃO .....	105
4. Diretrizes para a Reabilitação Ambiental.....	106
4.1. Diretrizes da Avaliação Ambiental Integrada.....	106
4.1.1. Diretrizes Ambientais da Avaliação Pós-Ocupação .....	106
4.1.2. Diretrizes da Etiquetagem da Envoltória.....	107
4.1.3. Diretrizes do Retrofit energético:.....	107



4.2.	DIRETRIZES DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL E DE HUMANIZAÇÃO: .....	109
4.2.1.	Avaliação e Diretrizes de Implantação em Relação com o Entorno .....	109
4.2.2.	Avaliação e Diretrizes para a Envoltória .....	111
4.2.3.	Avaliação e Diretrizes do Pavimento Térreo .....	112
4.2.4.	Avaliação e Diretrizes para o 1º Pavimento .....	114
4.2.5.	Avaliação e Diretrizes para o 2º Pavimento .....	115
4.2.6.	Avaliação e Diretrizes para o 3º Pavimento .....	116
4.2.7.	Avaliação e Diretrizes para a Cobertura .....	117
4.2.8.	Diretrizes para a criação de Edifício Anexo .....	117
V -	PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO .....	119
5.	INTERVENÇÃO PARA O HEMOCE .....	120
5.1.	Repertório para Intervenção .....	120
5.2.	Propostas para Intervenção .....	133
5.2.1.	Intervenções de Implantação e Relação com o Entorno .....	133
5.2.2.	Intervenções para o Pavimento Térreo .....	135
5.2.3.	Intervenções para o 1º Pavimento .....	136
5.2.4.	Proposta para o 2º Pavimento .....	138
5.2.5.	Intervenções para o 3º Pavimento .....	138
5.2.6.	Intervenções na Cobertura .....	139
5.2.7.	Bloco Anexo .....	140
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
7.	REFERENCIAS.....	145
	ANEXOS - Volume 2.....	148
	• ANEXO I : Análise dos Ambientes Tipo.....	148
	• ANEXO II: Etiquetagem de Eficiência Energética (PROCEL/INMETRO) .....	148
	• ANEXO III :Propostas de Intervenção .....	148



**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Normais Climatológicas da cidade de Fortaleza - CE. Fonte: INMET (acesso em 01/03/2013). .....	6
Figura 2 – Níveis de precipitação anual da cidade de Fortaleza – CE. Fonte: INMET (acesso em 01/03/2013).....	6
Figura 3 – Distribuição das temperaturas nas Cartas Solares para a cidade de Fortaleza, até 21 de junho e após 21 de junho. Fonte: adaptado do programa SolAr.....	7
Figura 4 – Rosa dos Ventos (velocidades predominantes e frequência de ocorrência) para a cidade de Fortaleza. ....	7
Figura 5 - A Carta Bioclimática de Givoni relaciona a temperatura seca do ar (A), razão de umidade (B) e a temperatura úmida do ar (C).....	8
Figura 6 – Zoneamento Bioclimático brasileiro. Fonte: NBR 15220-3 .....	9
Figura 7 – Zona Bioclimática 8 e a Carta Bioclimática representando as cidades desta zona (Bélem – PA, no caso acima). Fonte: adaptado da NBR 15220-3.....	10
Figura 8 – Área referente a ZOP 1 – onde está localizado o Hemocentro do Ceará. Fonte: adaptado <a href="http://www.iab.org.br/images/stories/pldiretorfortal.pdf">http://www.iab.org.br/images/stories/pldiretorfortal.pdf</a> .....	10
Figura 9 – Levantamento do entorno do HemoCe. Fonte: adaptado do GoogleEarh. ....	11
Figura 10 – Imagens das fachadas frontal do HemoCE (Av. José Bastos). ....	12
Figura 11 – Fachada posterior do HemoCE (Rua. Cap. Francisco Pedro). ....	12
Figura 12 – Planta do Pav. Térreo HemoCE. ....	13
Figura 13 – Planta do 1º Pavimento do HemoCE. ....	14
Figura 14 – Planta do 2º Pavimento do HemoCE. ....	14
Figura 15 – Planta do 3º Pavimento do HemoCE. ....	15
Figura 16 – Equipamentos de medição dos parâmetros ambientais. ....	15
Figura 17 – Modelo de ficha de avaliação e análise ambiental dos ambientes-tipo.....	18
Figura 18 – Trecho simulado do programa ENVI-met. ....	23
Figura 19 – Modelo da edificação e entorno desenvolvido no programa Ecotect 2011.....	24
Figura 20 – Exemplo da avaliação de incidência de radiação solar no plano ao nível do solo. ....	29
Figura 21 – Avaliação da incidência da radiação solar na fachada noroeste .....	29
Figura 22 – Zeladoria [2] no pavimento Térreo, atualmente com a janela tapada por papelão. ....	30
Figura 23 – A) Níveis de iluminação atuais (luz artificial) em Lux – B) Percentual de autonomia de luz do dia (para 300 lux) com a janela desobstruída. ....	31
Figura 24 – Serviço Pessoal [12] no 1º Pavimento como exemplo de ambiente com baixos níveis de iluminação e uniformidade. ....	31
Figura 25 – Equipamento de ar condicionado defasado e equipamentos laboratoriais como principais fontes de ruído. ....	32
Figura 26 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).....	50
Figura 27 - Intervalos de eficiência a partir do indicador de consumo da envoltória do edifício .....	51
Figura 28 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).....	52
Figura 29 - O volume total do HEMOCE.....	53
Figura 30 - Determinação das orientações das fachadas do HemoCE, segundo o RTQ- .....	55
Figura 31 - Pré-requisitos obrigatórios para envoltória, segundo RTQ-C .....	59



Figura 32 - Medição de um barramento do sistema elétrico do Hemocentro de Fortaleza. ....	66
Figura 33 - Analisador MARH-21. ....	68
Figura 34 - Locais de medições de parâmetros elétricos. ....	69
Figura 35 - Curva de Carga do Disjuntor A. ....	70
Figura 36 - Curva de Carga do Disjuntor B. ....	70
Figura 37 - Curva de carga do período diurno. ....	71
Figura 38 - Curva de carga do período noturno. ....	71
Figura 39 - Matriz de consumo desagregado do Hemocentro. ....	73
Figura 40 - Modelo virtual do Hemocentro. ....	73
Figura 41 - Exemplo de relatório de saída de dados da simulação realizada pelo EnergyPlus. ....	75
Figura 42 - Percentual de redução do consumo anual de energia em relação à situação de referência. ....	76
Figura 43 - Eficiência energética para fontes de luz atuais. ....	78
Figura 44 - Modelos de lâmpadas fluorescentes. ....	80
Figura 45 - Relação entre o modelo de lâmpada fluorescente e a eficiência da luminária. ....	81
Figura 46 - Possibilidades para sensores de presença. ....	82
Figura 47 - Sensores de presença com tecnologia PIR, com instalação no teto, parede e embutido, respectivamente. ....	83
Figura 48 - Sensor de presença com tecnologia ultra-sônica. ....	84
Figura 49 - Sensor de presença com tecnologia dual e respectiva fonte de alimentação. ....	85
Figura 50 - Área de cobertura do sensor dual de lente padrão e de longo alcance. ....	86
Figura 51 - Sistema de iluminação ligado e ausência de usuários. ....	88
Figura 52 - Lâmpadas de potências diferentes na mesma calha. ....	89
Figura 53 - Sistema de iluminação ligado e ausência de usuários nos corredores do Hemocentro. ....	89
Figura 54 - Histórico do consumo de energia elétrica do Hemocentro. ....	93
Figura 55 - Histórico da demanda registrada do Hemocentro. ....	93
Figura 56 - Medição do disjuntor A – Tensões AB, BC e CA. ....	97
Figura 57 - Medição disjuntor B – Correntes A, B e C. ....	98
Figura 58 - Medição disjuntor A – Correntes das fases A, B e C. ....	98
Figura 59 - . Medição do disjuntor A – Harmônicos de tensão. ....	101
Figura 60 - Valores calculados para o fator de potência do HEMOCE. ....	102
Figura 61 – Entorno construído do HemoCE. ....	109
Figura 62 – Forte presença de materiais como asfalto e concreto no entorno do HemoCE. ....	110
Figura 63 – Exemplos de aplicação dos pavimentos permeáveis. Fonte: <a href="http://www.ecodebate.com.br">www.ecodebate.com.br</a> – acesso em 08-03-2013. ....	110
Figura 64 – Presença de considerável cobertura vegetal nos jardins do HemoCE. ....	111
Figura 65 – Exemplos de utilização de telhados verdes. Fonte: <a href="http://www.institutocidadejardim.wordpress.com">www.institutocidadejardim.wordpress.com</a> – acesso em 08-03-2013. ....	112
Figura 66 – Exemplo de utilização de dispositivos de proteção solar (brises). Fonte: <a href="http://blog.gerencialconstrutora.com.br">blog.gerencialconstrutora.com.br</a> – acesso em 08-03-2013. ....	112
Figura 67 – Zoneamento das atividades do pavimento térreo. ....	113
Figura 68 – Zoneamento do 1º Pavimento HemoCE. ....	114
Figura 69 - Zoneamento do 2º Pavimento HemoCE. ....	115
Figura 70 – Espaço abaixo do heliponto (a esquerda); e área de depósito no 3º pavimento (a direita). ....	116



Figura 71 - Zoneamento do 3º Pavimento HemoCE. ....	116
Figura 72 – Lote a ser adquirido pelo HemoCE (Rua Delmiro de Faria).....	118
Figura 73: Exemplos de inserção da vegetação no espaço construído. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	121
Figura 74: Paredes Verdes, com sustentação de “caixas” metálicas. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	122
Figura 75: Exemplo de desenho de módulos de sustentação de jardins verticais. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	122
Figura 76: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	123
Figura 77: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	123
Figura 78: Exemplos de proteções solares. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	124
Figura 79: Conexão do interior com o exterior e exemplo de enfermarias humanizadas. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	125
Figura 80: Valorização do pé-direito, da luz natural e da vegetação. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	126
Figura 81: Fluidez e Transparências dos Espaços. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	126
Figura 82: Espaços lúdicos e dinâmicos pelo uso da cor e luz. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	127
Figura 83: Composições coloridas e dinâmicas para inovação dos espaços. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	128
Figura 84: Espaços externos agradáveis, com uso de madeira, pedras e vegetação. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	128
Figura 85: Espaços externos humanizados para permanência. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	129
Figura 86: Espaços integrados com divisórias de vidro. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	130
Figura 87: Espaços com estações de trabalhos e integração com jardins. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	130
Figura 88: Espaço interativo e dinâmico em Hemocentro no Japão, para atrair doadores. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	131
Figura 89: Campanha de captação de doadores com o tema MANGÁS. Fonte: www.google.com (acesso 25/03/2013). ....	132
Figura 90 – Localização dos pisos permeáveis e calçamento cerâmico destacado na cor salmão.....	133
Figura 91 – Pergolado proposto para o estacionamento da fachada Noroeste. ....	134
Figura 92 – Desenho esquemático do elemento de proteção proposto para a fachada noroeste.....	135
Figura 93 – Planta do pavimento térreo com as intervenções propostas .....	136
Figura 94 – Fluxo da doação recomendado pelo Ministério da Saúde .....	137
Figura 95 - Planta do primeiro pavimento com as intervenções propostas.....	137
Figura 96 - Planta do segundo pavimento com as intervenções propostas.....	138
Figura 97 - Planta do terceiro pavimento com as intervenções propostas.....	139
Figura 98 - Planta de cobertura com as intervenções propostas.....	140
Figura 99 – Planta do pavimento térreo do edifício anexo. ....	141



Figura 100 – Planta do 1º pavimento do edifício anexo. ....	141
Figura 101 – Planta do 2º pavimento do edifício anexo. ....	142
Figura 102 – Proposta de fachada para o edifício anexo. ....	142



**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Análise Sensorial do Conforto Ambiental ..... 20  
 Quadro 2 - Tabela de Materiais ..... 21  
 Quadro 3 - Matriz de Indicadores ..... 22  
 Quadro 4 - Análise da Temperatura do Ar (°C). ..... 25  
 Quadro 5 - Análise da umidade relativa do ar (%). ..... 26  
 Quadro 6 – Análise da velocidade média do vento ao nível do solo (m/s). ..... 27  
 Quadro 7 Análise da Dispersão de CO2 (ppm) e Diretrizes gerais. .... 27  
 Quadro 8 – Resumo da Avaliação Ambiental ..... 33

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resumo das características de temperatura e precipitações para Fortaleza - CE.. 6  
 Tabela 2 – Dados extraídos do edifício HemoCE..... 56  
 Tabela 3 – Classificação dos harmônicos de acordo com sua ordem e frequência..... 99



## APRESENTAÇÃO

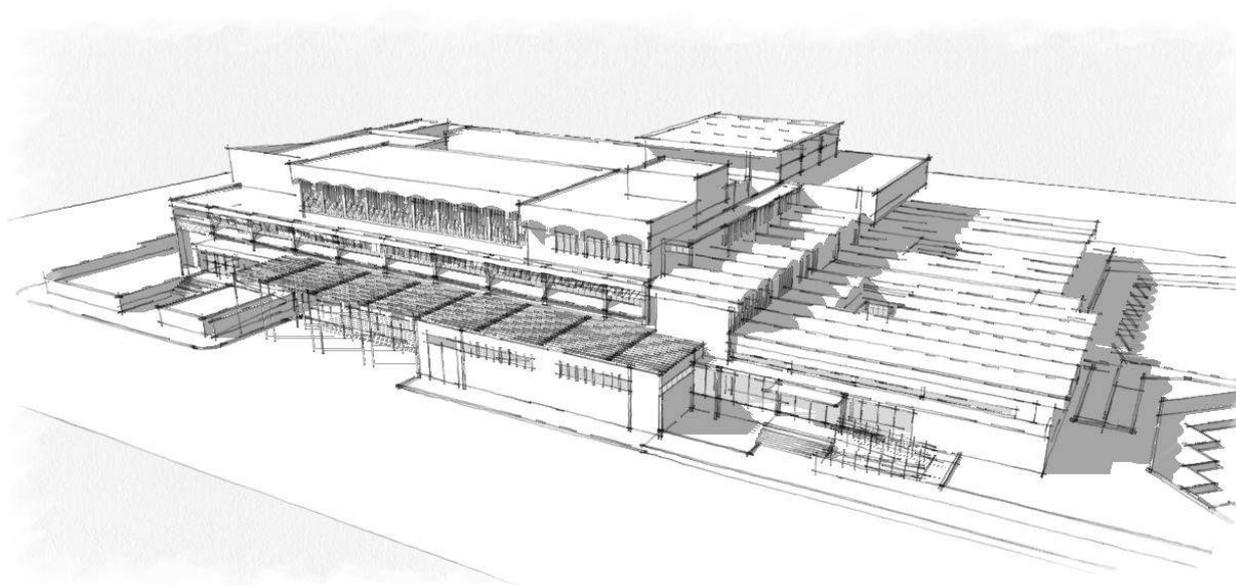
O Relatório Técnico e de atividades do projeto Hemorede Sustentável - Ministério da Saúde está composto de dois volumes. O Volume 1 do Relatório aborda os procedimentos de trabalho utilizados para diagnóstico ambiental e reabilitação do edifício do Centro de Hematologia e Hemoterapia do Ceará - HEMOCE. Desta forma, este volume foi organizado em tópicos referentes aos métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO); Diagnóstico Energético; e da Etiquetagem de Eficiência Energética. Com base nos resultados e indicativos encontrados por meio da aplicação de cada método, são apresentadas diretrizes de projeto visando à humanização, sustentabilidade e eficiência energética do espaço construído, assim como, o conforto ambiental dos usuários do edifício. O volume 2 está composto por três Anexos que abordam sucessivamente: Anexo I : Análise dos Ambientes Tipo; Anexo II: Etiquetagem de Eficiência Energética (PROCEL/INMETRO) e o Anexo III :Propostas de Intervenção.

Para a realização deste trabalho foram aplicados os métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO); Diagnóstico Energético – 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 métodos empregados para a realização deste trabalho são pautados, principalmente, pela avaliação de variáveis do projeto arquitetônico, tais como: implantação no sítio, orientação das fachadas, 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; por exemplo: a percepção dos usuários (física, emocional e sensorial). Desta forma, os métodos de avaliação escolhidos para o desenvolvimento do trabalho se caracterizam como importantes ferramentas de identificação dos aspectos mencionados.

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

A Avaliação Ambiental Integrada teve 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 usuários do edifício; avaliação da qualidade ambiental dos recintos considerando o conforto térmico, luminoso e sonoro. Nesta fase também foram realizadas simulações computacionais nos programas ENVI-met e Ecotect Analysis 2011, destinados à avaliação ambiental tanto na escala urbana como ao nível dos ambientes.

Após a realização das avaliações e análise dos dados obtidos, foram estabelecidas diretrizes tendo como enfoque o aumento da sustentabilidade e qualidade ambiental do espaço construído.

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

**PLANEJAMENTO:** levantamento de normas; definição dos equipamentos para medições *in loco*; definição dos programas computacionais a serem utilizados; definição de ambientes-tipo analisados na APO; levantamento e definição de indicadores de desempenho ambiental; condicionantes bioclimáticas locais; logística e planejamento para a execução do trabalho.

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

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

As diretrizes propostas neste estudo foram desenvolvidas dentro da fase de projeto; após a incorporação das contribuições identificadas nas etapas de Diagnóstico Energético - Retrofit e Etiquetagem de Eficiência Energética. Estas duas etapas serão abordadas ao longo deste documento. 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.



## **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 Centro de Hematologia e Hemoterapia do Ceará - HEMOCE. O edifício está localizado na Avenida José Bastos, Bairro Rodolfo Teófilo na cidade de Fortaleza – CE e apresenta área construída de aproximadamente 8.617 m<sup>2</sup>. O início de funcionamento data de 23 de novembro de 1983; e atualmente atende a população da cidade de Fortaleza e entorno, estendendo seus serviços à Maternidade Escola Assis Chateaubriand, Hospital Universitário Walter Cantídio, Instituto do Câncer do Ceará e Hospital Infantil Albert Sabin.

#### **1.1.1. Caracterização do Clima e a Arquitetura Bioclimática**

Para o início da Avaliação Pós-Ocupação com vistas à melhoria ambiental e energética da edificação, é fundamental a caracterização do clima do local. A cidade de Fortaleza localiza-se a 3° 77' Latitude Sul e 38° Longitude Oeste, situada a 19,5 m de altitude em relação ao nível do mar. A cidade apresenta um clima tropical chuvoso, definido por duas estações no ano: uma quente e relativamente chuvosa; outra de temperaturas mais amenas.

A Figura 1 apresenta as médias anuais de temperatura do ar e umidade da cidade de Fortaleza, ao longo dos anos de 1961 e 1990, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Destaca-se que a média de temperatura anual é de 30°C, com elevados níveis de umidade ao longo do ano; mantendo-se sempre acima dos 70%. A Figura 2 apresenta um gráfico os níveis anuais de chuvas para a cidade, onde é importante perceber o



período seco (Julho – Dezembro) com níveis de precipitação muito baixos (entre 50 mm e 0 mm). A Tabela 1 apresenta um resumo dos dados médios de temperatura e precipitações para a cidade de Fortaleza.

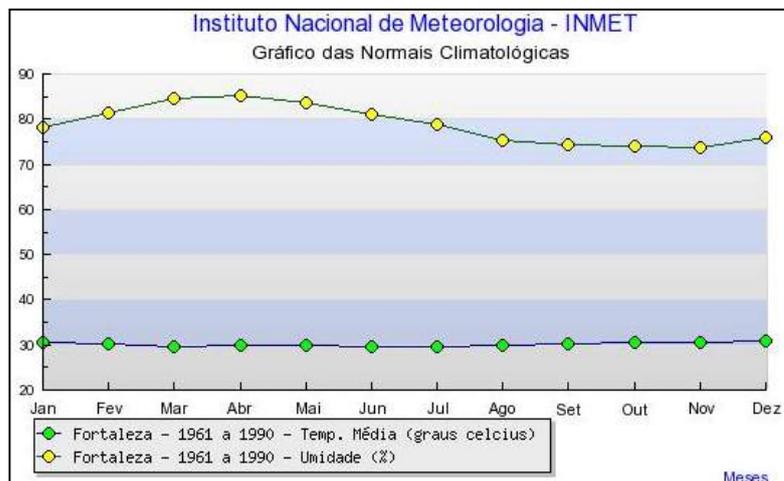


Figura 1 – Normais Climatológicas da cidade de Fortaleza - CE. Fonte: INMET (acesso em 01/03/2013).

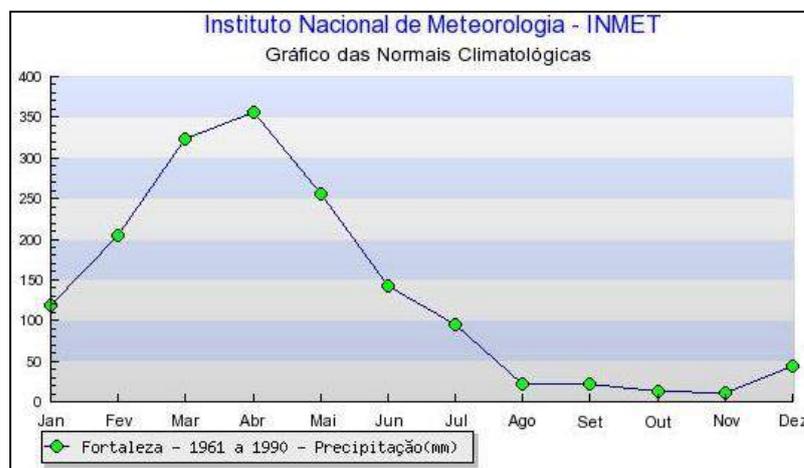


Figura 2 – Níveis de precipitação anual da cidade de Fortaleza – CE. Fonte: INMET (acesso em 01/03/2013).

Tabela 1 – Resumo das características de temperatura e precipitações para Fortaleza - CE

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima média (°C)	30,6	30,4	29,9	29,9	30,2	30,0	29,0	30,5	30,6	30,9	31,1	31,1	30,4
Temperatura mínima média (°C)	24,3	23,8	23,5	23,5	23,4	22,9	22,5	22,7	23,3	23,9	24,5	24,6	23,6
Precipitação (mm)	121,8	198,1	352,7	364,6	213,6	157,9	77,1	27,9	26,0	13,8	12,5	40,6	1606,6

Fonte: INMET, acesso em 11 de dezembro de 2012



A Figura 3 apresenta a Carta Bioclimática para as duas estações climáticas da cidade de Fortaleza (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 4 apresenta a Rosa dos Ventos com os dados de velocidades predominantes (m/s) e frequência de ocorrência (%) dos ventos; destacando os ventos predominantes Sudeste – Leste durante o ano.

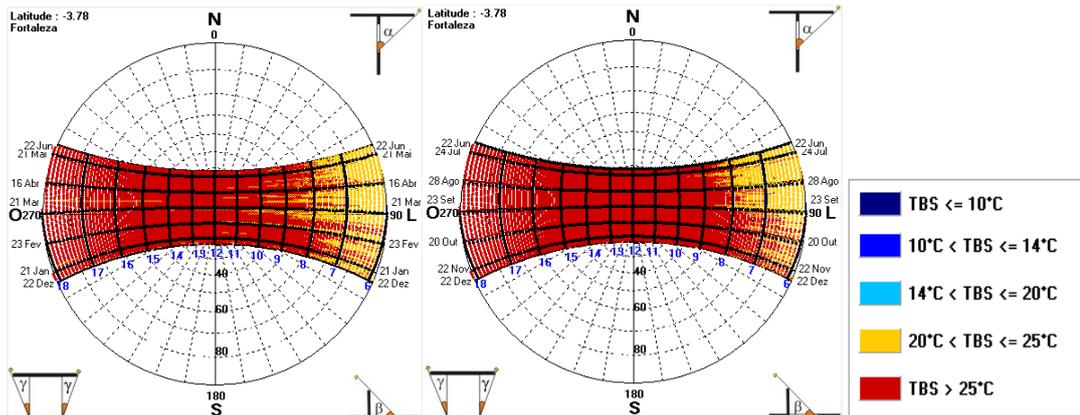


Figura 3 – Distribuição das temperaturas nas Cartas Solares para a cidade de Fortaleza, até 21 de junho e após 21 de junho. Fonte: adaptado do programa SolAr.

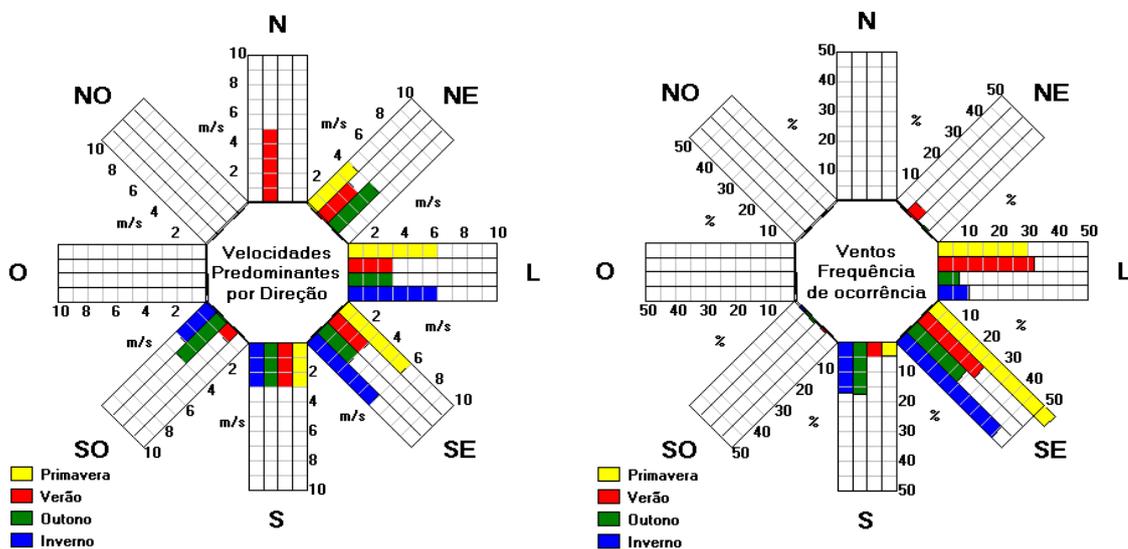


Figura 4 – Rosa dos Ventos (velocidades predominantes e frequência de ocorrência) para a cidade de Fortaleza.

Já quanto à 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. O conforto higrotérmico está relacionado à



produção de calor pelo corpo humano relativo ao 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.

Quando essa troca de calor entre o corpo humano e o meio acontece de forma equilibrada, diz-se que o indivíduo encontra-se na Zona de Conforto. É definida por um intervalo nos valores de umidade (30% e 70%) e temperatura (entre 23°C – 27°C), podendo variar, dependendo de outros fatores como, por exemplo, o efeito resfriativo do vento, região, sexo, idade, vestimenta.

As Cartas Bioclimáticas, principalmente a desenvolvida por Givoni (1994), associam informações sobre a zona de conforto térmico, clima local e as estratégias de projeto indicadas para cada período do ano (Figura 5). 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.

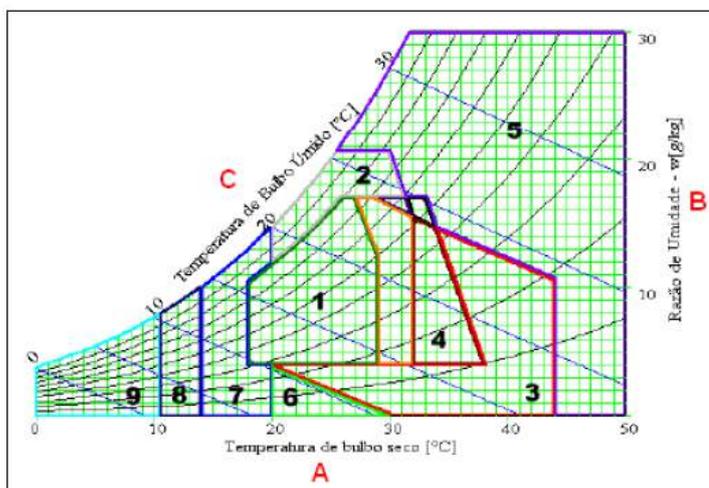


Figura 5 - A Carta Bioclimática de Givoni relaciona a temperatura seca do ar (A), razão de umidade (B) e a temperatura úmida do ar (C).

A norma brasileira para o Desempenho Térmico de Edificações (NBR 15220), em sua parte 3, propõe um Zoneamento Bioclimático para o Brasil que contém nove zonas. Cada Zona Bioclimática (ZB) apresenta diferentes características climáticas das regiões brasileiras (Figura



6). Além disso, para cada ZB são indicadas estratégias para melhorar as condições de conforto térmico no ambiente construído. Essas recomendações baseiam-se justamente na Carta Bioclimática de Givoni (1994) adaptada para as características climáticas brasileiras. As estratégias sugeridas na NBR 15220-3 estão divididas em: aquecimento artificial (calefação), aquecimento solar, massa térmica para aquecimento, desumidificação, resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento, ventilação, refrigeração artificial e umidificação do ar.

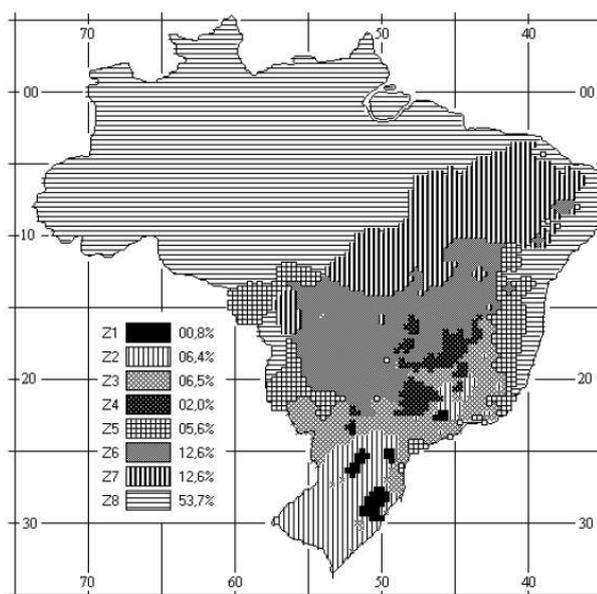


Figura 6 – Zoneamento Bioclimático brasileiro. Fonte: NBR 15220-3

A cidade de Fortaleza encontra-se presente na ZB 8, na qual NBR 15220-3 estabelece as seguintes estratégias:

- Ventilação cruzada permanente;
- Sombreamento de fachadas;
- Paredes leves e refletoras;
- Coberturas leves e refletoras.

A ventilação cruzada permanente é essencial para a promoção do efeito resfriativo e desumidificação do ar no interior dos ambientes. É importante destacar que o condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes do ano (Figura 7). Além disso, o sombreamento das aberturas, principalmente as áreas envidraçadas, utilização de superfícies leves e refletoras são estratégias fundamentais para as edificações na ZB 8.

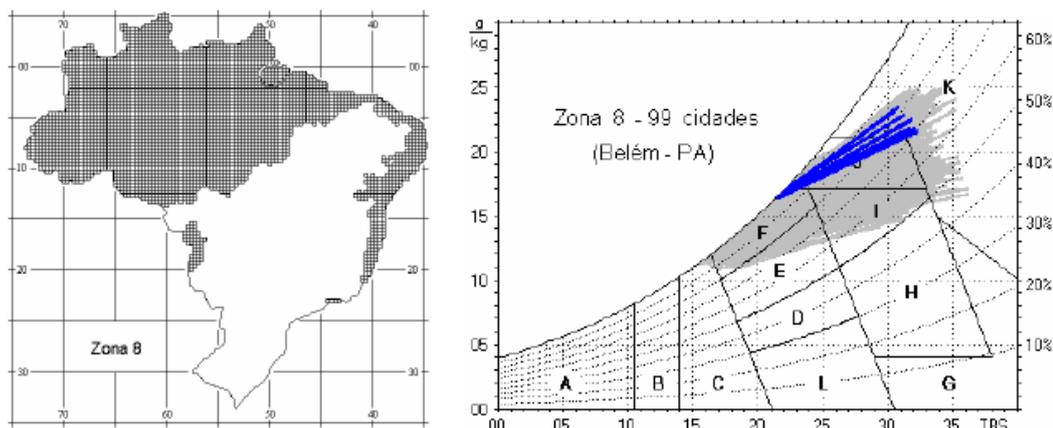


Figura 7 – Zona Bioclimática 8 e a Carta Bioclimática representando as cidades desta zona (Bélem – PA, no caso acima). Fonte: adaptado da NBR 15220-3.

### 1.1.2. Caracterização do Edifício

O Edifício do Hemocentro do Ceará localiza-se na Avenida José Bastos, no bairro de Rodolfo Teófilo, na cidade de Fortaleza - CE. A Figura 8 apresenta, delineado em amarelo, a Zona de Ocupação Preferencial 1 – ZOP1 onde está localizado o HemoCE. Segundo o Plano Diretor da cidade, a ZOP 1 caracteriza-se pela disponibilidade de infraestrutura e serviços urbanos e pela presença de imóveis não utilizados e subutilizados; destinando-se à intensificações e dinamização do uso do solo.

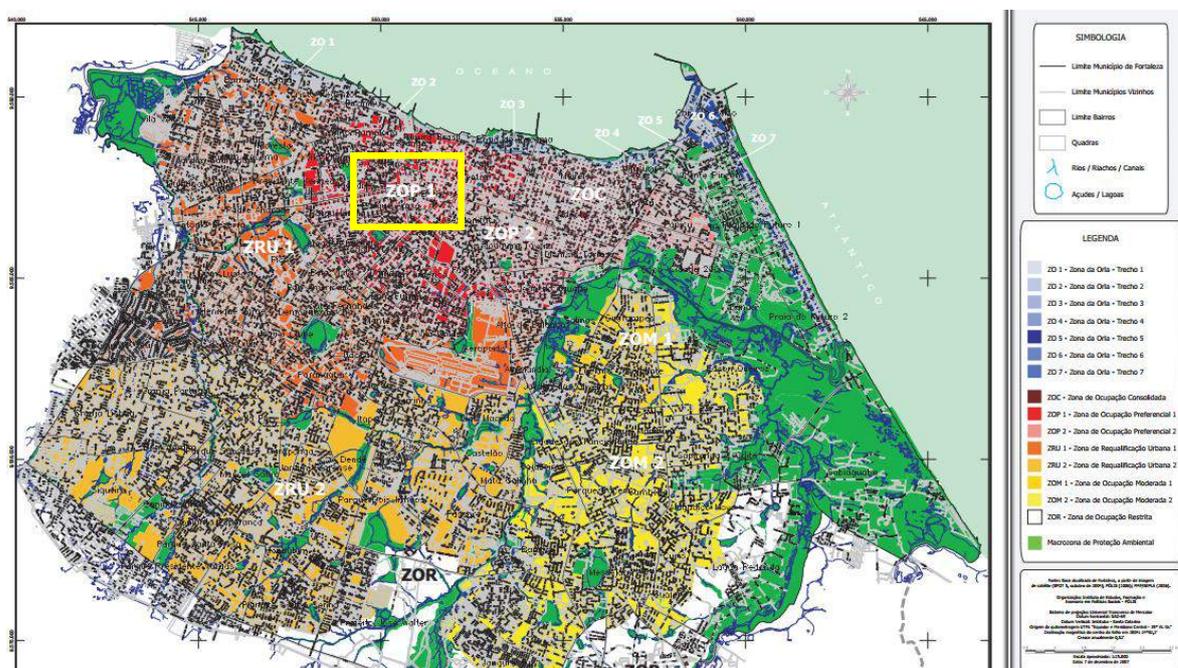


Figura 8 – Área referente a ZOP 1 – onde está localizado o Hemocentro do Ceará. Fonte: adaptado <http://www.iab.org.br/images/stories/pldiretorfortal.pdf>



O entorno do HemoCE é composto, em geral, por edificações de três pavimentos. Tais edificações são composta por prédios públicos (como a Universidade Federal do Ceará e o Hospital Universitário Walter Cantídio) e habitações unifamiliares. A Figura 9 apresenta um levantamento do entorno, destacando as edificações públicas (HemoCe em vermelho); e habitações unifamiliares.



Figura 9 – Levantamento do entorno do HemoCe. Fonte: adaptado do GoogleEarth.

O edifício do HemoCE é composto basicamente por quatro blocos unidos por um pátio central, com uma ala referente à coleta e processamento do sangue, e outra ala referente ao Hospital DIA (tratamento de doenças do sangue); compreendendo uma área construída aproximada de 8.617 m<sup>2</sup>. O edifício está distribuído em três pavimentos e um semienterrado (térreo). A Figura 10 apresenta a fachada frontal do prédio voltada para a Av. José Bastos; e a Figura 11 apresenta a fachada posterior voltada para a Rua Cap. Francisco Pedro. O projeto original do edifício se caracteriza por elementos brutalistas do modernismo; com a presença marcante do concreto e alvenaria aparentes. Possui um conceito bioclimático apropriado para as características do clima local, onde as orientações das fachadas, posicionamento das áreas de vidro, pátios internos, etc. foram bem empregados.



Figura 10 – Imagens das fachadas frontal do HemoCE (Av. José Bastos).



Figura 11 – Fachada posterior do HemoCE (Rua. Cap. Francisco Pedro).

## 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. 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 Ceará foram escolhidos 21 ambientes tipo, distribuídos da seguinte forma:

- **Térreo:** Material Técnico/Farmácia [1]; Zeladoria [2]; Cantina VIP [3]; Biblioteca [4].
- **1º Pavimento:** Espera Doador [5]; Consultório 03 [6]; Cantina/Lanchonete [7]; Coleta [8]; Chefia 01 [9]; Chefia 02 / Repouso [10]; Banco do Cordão Umbilical [11]; Serviço pessoal [12]; Diretoria Administrativa [13]; Secretaria da Dir. Geral e Administrativa [14]; Chefia 03 [15]; Expurgo da Esterilização [16].
- **2º Pavimento:** Sala de aula [17]; NAT [18]; Faturamento [19]; Biologia Molecular [20].
- **3º Pavimento:** Apartamento Visitante [21].

A Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15 apresentam os ambientes-tipo demarcados nas plantas de cada pavimento.

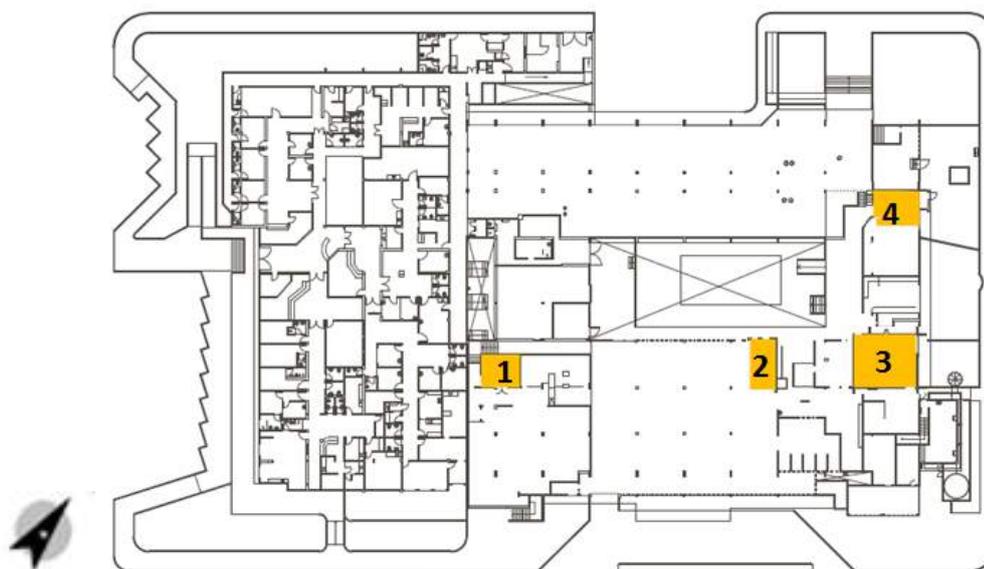


Figura 12 – Planta do Pav. Térreo HemoCE.

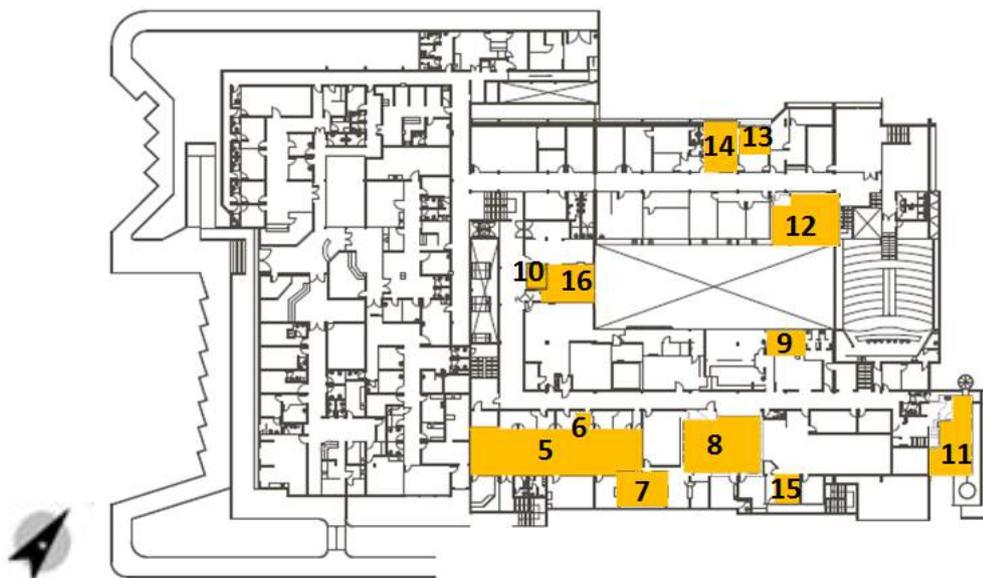


Figura 13 – Planta do 1º Pavimento do HemoCE.

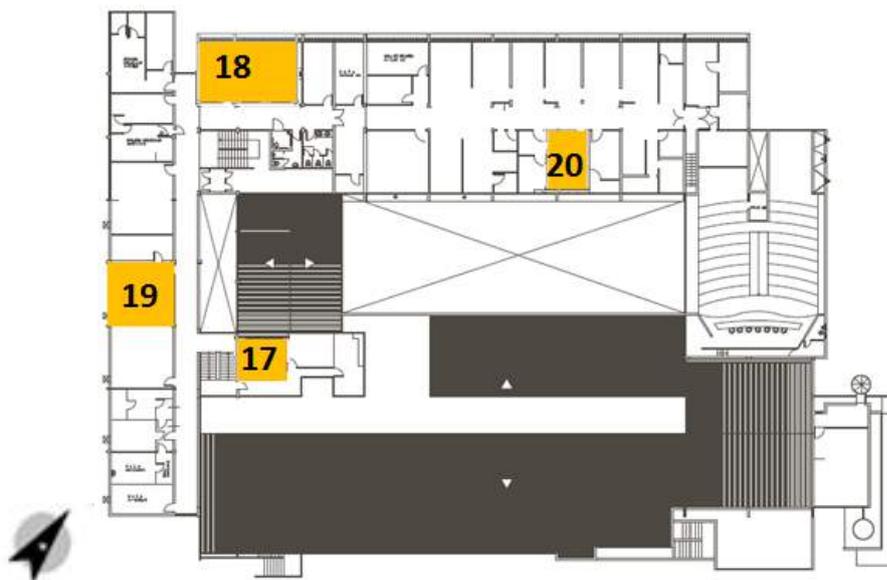


Figura 14 – Planta do 2º Pavimento do HemoCE.

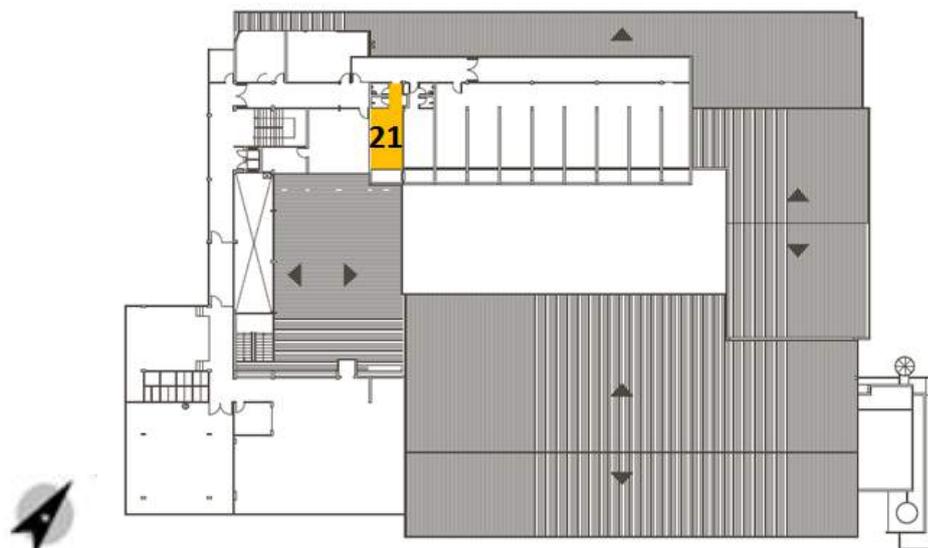


Figura 15 – Planta do 3º Pavimento do HemoCE.

### 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 levantados 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 16 apresenta os equipamentos utilizados nas medições.



Figura 16 – 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 17). 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 50m<sup>2</sup>) e 2,0m X 2,0m (em ambientes acima de 50m<sup>2</sup>). 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.

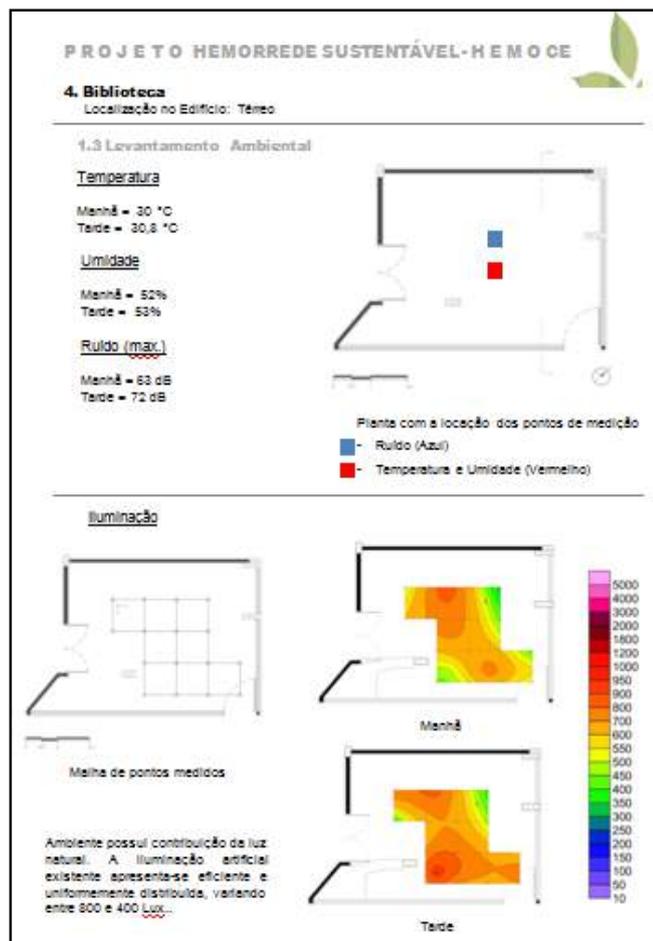


Figura 17 – Modelo de ficha de avaliação e análise ambiental dos ambientes-tipo.

Para cada ambiente tipo foram estabelecidos dois períodos para as medições *in loco* (matutino e vespertino). 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 dos indicadores foram considerados atributos quanto à simplificação, quantificação, comunicação, validade e pertinência (que qualificam o indicador) relacionados com 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 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	muito abaixo do necessário		RUIDOS	EXTERNOS	acima do aceitável		
	agradável				abaixo do necessário				aceitável		
quente		adequado				fora do ambiente					
muito quente		acima do necessário				difuso					
frio		uniforme			inteligível						
VENTIL.	bem ventilado			LUMINÂNCIA	desuniforme			INTERNOS	esforço na fala		
	ventilado				áreas de sombras				acima do aceitável		
	pouco ventilado				áreas de níveis excessíveis				aceitável		
	sem ventilação				áreas de reflexão				do próprio ambiente		
UMIDADE	acúmulo de umidade			LUMINÂNCIA	uniforme			TIPOS DE FONTE	esforço na fala		
	presença de bolor		desuniforme			contínuo com poucas variações					
	adequado		ofuscamento usuário			contínuo com flutuações e picos					
	seco		ofuscamento visitante			contínuo e altas intensidades					
RADIÇÃO	muito seco		VISIBILIDADE DO EXTERIOR	contrastes altos		REVERBERAÇÃO	impulsivo ou intermitente				
	penetração direta face:			contrastes médios			conversaço				
	penetração direta plano de trabalho			contrastes baixos			alta (sala viva)				
	ganhos de calor equipamentos			transparente			medianamente viva				
	ganhos de calor por vedações verticais			translúcida			média				
	ganhos de calor pela cobertura			não existe			medianamente surda				
	ganhos de calor por ocupação			agradável			baixa (sala surda)				
	inércia térmica			desagradável			prejuízo da inteligibilidade				
	boa inércia térmica			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:												
<b>VEDAÇÃO</b>												
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					
		CIRC.	ORIENTAÇÃO	RUA	Esquadria		Metal Bege		Alumínio			
					P	M	G	Cortina		Persiana		Outro
	Vidro			P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado		
		I	M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.				
	RUA	ORIENTAÇÃO	Porta	Madeira		Simples		Dupla				
				PVC	Vidro	Abrir	Correr	Vai-Vem	Pivot.			
				Alumínio		Com Visor		Com Guichê				
	PAREDE EXT.	ÁREA VERDE	N	Protetores Solares		Brises		Beiral		Chapa Metálica		
L				Alvenaria		Pintura		Cerâmica		Fórmica		
				Cor Branca		Cor Bege		Outra cor				
S			Divisória		PVC		Aglomerado					
CIRC.			ORIENTAÇÃO	RUA	Esquadria		Metal Bege		Alumínio			
					P	M	G	Cortina		Persiana		Outro
		Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado		
I			M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.				
RUA		ORIENTAÇÃO	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					
	CIRC.		ORIENTAÇÃO	RUA	Esquadria		Metal Bege		Alumínio			
					P	M	G	Cortina		Persiana		Outro
		Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado		
	I		M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.				
	RUA	ORIENTAÇÃO	Porta	Madeira		Simples		Dupla				
				PVC	Vidro	Abrir	Correr	Vai-Vem	Pivot.			
				Alumínio		Com Visor		Com Guichê				
	PAREDE EXT.	ÁREA VERDE	N	Protetores Solares		Brises		Beiral		Chapa Metálica		
L				Alvenaria		Pintura		Cerâmica		Fórmica		
				Cor Branca		Cor Bege		Outra cor				
S			Divisória		PVC		Aglomerado					
CIRC.			ORIENTAÇÃO	RUA	Esquadria		Metal Bege		Alumínio			
					P	M	G	Cortina		Persiana		Outro
		Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado		
I			M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.				
RUA		ORIENTAÇÃO	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					
	CIRC.		ORIENTAÇÃO	RUA	Esquadria		Metal Bege		Alumínio			
					P	M	G	Cortina		Persiana		Outro
		Vidro		P	M	G	Transp.	Jateado	Película	Pintado		
	I		M	S	Abrir	Correr	Basc.	Pivot.				
	RUA	ORIENTAÇÃO	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
		Parede					
	Teto	Divisória/ Fórmica Vidro					
15H	Piso	Superf. \ Orient.		Norte	Sul	Leste	Oeste
		Parede					
	Teto	Divisória/ Fórmica Vidro					



Quadro 3 - Matriz de Indicadores

BLOCO:																																					
AMBIENTE:																																					
		ELEMENTOS DA EDIFICAÇÃO / COMPONENTES			VEDAÇÕES						ABERTURAS			PROT. SOL.		PISO		FORRO		EQUIPAMENTOS				MOBILIÁRIO		INDICADOR											
SITUAÇÃO		PLANTA	CORTE	Alvenaria com pintura	Alvenaria com cerâmica	Alvenaria com fôrmica	Divisória de PVC	Divisória de aglomerado	P M G	P M G	P M G	P M G	P M G	P M G	I M S	A C B P	Brises	Bairral	Chapa Metálica	Fevitex	Cerâmica	Alta Resistência	Piso Elevado	Ferro	Luminária		Split / Ar condicionado	Computador / Impressora	Telefone/ Fax	Ventilador / Exaustor	Centrifuga	Freszer / Geladeira / Frigorifer	Microondas	Televisão / Som	Bancada de Granito	Lavatório	Mesa/ Banco/ Mica/ Sofá/ Cadeira
CONFORTO	TÉRMICO	TEMPERATURA																																			
		4. Agradável 3. Quente 2. Muito quente 1. Frio																																			
		VENTILAÇÃO																																			
		4. Bem ventilado 3. Ventilado 2. Pouco ventilado 1. Sem ventilação																																			
		UMIDADE																																			
	4. Adequado 3. Seco 2. Acúmulo de umidade 1. Presença de bolor																																				
	FATOR SOLAR - PROTEÇÃO																																				
	4. Baixo (prot. alta) 3. Médio (prot. média) 2. Alto (pr. baixo) 1. Muito alto (sem proteção)																																				
	INÉRCIA																																				
	4. Alta 3. Média 2. Baixa 1. Muito baixa																																				
GANHOS DE CALOR POR EQUIPAMENTOS OU PESSOAS																																					
4. Baixo 3. Médio 2. Alto 1. Muito alto																																					
LUMINOSO	ILUMINÂNCIA																																				
	4. Adequada / Uniforme 3. Abaixo do necessário ou acima do necessário / Desuniforme																																				
	2. Muito abaixo ou muito acima / área de sombra 1. Muito precária / área de sombra																																				
LUMINÂNCIA																																					
4. Contrastes baixos 3. Contrastes médios 2. Contrastes altos / ofuscamento incômodo																																					
1. Contrastes muito alto / ofuscamento cegante																																					
VISIBILIDADE DO EXTERIOR																																					
4. Abertura grande / agradável 3. Abertura média 2. Abertura pequena 1. Inexistente																																					
SONORO	RUIDOS EXTERNOS																																				
	4. Adequado 3. Aceitável / contínuo com pouva variação 2. Acima do aceitável / contínuo com picos ou inteligíveis 1. Muito acima do aceitável / impulsivo ou intermitente																																				
	RUIDOS INTERNOS																																				
4. Adequado 3. Aceitável / contínuo com pouva variação 2. Acima do aceitável / contínuo com picos ou inteligíveis 1. Muito acima do aceitável / impulsivo ou intermitente																																					
REVERBERAÇÃO																																					
4. Média / adequada 3. Medianamente surda 2. Medianamente viva 1. Alta																																					

LEGENDA: Dimensões: (P) pequena, (M) média e (G) Grande; Posição: (T) total, (S) superior, (M) meio e (I) inferior; Tipo: (A) abrir, (C) correr, (B) basculante e (P) pivotante.



**1.2.3. 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 18). 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 18 – 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 19 apresenta o modelo computacional desenvolvido.

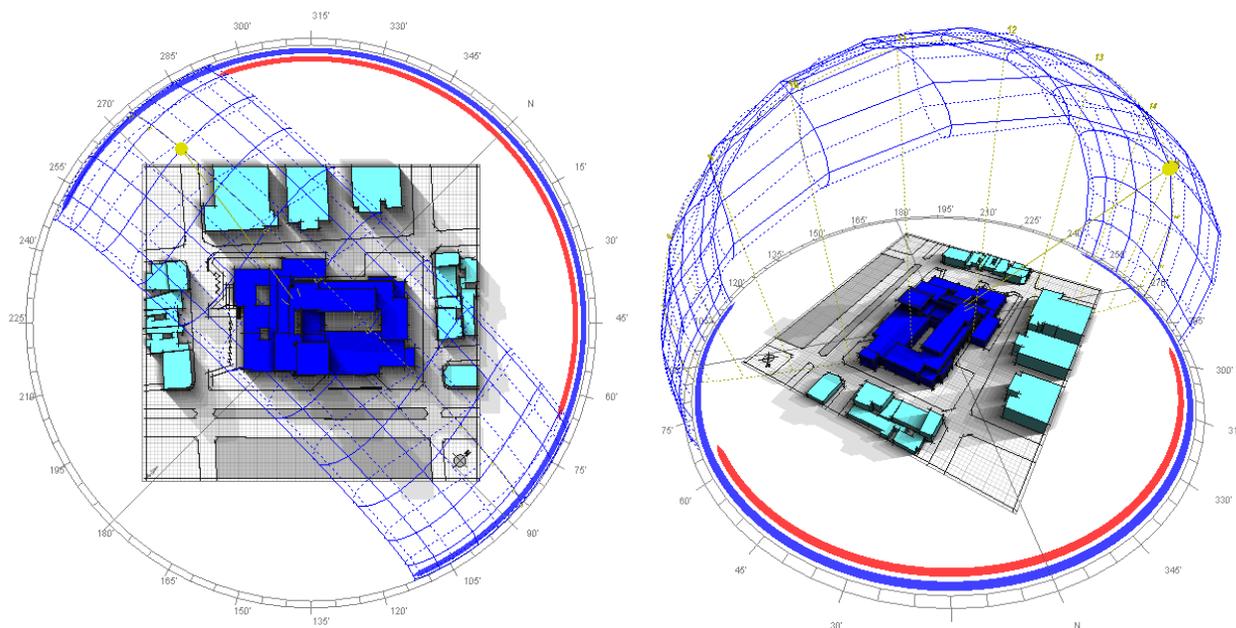


Figura 19 – Modelo da edificação e entorno desenvolvido no programa Ecotect 2011.

### 1.3. DIAGNÓSTICO

#### 1.3.1. Avaliação do Entorno

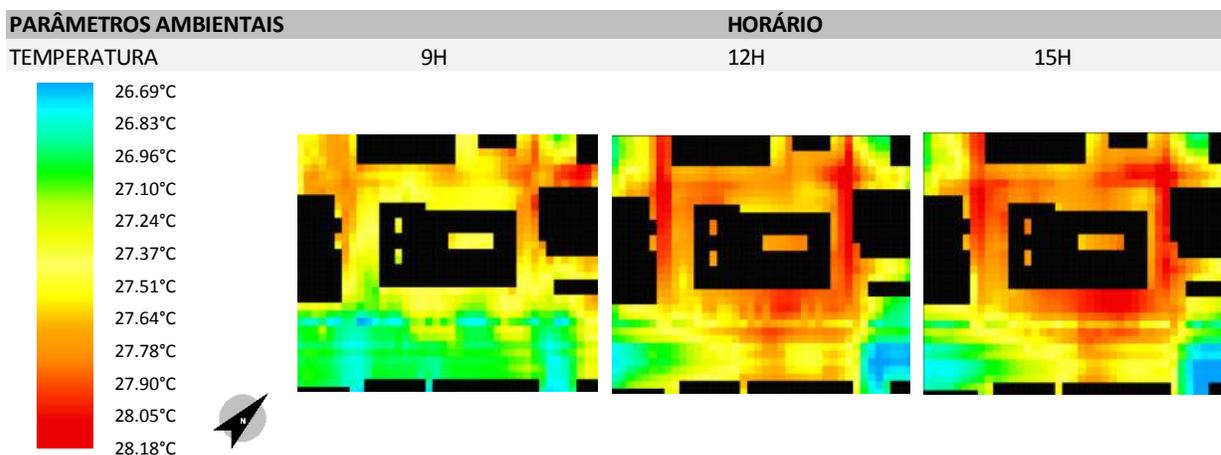
##### Temperatura

A temperatura na área analisada variou de 26.69°C a 28.18°C (Quadro 4), apontando uma pequena amplitude térmica ao longo do dia. A variação se deve, principalmente, aos seguintes fatores: incidência de radiação direta; materiais que compõe as superfícies; e a vegetação. Pela manhã (9 horas) foram encontrados os maiores trechos da área onde a temperatura do ar é mais amena. Tal trecho se localiza próximo à fachada onde há maior quantidade de superfície permeável e arborização (trecho Leste-Sul). Por outro lado, no trecho Noroeste, onde predomina superfícies em concreto/asfalto e não há vegetação de grande porte, pode-se



observar a elevação da temperatura do ar já nas primeiras horas do dia. A partir das 12 horas a temperatura do ar se eleva aos níveis máximos principalmente nos trechos próximos as vias; onde a presença do asfalto e a falta de arborização contribuem decisivamente para tal elevação. Esta elevação da temperatura do ar de 26,6 °C para 28,2 °C afeta diretamente o edifício em estudo, em como seu entorno imediato.

Quadro 4 - Análise da Temperatura do Ar (°C).



### Umidade Relativa

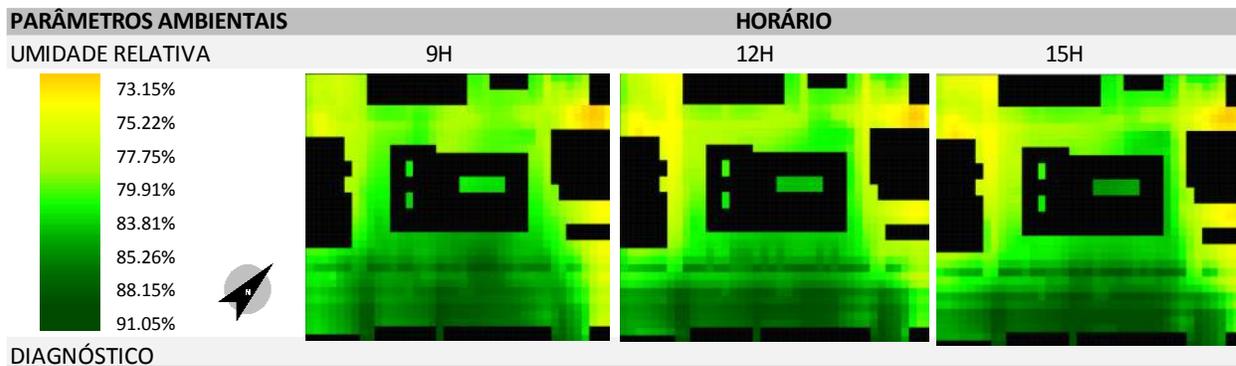
A umidade relativa na área analisada variou de 73.15% a 91.05% em relação aos materiais superficiais (Quadro 5). Essa variação ocorreu principalmente devido a presença de árvores de grande porte na área sudeste, em contraste com a menor presença desse tipo de vegetação na área noroeste.

Percebe-se que há uma diminuição da umidade relativa do ar ao longo do dia, com o aumento das cores amarelo e verde claro em todo o gráfico. No entanto, o clima local (tropical, quente e úmido) não possui grande influência na diminuição desse fator, visto que ao longo do dia ocorreram poucas variações.

Já o tipo de material de superfície possui influência maior na distribuição de cores no gráfico, e como consequência, na variação da umidade relativa do ar na área em estudo. Logo, fica clara a importância do estudo dos materiais empregados nas áreas urbanas. O uso de materiais absorventes pode ocasionar a diminuição da qualidade do ar do ambiente ao longo do dia.



Quadro 5 - Análise da umidade relativa do ar (%).



### Velocidade dos Ventos

A ventilação na área analisada variou de 0.75m/s a 3.23m/s em relação à disposição dos elementos urbanos do entorno (Quadro 6). Essa variação ocorre devido aos diferentes efeitos que a velocidade inicial do vento sofre ao encontrar com as edificações.

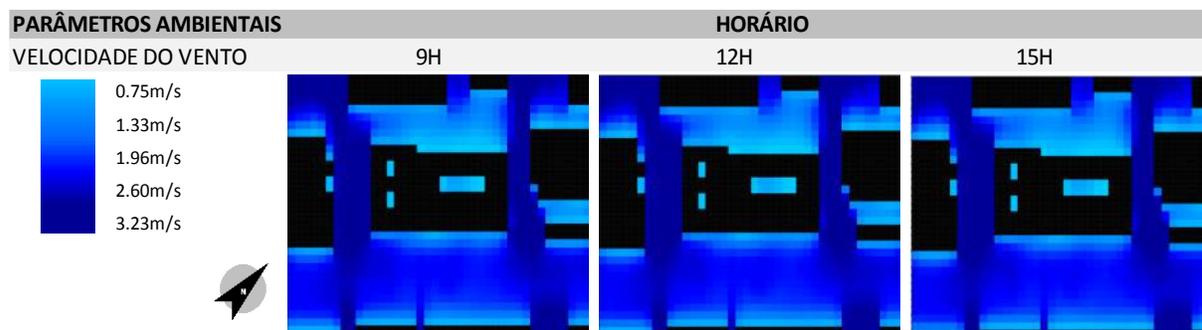
O vento dominante (Leste) sofre mudanças com a presença de barreiras no sentido leste/oeste. Nesse sentido, foram percebidos e analisados alguns efeitos do vento na área em estudo como o efeito pátio, a sombra de vento e o efeito *canyon*. O efeito pátio pode ser percebido na parte noroeste no gráfico, na cor ciano, onde se encontra o vento estagnado entre os edifícios. O efeito é agravado devido a grande proximidade das edificações (baixa relação w/h).

O efeito sombra de vento se faz evidente na parte sudeste do gráfico na cor azul clara. O efeito ocorre devido ao vento encontrar obstruções que desviam uma parte pela lateral e outra pela parte superior do edifício, criando na superfície posterior uma sombra de vento. No local em questão o efeito é agravado pela atividade antropogênica existente na região. O calor acumulado diminui a quantidade de trocas no ambiente, afetando a velocidade do vento.

Já o efeito *canyon* pode ser percebido na cor azul escura. O impulso inicial do vento dominante é modificado e ganha aceleração devido à composição espacial da malha urbana, gerando áreas de vento acelerado. Assim, percebe-se que há a criação de corredores de vento entre as edificações. Logo é evidente que alterações da velocidade inicial e direção dos ventos dominantes, são de suma importância na questão do conforto térmico e qualidade de vida no local.



Quadro 6 – Análise da velocidade média do vento ao nível do solo (m/s).



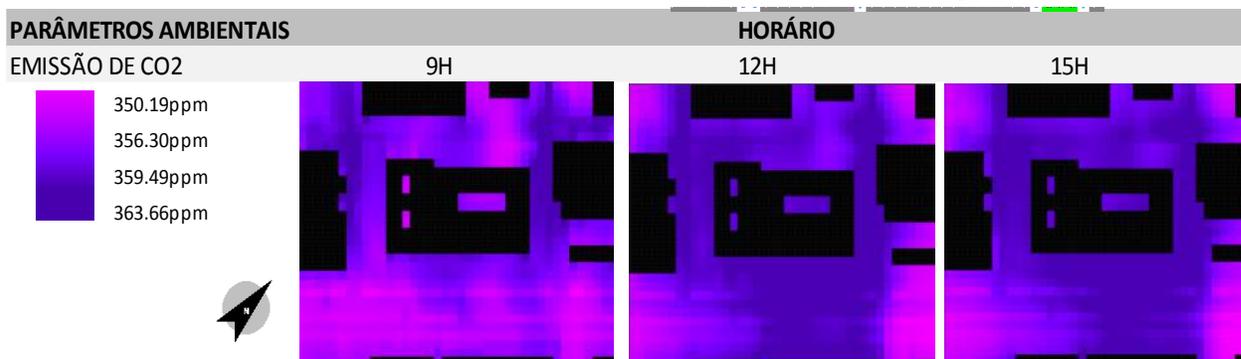
Dispersão de CO2

A emissão de CO2 na área analisada variou de 350.19 ppm a 363.66 ppm em relação as horas do dia (Quadro 7). Essa variação ocorreu principalmente devido ao tráfego de automóveis e da atividade antropogênica existente ao longo do dia.

Pode-se notar que pela manhã a presença de árvores de grande porte diminui a quantidade de CO2 existente no ar na parte sudeste do gráfico, representada pela cor magenta, em contraste com a menor presença desse tipo de vegetação no restante da área.

No entanto, ao longo do dia, com o aumento do fluxo de pessoas e carros nas vias ao redor do HEMOCE, percebe-se que há um aumento da quantidade de gás CO2 emitido, com a distribuição da cor roxa em todo o gráfico. Assim, fica clara a importância de se projetar pensando no uso de vegetação adequada pra o tipo de utilização do edifício, bem como do seu entorno. A presença de vegetação possui grande influência na distribuição de cores no gráfico, e como consequência, pode amenizar a variação da emissão de CO2 na área em estudo e melhorar a qualidade do ar do local.

Quadro 7 Análise da Dispersão de CO2 (ppm) e Diretrizes gerais.





### 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*<sup>1</sup> 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, foram identificados alguns ambientes são climatizados artificialmente, e outros (em menor quantidade) sem climatização artificial. Dessa forma, em termos de temperatura e umidade do ar, foram detectados apenas 3 ambientes tipo com níveis muito elevados (acima de 29 °C) – Cantina VIP [3]; Biblioteca [4]; e Apartamento dos Visitantes [21]. Em nenhum ambiente foi detectado percentual de umidade relativa do ar acima de 55%, segundo o recomendado por norma entre 30% e 70%.

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 20 e Figura 21 exemplificam como foi analisada a incidência de radiação solar no plano ao nível do solo e sobre as fachadas, tendo como pior cenário a fachada noroeste. Desta forma, as simulações balizaram as proposta de elementos de proteção solar (brises) descritas no tópico que aborda as propostas de projeto e no Anexo III (ver volume 2).

---

<sup>1</sup> 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.

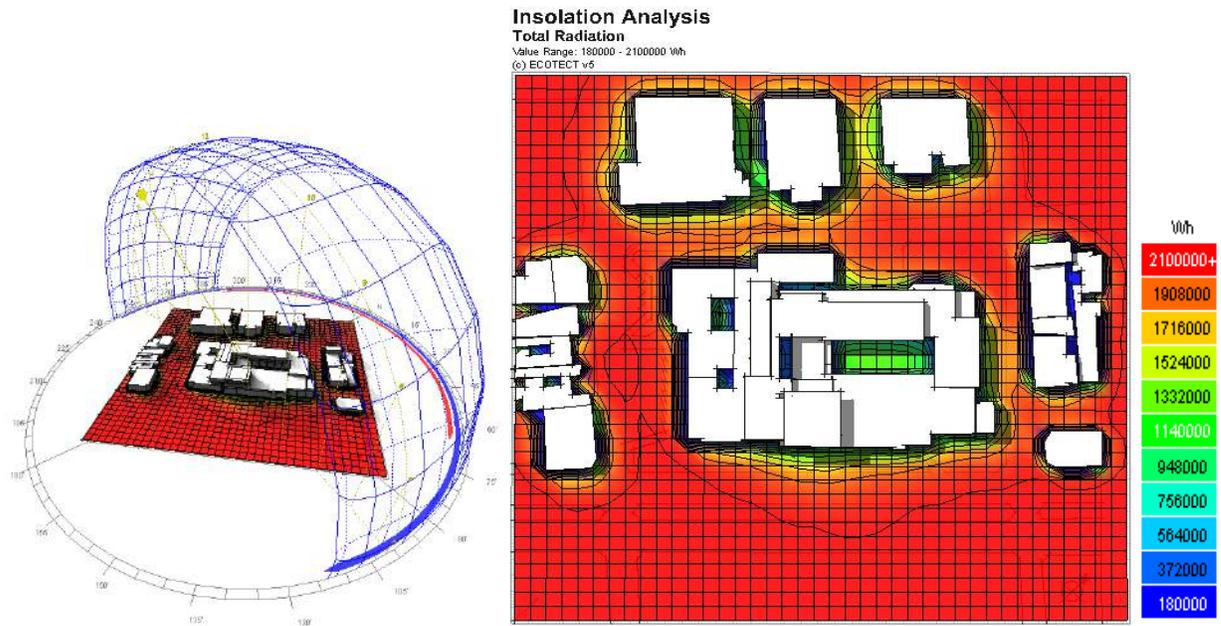


Figura 20 – Exemplo da avaliação de incidência de radiação solar no plano ao nível do solo.

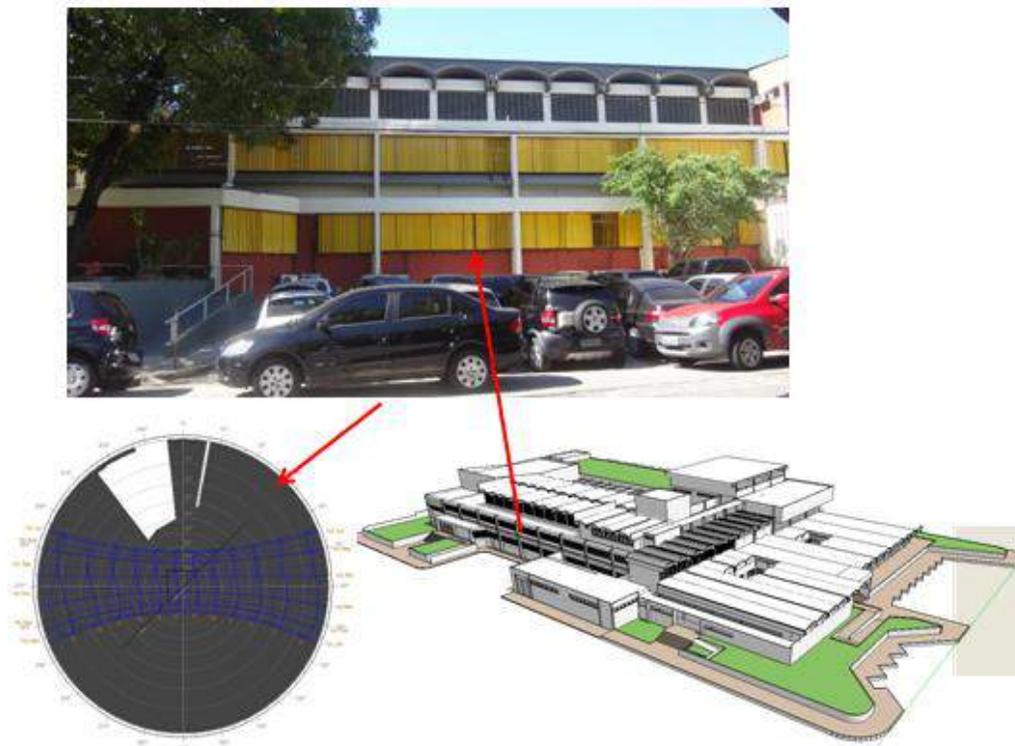


Figura 21 – Avaliação da incidência da radiação solar na fachada noroeste



#### 1.3.4. Conforto Luminoso

##### Iluminação Natural:

Como já mencionado, o projeto inicial do edifício do HemoCE utiliza bem as orientações e a distribuição das superfícies envidraçadas. Isto possibilita a utilização da iluminação natural nos ambientes, desde que esta utilização seja bem dimensionada tendo em vista as características do clima local. Outro ponto a ser observado é a filtragem da luz natural para que não haja excesso (acima de 2.000 lux) e, conseqüentemente, ofuscamento dos usuários do espaço (fato identificado na Cantina VIP [3], por exemplo). Outro ponto importante é a identificação da possibilidade de integração entre a luz artificial e natural, onde simples sistema de acendimento diferenciado de luminárias próximas às janelas, pode representar economia considerável de energia elétrica.

Os resultados das simulações do potencial de aproveitamento de luz natural apontaram grande percentual de horas no ano onde a iluminação natural atenderia aos valores de iluminâncias estabelecidos por norma (NBR 5413), para o correto desempenho de atividades relacionadas a hospitais (ver simulações no Anexo I – volume 2). A Figura 22 e Figura 23 exemplificam os resultados obtidos por meio das simulações de Autonomia de Luz do Dia – Daylight Autonomy, nos ambientes tipo analisados. A autonomia de luz do dia representa o percentual de horas no ano em que a luz natural supre o nível de iluminância (Lux) desejado em um determinado ambiente.



Figura 22 – Zeladoria [2] no pavimento Térreo, atualmente com a janela tapada por papelão.

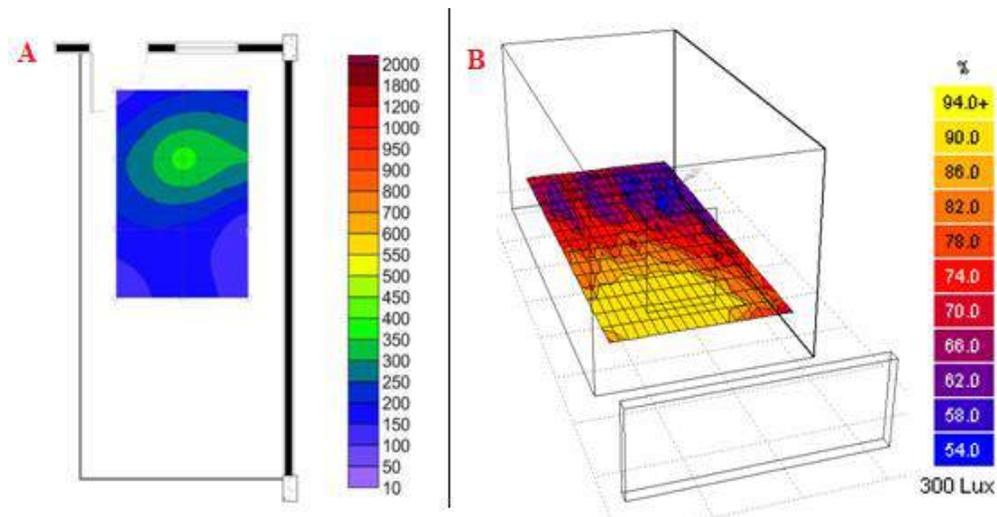


Figura 23 – A) Níveis de iluminação atuais (luz artificial) em Lux – B) Percentual de autonomia de luz do dia (para 300 lux) com a janela desobstruída.

### 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 (Figura 24). 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). Os dados das medições de iluminação podem ser vistos no Anexo II.

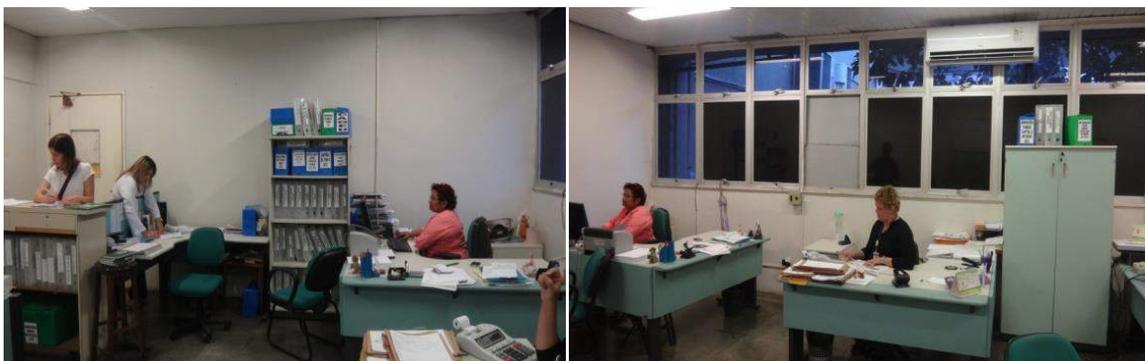


Figura 24 – Serviço Pessoal [12] no 1º Pavimento como exemplo de ambiente com baixos níveis de iluminação e uniformidade.



### 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 12 dB (A) acima do permitido; valor que pode perturbar o desempenho de tarefas onde existe a necessidade de concentração. O ruído é proveniente, principalmente, equipamentos de ar condicionado e equipamentos utilizados para atividades laboratoriais (Figura 25). No Anexo II (ver volume 2) são apresentadas os ambientes onde foram medidos o nível de ruído e os pontos de medição.



Figura 25 – Equipamento de ar condicionado defasado e equipamentos laboratoriais como principais fontes 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 8 e **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Todas às análises gráficas dos ambientes-tipo foram compiladas no Anexo I (ver volume 2).



Quadro 8 – Resumo da Avaliação Ambiental

AMBIENTES AVALIADOS (CONFORTO TÉRMICO, LUMINOSO E ACÚSTICO)								
TÉRREO	AMB. 01 - Material Técnico/ Farmácia							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	27,7	50	62	350	50	200	0,25
	T	25,2	50	62	350	50	200	0,25
	AMB. 02 - Zeladoria							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	28,7	55	-	350	50	200	0,25
	T	28	54	-	300	10	155	0,06
	AMB. 03 - Cantina VIP							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	29,5	53	68	1000	50	525	0,10
	T	30,3	55	63	800	10	405	0,02
	AMB. 04 - Biblioteca							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	30	52	68	800	300	550	0,55
	T	30,8	53	72	800	300	550	0,55
	AMB. 05 - Espera Doador							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	27	46	77	300	10	155	0,06	
T	28	44	70	300	50	175	0,29	
AMB. 06 - Consultório 03								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	26,7	52	-	150	150	150	1,00	
T	27,5	52	-	150	150	150	1,00	
AMB. 07 - Cantina/Lancheonete								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	26	43	65	400	10	205	0,05	
T	27,2	40	65	400	10	205	0,05	
AMB. 15 - Chefia 03								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	25,9	46	-	350	250	300	0,83	
T	25,9	46	-	350	250	300	0,83	
AMB. 16 - Expurgo da Esterilização								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	25	43	72	1800	200	1000	0,20	
T	25	50	72	450	50	250	0,20	
AMB. 17 - Sala de Aula								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	27	47	-	400	50	225	0,22	
T	27	47	-	400	50	225	0,22	
AMB. 18 - NAT								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	24	47	76	450	150	300	0,50	
T	26	33	76	450	150	300	0,50	
2º ANDAR	AMB. 19 - Faturamento							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	27	45	-	400	200	300	0,67
	T	27	45	-	400	200	300	0,67
	AMB. 20 - Biologia Molecular							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	25	50	-	400	150	275	0,55	
T	28	55	-	400	150	275	0,55	
3º ANDAR	AMB. 21 - Apartamento Visitante							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	27,2	54	-	400	10	205	0,05	
T	29,7	53	-	400	50	225	0,22	
1º ANDAR	AMB. 08 - Coleta							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	26	40	71	450	200	325	0,62
	T	26,8	42	63	450	200	325	0,62
	AMB. 09 - Chefia 01							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	26	35	-	200	50	125	0,40
	T	26	37	-	200	50	125	0,40
	AMB. 10 - Chefia 02 (Repouso)							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	25	46	-	450	10	230	0,04
	T	26	44	-	450	10	230	0,04
	AMB. 11 - Banco do Cordão Umbilical							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
	M	25,7	38	60	1800	350	1075	0,33
	T	28	55	64	1200	50	625	0,08
	AMB. 12 - Serviço Pessoal							
		Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi
M	25,3	45	60	400	200	300	0,67	
T	26,9	51	60	400	200	300	0,67	
AMB. 13 - Diretoria Administrativa								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	25,7	38	60	400	50	225	0,22	
T	28	55	64	400	150	275	0,55	
AMB. 14 - Secretaria da Dir. Geral e Administrativa								
	Tar (°C)	UR (%)	Ruído (dB)	Imax (lux)	Imin (lux)	Im (lux)	Uoi	
M	27,7	43	-	450	50	250	0,20	
T	25	45	-	400	50	225	0,22	

<span style="background-color: red; color: white;">■</span>	Temperatura fora do intervalo de 18°C e 29°C
<span style="background-color: orange;">■</span>	Umidade do ar fora do intervalo de 20% e 80%
<span style="background-color: green;">■</span>	Ruído acima de 40
<span style="background-color: yellow;">■</span>	Iluminância acima de 2000 lux
<span style="background-color: blue;">■</span>	Iluminância abaixo de 100 lux
<span style="background-color: purple;">■</span>	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 necessitam principalmente de tratamento contra o ruído e para melhorar os níveis de iluminâncias. Os resultados por ambiente pode ser visualizado ao do Anexo I.

Abaixo são apresentados alguns gráficos obtidos através do tratamento dos dados coletos dos questionários aplicados a 72 funcionários dos ambientes tipo. O Gráfico 1 e Gráfico 2 apresentam algumas características importantes no perfil dos usuários entrevistados em percentuais totais. Tais características (sexo, idade, vestimenta) possuem forte influência nos resultados. Foi identificado que mais de 80% dos funcionários são do sexo feminino, aproximadamente 40% estão na faixa de 26 – 45 anos e 46 – 59 anos. A vestimenta geralmente é leve (60%) e aproximadamente 60% dos funcionários trabalham de manhã e a tarde.

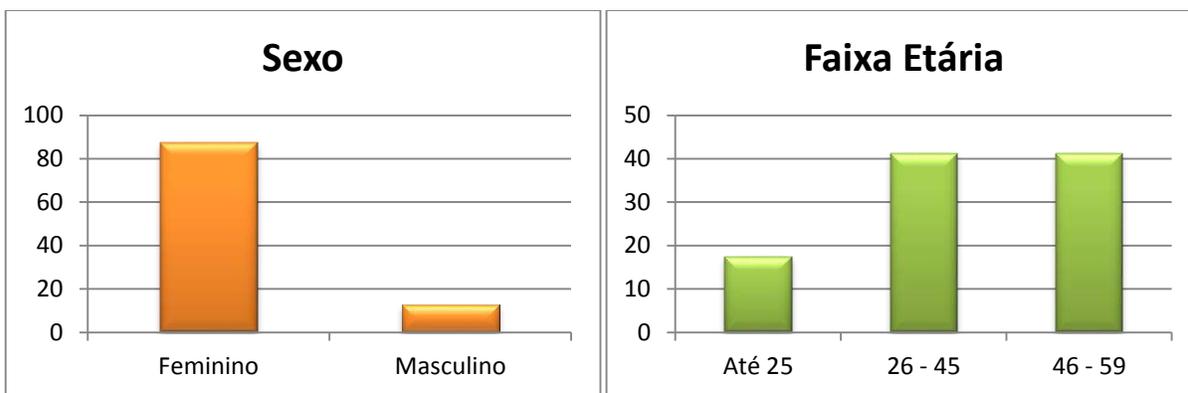


Gráfico 1 – Perfil dos usuários entrevistados (sexo e idade em percentagem total %).

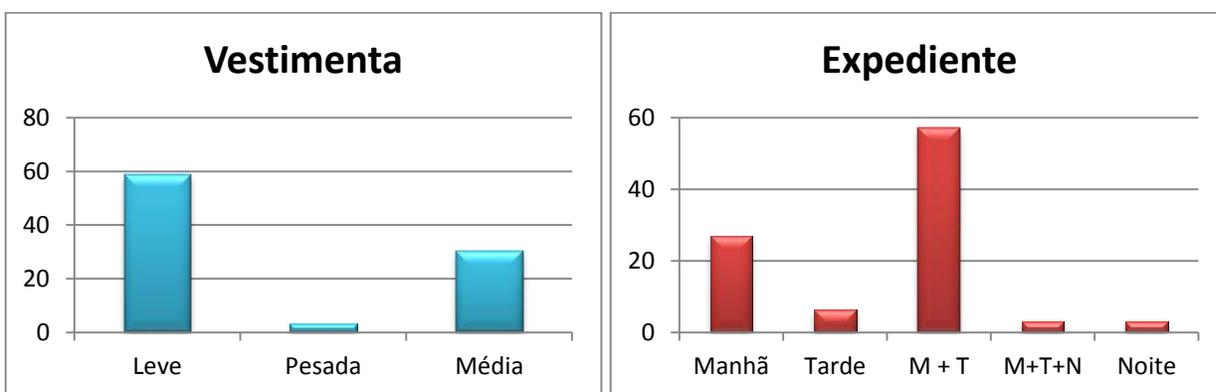


Gráfico 2 - Perfil dos usuários entrevistados (tipo de vestimenta e expediente em percentagem total %).

O Gráfico 3 e Gráfico 4 apresentam as respostas dos usuários sobre alguns aspectos de adequação do ambiente de trabalho (tamanho, mobiliário, revestimento de parede e piso). Em geral, entre 40% e 50% das respostas foi no sentido da “boa” adequação do ambiente de trabalho às atividades desenvolvidas.

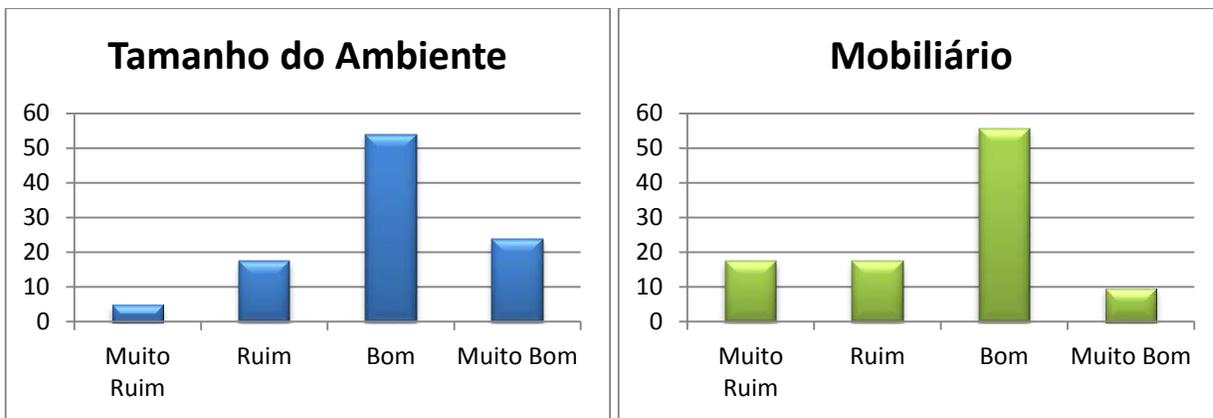


Gráfico 3 – Adequação do ambiente ao trabalho (Tamanho e Mobiliário em percentual total %)

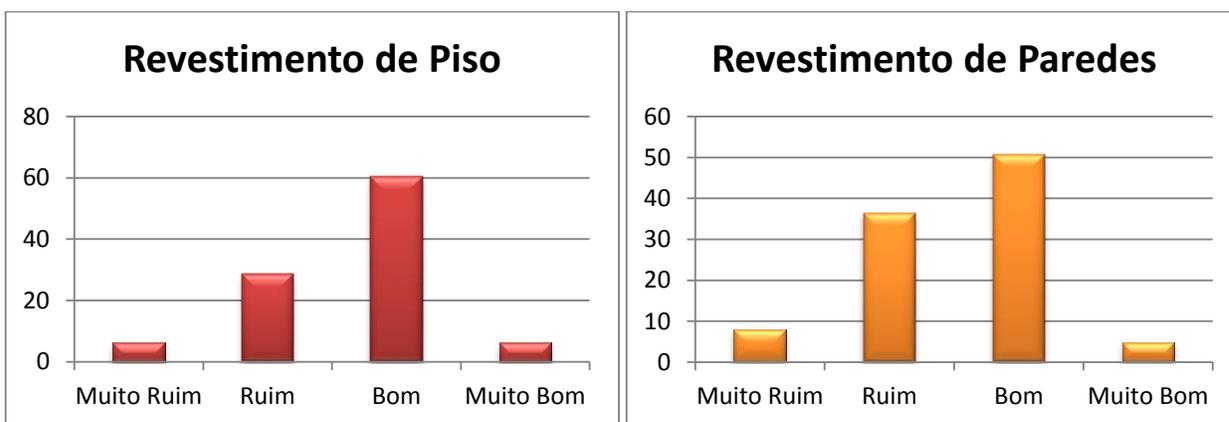


Gráfico 4 - Adequação do ambiente ao trabalho (Tamanho e Mobiliário em percentual total %)

O Gráfico 5 apresenta as respostas dos usuários em relação ao conforto térmico, iluminação e ruído nos ambientes de trabalho. Importante destacar que mesmo com os altos níveis de aprovação por parte dos usuários, tanto em relação à adequação do ambiente de trabalho quanto ao conforto percebido, foi contrastado com as análises, medições e levantamentos feitos pela a equipe de pesquisadores. Desta forma, deve-se considerar diversos fatores influenciadores nas respostas dos usuários, fato comum neste tipo de levantamento, tais como temor de perder o emprego; problemas particulares; falta de maior tempo para a assinalação das resposta, etc.

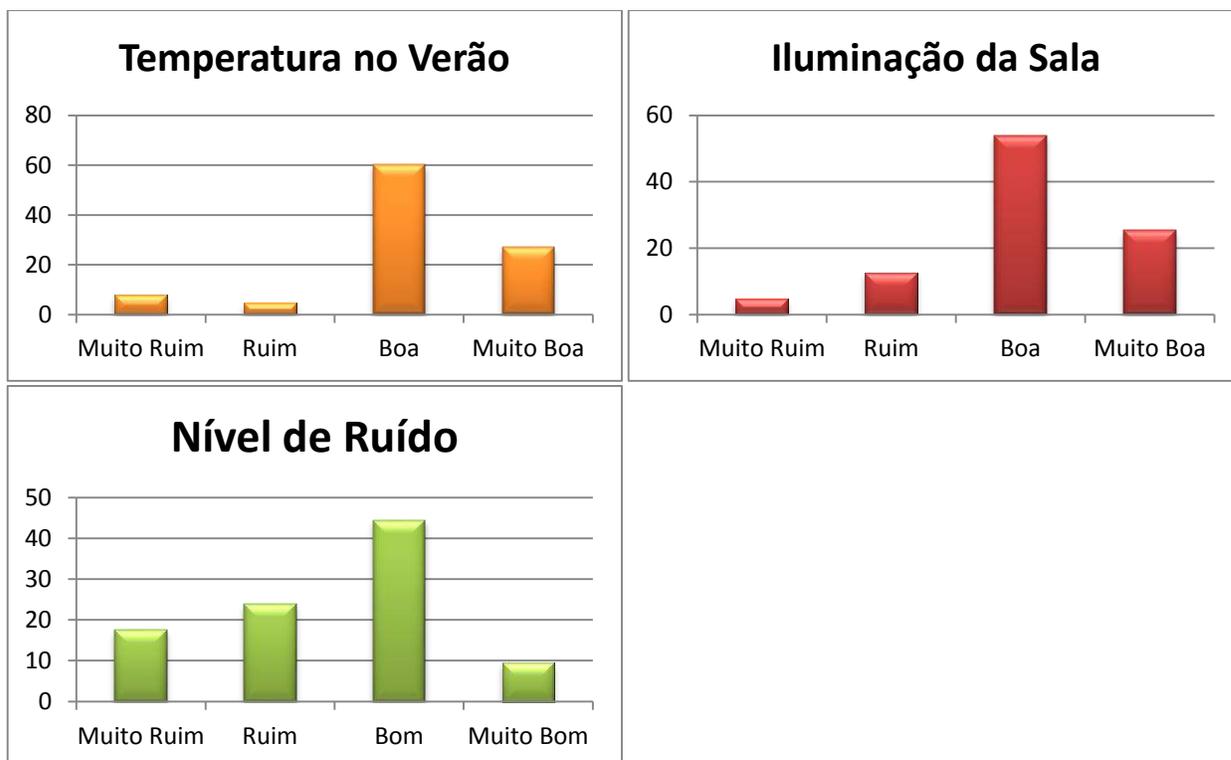


Gráfico 5 – Conforto ambiental (Temperatura, Iluminação e Nível de Ruído em percentual total %)

### 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 HemoCE 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 Nordetse	Orientação Sudetse	Orientação Noroeste	Orientação Sudoeste
Ambiente	Análise Sensorial	Análise Térmica	Análise Ilumínica	Análise Acústica
<b>Térreo: MATERIAL TÉCNICO/ FARMÁCIA</b>	Espaço confortável, sem ventilação natural com ganhos de calor pela ocupação e equipamentos existentes. Pouca contribuição da iluminação natural. Apresenta áreas de sombra e outras com níveis abaixo do necessário ocasionando desuniformidade e altos contrastes. Ambiente não possui visibilidade para o exterior. 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 os equipamentos e a conversação dos funcionários. A reverberação do ambiente é medianamente viva.	<b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, mantendo a temperatura dentro dos limites de conforto térmico. No entanto, a umidade do ar no ambiente é baixa, com sensação de segura. Ambiente não possui contribuição de ventilação natural por não apresentar janelas. Ambiente semi-enterrado com boa inércia térmica.	<b>Iluminância Interna:</b> 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.	Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.
<b>Térreo: ZELADORIA</b>	Espaço desconfortável com sensação de calor, sem ventilação natural. Apresenta acúmulo de umidade e ganhos de calor pela ocupação. Há a presença de bolor. Iluminação artificial e natural abaixo do necessário e com áreas de sombra, ocasionando desuniformidade. Não há visibilidade para o exterior. Pode ocorrer ofuscamento indesejável, devido ao contraste alto da iluminação natural quando a porta se encontra aberta. Os ruídos externos e internos são aceitáveis. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações que ocorrem devido aos ruídos de conversação e a reverberação é medianamente surda.	<b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, mantendo a temperatura dentro dos limites de conforto térmico. No entanto, a umidade do ar no ambiente é baixa, com sensação de segura. Ambiente não possui contribuição de ventilação natural por não apresentar janelas. Ambiente semi-enterrado com boa inércia térmica.	<b>Iluminância Interna:</b> 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 noroeste (janela de vidro com película). Possui <b>grande potencial para o aproveitamento da iluminação natural.</b>	Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho.
<b>Térreo: CANTINA VIP</b>	Temperatura pela manhã menor que a externa com bom potencial para o aproveitamento da ventilação se as janelas forem abertas. Durante a tarde ambiente desconfortável com sensação de calor, devido ao ganho de calor por equipamentos e pela ocupação. Ambiente também apresenta ganhos de calor através da incidência de radiação solar direta na face nordeste (vidro com película roxa). Há contribuição da iluminação natural. No entanto, mesmo junto com a iluminação artificial, ocorrem áreas de sombra. Há visibilidade desejável do exterior proporcionada por abertura voltada para o jardim. Ambiente com boa inércia térmica. Os ruídos internos e externos são aceitáveis. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos que ocorrem devido a própria ocupação. A reverberação é medianamente viva.	<b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, com grandes aberturas que podem possibilitar o aproveitamento da ventilação natural. Ambiente apresenta temperatura elevada ao longo do dia. E umidade do ar baixa, no entanto, dentro do limite da zona de conforto térmico. Possui boa inércia térmica, considerando que as superfícies envidraçadas em contato com o exterior possuem película.	<b>Iluminância Interna:</b> 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 nordeste, onde se encontram janelas voltadas para o jardim.	Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho e ao ruído da conversação dentro do próprio ambiente.



<b>Térreo: BIBLIOTECA</b>	Espaço desconfortável com sensação de calor, com pouca ventilação natural. Apresenta acúmulo de umidade e ganhos de calor pela ocupação. Ambiente também apresenta ganhos de calor através da incidência de radiação solar direta na face noroeste. Iluminação artificial acima do necessário e com pontos de sombra, ocasionando desuniformidade. Há ofuscamento indesejável na face nordeste. Não há visibilidade para o exterior, no entanto seria desejável. Os ruídos externos e internos são aceitáveis. O tipo de ruído é contínuo, difuso e com altas intensidades, que ocorrem devido aos ruídos de conversação e a reverberação é medianamente surda.	<b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente. Apresenta janelas altas que possibilitam a entrada de ar, mas que ficam permanentemente fechadas. Ambiente apresenta temperaturas e umidade do ar abaixo da zona de conforto térmico.	<b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância acima dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui contribuição indesejável da iluminação natural na face nordeste, ocasionando ofuscamento ao usuário.	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.
<b>DIAGNÓSTICO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DOS AMBIENTES TIPO ANALISADOS</b>				
<b>Legenda:</b>	Orientação Nordetse	Orientação Sudetse	Orientação Noroeste	Orientação Sudoeste
<b>Ambiente</b>	<b>Análise Sensorial</b>	<b>Análise Térmica</b>	<b>Análise Ilumínica</b>	<b>Análise Acústica</b>
<b>1° Pavimento: ESPERA DOADOR</b>	No período da manhã o ambiente é desconfortável com sensação de calor, com umidade adequada e ganhos de calor pela ocupação. No entanto durante a tarde, com menos movimento, o ambiente é <b>frio</b> (ar condicionado ligado), sem ventilação e seco. Iluminância adequada, com luz artificial distribuída uniformemente. Não há visibilidade do exterior, mas seria desejável. Ruído externo difuso, com nível aceitável. Ruído interno fora do aceitável, com esforço na fala, proveniente do próprio ambiente (conversação). Reverberação medianamente surda.	<b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, mantendo a temperatura variável de acordo com o ganho de calor pela ocupação e umidade do ar dentro dos limites de conforto térmico. Ambiente não possui contribuição de ventilação natural por não apresentar janelas.	<b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Ambiente não possui janelas, impossibilitando o aproveitamento da iluminação natural	Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com ocupação (conversação) e ao ruído de fundo advindo do trânsito advindo da rua.
<b>1° Pavimento: CONSULTÓRIO 03</b>	Espaço desconfortável com sensação de calor, sem ventilação natural e seco. Iluminância artificial em níveis aceitáveis, uniforme, no entanto, com áreas de reflexão. 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 contínuo com poucas variações. A reverberação é medianamente surda.	<b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente. Não possui contato com o ambiente externo. Os níveis de temperatura e umidade do ar ficam fora da zona de conforto térmico. Ambiente com alta inércia térmica por não possuir superfícies em contato com o exterior.	<b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Ambiente possui sem contribuição de iluminação natural (não possui janelas).	Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com fontes externas ao ambiente (sala de espera do doador).



<p><b>1° Pavimento:</b> CANTINA e LANCHE</p>	<p>Ambiente com temperatura desconfortável com sensação de frio, sem ventilação natural, seco, com ganhos de calor pela ocupação de pessoas e pela presença de equipamentos. Iluminância artificial abaixo do necessário com distribuição desuniforme (áreas de sombra). Luminância natural gera contrastes, causando distribuição desuniforme. Possui superfície transparente com visibilidade para o exterior. No entanto a vista não é agradável. Os ruídos externos são acima do aceitável devido a via expressa na fachada sudeste. Os ruídos internos são aceitáveis, característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos. A reverberação é média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, seco e frio. Ambiente apresenta temperatura e umidade do ar abaixo do limite da zona de conforto térmico. A parede sudoeste é a única que possui contato com o espaço externo; ocasionando boa inércia térmica.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância fora dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente poderia ter contribuição benéfica da iluminação e ventilação naturais principalmente na área próxima a parede sudoeste, onde se encontram janelas (fechadas).</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com equipamentos de trabalho, conversação e ao ruído de fundo advindo do trânsito da rua.</p>
<p><b>1° Pavimento:</b> COLETA</p>	<p>Temperatura confortável, sem ventilação natural e seco. Ambiente apresenta ganhos de calor pela ocupação e equipamentos. Não possui contribuição da Iluminação natural. A iluminação artificial é bem distribuída, mas a existência de áreas com níveis de iluminância mais baixos geram leve desuniformidade. Não há visibilidade para o exterior, mas seria desejável. Ruídos externos e internos aceitáveis, ruídos do próprio ambiente devido a ocupação e equipamentos. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações e a reverberação do ambiente é medianamente surda.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente. Não apresenta janelas. Ambiente apresenta temperaturas dentro da zona de conforto térmico. Ambiente com alta inércia térmica por não possuir superfícies em contato com o exterior.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, às atividades do próprio ambiente e ao trânsito advindo da rua.</p>
<p><b>1° Pavimento:</b> CHEFIA 01 (Sorologia)</p>	<p>Ambiente com temperatura menor que a externa pela manhã e desconfortável com sensação de calor durante a tarde, sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem principalmente pela ocupação. Iluminância artificial uniforme. Ambiente sem contribuição da iluminação natural. Não há visibilidade para o exterior. Os ruídos externos e internos são aceitáveis. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações, provenientes dos ambientes próximos. A reverberação do ambiente é medianamente surda.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperaturas e umidade do ar dentro da zona de conforto térmico. Possui superfície envidraçada com película na parede sudeste; as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para inércia térmica média.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância uniformes e dentro dos valores estabelecidos pela norma. Ambiente não possui contribuição significativa de iluminação natural; somente em pequena área próxima a parede sudeste.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com fontes externas ao ambiente (sorologia).</p>



<p><b>1º Pavimento: CHEFIA 02 (Repouso)</b></p>	<p>Ambiente com temperatura confortável pela manhã e desconfortável com sensação de frio durante a tarde, sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem pela presença de equipamentos e pela ocupação. A iluminação artificial é acima do necessário, mas possui pontos de sombra ocasionando desuniformidade. Não há visibilidade para o exterior devido ao uso de película nos vidros e o pavimento ser semi-enterrado na fachada noroeste. Os ruídos internos e externos são aceitáveis e característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos (geladeira) e a reverberação é medianamente surda.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura dentro da zona de conforto pela manhã. O ambiente possui janelas vedadas que não possibilitam a infiltração do ar. Ambiente semi-enterrado com alta inércia térmica.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância acima dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas de sombra; ocasionando altos contrastes e iluminação desuniforme. Ambiente não possui contribuição significativa de iluminação natural devido ao fechamento das janelas com película e pepel.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, com atividades do próprio ambiente.</p>
<p><b>1º Pavimento: BANCO CORDÃO UMBILICAL</b></p>	<p>Espaço frio pela manhã, mas com temperatura confortável no período da tarde, sem ventilação natural. Ambiente seco, com ganhos de calor principalmente pela incidência direta de radiação solar na face nordeste. A iluminação artificial é adequada, mas possui alguns pontos de sombra ocasionando desuniformidade. Grande contribuição da iluminação natural, uniforme. Visibilidade agradável para o exterior em toda a face nordeste. Os ruídos internos e externos são aceitáveis e característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações e a reverberação é medianamente surda.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, em geral, possuindo temperatura dentro da zona de conforto térmico. Possui superfície envidraçada na parede nordeste; as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para boa inércia térmica.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> 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>Ambiente apresenta níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. A principal fonte de ruído identificada foram as atividades desenvolvidas no próprio ambiente.</p>
<p><b>1º Pavimento: SERVIÇO PESSOAL</b></p>	<p>No período da manhã o ambiente é confortável, não ventilado (com potencial, se abrir as janelas). No período da tarde é desconfortável com sensação de frio, com baixo grau de umidade. Ganhos de calor por penetração direta de radiação na face sudeste, por pessoas e por equipamentos. Potencial de ventilação natural e vista para o jardim interno (janelas e brises fechados). Iluminação artificial uniforme e adequada. Já a iluminação natural é abaixo do necessário. Ruídos internos e externos em níveis aceitáveis, contínuos com altas intensidades (conversaço). Reverberação média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, em geral, possuindo temperatura dentro da zona de conforto térmico. Possui superfície envidraçada na parede sudeste; as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para inércia térmica média. Possui vista agradável para o jardim interno com grande potencial de utilização da ventilação natural.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> 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 brises (constantemente fechados) impedem a entrada da iluminação natural de forma adequada.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas com fontes externas ao ambiente ou do próprio uso do ambiente (conversaço).</p>



<p><b>1º Pavimento:</b> DIRETORIA ADMINISTRATIVA</p>	<p>Temperatura confortável, ambiente seco e sem ventilação natural. Apresenta ganhos de calor devido à ocupação e incidência de radiação solar na parede noroeste. Existe potencial de utilização de iluminação e ventilação naturais, no entanto, as janelas possuem película permanecem fechadas ao longo do dia. Iluminação artificial uniforme, no entanto o ambiente apresenta alguns pontos de áreas de sombra. Há visibilidade agradável para o exterior na fachada noroeste que não é aproveitada. Os ruídos externos e os internos são acima dos níveis aceitáveis e são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos e o espaço apresenta reverberação média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente possuindo temperatura dentro da zona de conforto térmico. Possui superfície envidraçada na parede noroeste, mas com o uso de película e brises; as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para inércia térmica média. Possui vista agradável para o jardim externo com grande potencial de utilização da ventilação natural.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente. Apresenta janelas com películas que bloqueiam grande parte de iluminação natural. Deste forma, possui níveis gerais dentro dos valores estabelecidos pela norma brasileira, com potencial de aproveitamento da iluminação natural.</p>	<p>Níveis de ruído acima dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas ao ruído de fundo advindo do trânsito da rua ou do próprio uso do ambiente (conversaço).</p>
<p><b>1º Pavimento:</b> SEC. DA DIR. GERAL E ADM.</p>	<p>Temperatura confortável, ambiente seco e sem ventilação natural. Apresenta ganhos de calor devido à ocupação e incidência de radiação solar na parede noroeste. Existe potencial de utilização de iluminação e ventilação naturais, no entanto, as janelas possuem película permanecem fechadas. Iluminação artificial uniforme, no entanto, a baixa luminância natural gera contrastes, causando distribuição desuniforme. Há visibilidade agradável para o exterior na fachada noroeste que não é aproveitada. Os ruídos externos e os internos são dentro dos níveis aceitáveis e são característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é contínuo com flutuações e picos e o espaço apresenta reverberação média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente possuindo temperatura dentro da zona de conforto térmico. Possui superfície envidraçada na parede noroeste, mas com o uso de película e brises; as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para inércia térmica média. Possui vista agradável para o jardim externo com grande potencial de utilização da ventilação natural.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente. Apresenta janelas com películas que bloqueiam grande parte de iluminação natural. Deste forma, possui níveis gerais dentro dos valores estabelecidos pela norma brasileira, com potencial de aproveitamento da iluminação natural.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas ao ruído de fundo advindo do trânsito da rua ou do próprio uso do ambiente (conversaço).</p>
<p><b>1º Pavimento:</b> CHEFIA 03</p>	<p>Ambiente dentro do expurgo da esterilização com temperatura menor que a externa, desconfortável com sensação de frio, sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem principalmente pela incidência de radiação solar na face nordeste. Vista para o jardim interno na fachada nordeste, no entanto, não desejável devido ao tipo de trabalho (máquinas). A iluminação artificial é adequada, mas possui alguns pontos de sombra ocasionando desuniformidade. Ambiente possui visibilidade para o exterior agradável. Luminância natural adequada, mas com presença de contrastes. 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 equipamentos de análises ruidosos. A reverberação do ambiente é média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura e umidade fora da zona de conforto nos horários medidos. O ambiente possui janela vedada que não possibilita a infiltração do ar. Ambiente com alta inércia térmica, por não possuir paredes com contato direto ao espaço externo.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui potencial de contribuição da iluminação natural, mas não desejada para o uso.</p>	<p>Ambiente apresenta níveis de ruído fora dos recomendados pela norma brasileira. Os níveis de ruído das máquinas na sala próxima causam desconforto e estão fora dos níveis indicados na norma brasileira. A principal fonte de ruído interna identificada foi a atividade desenvolvida no próprio ambiente.</p>



<p><b>1º Pavimento:</b> EXPURGO DA ESTERILIZAÇÃO</p>	<p>Ambiente com temperatura menor que a externa, desconfortável com sensação de frio, sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem principalmente pela incidência de radiação solar na face nordeste. Vista para o jardim interno na fachada nordeste, no entanto, não desejável devido ao tipo de trabalho (máquinas). A iluminação artificial é adequada, mas possui alguns pontos de sombra ocasionando desuniformidade. Ambiente possui visibilidade para o exterior agradável. Luminância natural adequada, mas com presença de contrastes. 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 média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, possuindo temperatura e umidade fora 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 possuir apenas uma parede com contato direto ao espaço externo.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Possui áreas pouco iluminadas; ocasionando iluminação desuniforme. Ambiente possui potencial de contribuição da iluminação natural, mas não desejada para o uso, na face nordeste.</p>	<p>Ambiente apresenta níveis de ruído externos dentro dos recomendados pela norma brasileira. No entanto, a principal fonte de ruído interna identificada foram as atividades desenvolvidas no próprio ambiente. Os níveis de ruído das máquinas causam desconforto e estão fora dos níveis indicados na norma brasileira.</p>
<b>DIAGNÓSTICO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DOS AMBIENTES TIPO ANALISADOS</b>				
<p><b>Legenda:</b></p>	<p>Orientação Nordetse</p>	<p>Orientação Sudetse</p>	<p>Orientação Noroeste</p>	<p>Orientação Sudoeste</p>
<p>Ambiente</p>	<p>Análise Sensorial</p>	<p>Análise Térmica</p>	<p>Análise Ilumínica</p>	<p>Análise Acústica</p>
<p><b>2º Pavimento: SALA DE AULA</b></p>	<p>Temperatura confortável no período da manhã e desconfortável com sensação de frio no período da tarde. Ambiente apresenta pouca ventilação natural e umidade adequada. Os ganhos de calor ocorrem principalmente pela ocupação e a presença de equipamentos. Há penetração direta de radiação solar na face noroeste, mas o ambiente não possui boa distribuição da iluminação natural. A iluminação natural, portanto, se apresenta desuniforme, com áreas de sombra, em contraste com áreas de níveis excessivos. A iluminação artificial é adequada, mas possui alguns pontos de sombra ocasionando desuniformidade. Não há visibilidade para o exterior, mas seria desejável em toda face noroeste, pois teria vista para o jardim interno. Os ruídos internos são aceitáveis e característicos do próprio ambiente. O tipo de ruído é difuso, advindo de conversação e a reverberação é medianamente surda.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, mantendo, em geral, a temperatura e umidade do ar dentro dos limites de conforto térmico. Ambiente possui pouca contribuição de ventilação natural por manter as janelas fechadas.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> 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 possui janelas voltadas para a fachada noroeste, com possibilidade de aproveitamento da iluminação natural.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, às atividades do próprio ambiente e à conversação.</p>



<p>2º Pavimento: NAT</p>	<p>Ambiente com temperatura menor que a externa, desconfortável com sensação de frio, seco e sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem principalmente pela incidência de radiação solar na face sudoeste. Há também ganhos de calor pela ocupação e pela presença de equipamentos. A iluminação artificial é acima do necessário e uniformemente distribuída. Já a iluminação natural é adequada, mas pouco explorada, devido as janelas com películas e os brises fechados na face sudoeste. Ambiente possui visibilidade para o exterior agradável, mas não desejável, devido ao tipo de utilização do local. Os ruídos internos e externos são aceitáveis, provenientes da própria utilização do ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações, devido ao ar condicionado e equipamentos. A reverberação do ambiente é média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, mantendo a temperatura e umidade do ar fora dos limites de conforto térmico. Ambiente não possui contribuição de ventilação natural por manter as janelas fechadas. Possui superfície envidraçada na parede sudoeste e as demais paredes não entram em contato com o espaço externo, contribuindo para inércia térmica média.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis de iluminância uniformes e acima dos valores estabelecidos pela norma. Ambiente possui pouca contribuição de iluminação natural, mas que não beneficia as atividades dos funcionários.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, às atividades do próprio ambiente (máquinas).</p>
<p>2º Pavimento: FATURAMENTO</p>	<p>Temperatura confortável e ambiente seco e sem ventilação natural, onde os ganhos de calor decorrem principalmente pela incidência de radiação solar na face noroeste. Há também ganhos de calor pela ocupação e pela presença de equipamentos. A iluminação artificial é uniforme e adequada. Já a iluminação natural é adequada, mas com pontos de iluminação excessiva, podendo provocar ofuscamento, devido as janelas com e os brises fechados na face sudoeste. Ambiente possui visibilidade para o exterior desagradável, mas desejável se tivesse mais verde, devido ao tipo de utilização do local. Os ruídos internos e externos são aceitáveis, provenientes da própria utilização do ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações, devido ao ar condicionado e equipamentos. A reverberação do ambiente é média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente condicionado artificialmente, com abertura fechada que não possibilita o aproveitamento da ventilação natural. Ambiente apresenta temperatura adequada, dentro do limite da zona de conforto térmico. A parede noroeste é a única que possui contato com o espaço externo; ocasionando inércia térmica média.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis gerais de iluminância uniformes e dentro dos valores estabelecidos pela norma. Ambiente possui contribuição da iluminação natural que pode provocar ofuscamento do usuário, principalmente na área próxima a parede noroeste, onde se encontram janelas.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, às atividades do próprio ambiente (máquinas).</p>
<p>2º Pavimento: BIOLOGIA MOLECULAR</p>	<p>Ambiente com temperatura confortável, umidade adequada, mas sem ventilação natural. Os ganhos de calor decorrem principalmente pela incidência de radiação solar na face sudeste. Há também ganhos de calor pela ocupação e pela presença de equipamentos. A iluminação natural e artificial são uniformes e adequadas. As janelas se encontram fechadas e os brises são utilizados para proteção da radiação direta na face sudeste. O ambiente possui visibilidade para o exterior agradável, voltada para o jardim interno, desejável em toda a face. Os ruídos internos e externos são aceitáveis, provenientes da própria utilização do ambiente. O tipo de ruído é contínuo com poucas variações, devido aos equipamentos e ocupação. A reverberação do ambiente é média.</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> 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><b>Iluminância Interna:</b> ambiente iluminado artificialmente, apresentando níveis de iluminância dentro dos valores estabelecidos pela norma. Ambiente possui contribuição benéfica da iluminação natural principalmente na área próxima a parede sudeste, onde se encontram janelas.</p>	<p>Níveis de ruído dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, às atividades do próprio ambiente e às atividades das salas próximas.</p>



DIAGNÓSTICO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DOS AMBIENTES TIPO ANALISADOS				
Legenda:	Orientação Nordetse	Orientação Sudetse	Orientação Noroeste	Orientação Sudoeste
Ambiente	Análise Sensorial	Análise Térmica	Análise Iluminica	Análise Acústica
<p><b>3º Pavimento:</b> APARTAMENTO VISITANTE 01 (descanso motoristas)</p>	<p>Ambiente desconfortável com sensação de calor, bem ventilado com acúmulo de umidade. No período da tarde a ventilação não se faz tão presente. A radiação solar penetra por toda a face, na fachada sudeste (varanda). Há outros ganhos de calor por equipamentos, pessoas e pela cobertura. Níveis de iluminância adequados. Luz natural desuniforme, com altos contrastes, áreas de sombra. Visibilidade do exterior é agradável, deseável e se dá por toda a face sudeste. A luz artificial também é desuniforme, com áreas de grandes contrastes. Os ruídos interno e externo são aceitáveis. Os ruídos internos são provenientes do próprio ambiente. A reverberação é medianamente viva, prejudicando o conforto (área de descanso).</p>	<p><b>Temperatura Interna:</b> ambiente não condicionado artificialmente. Possui a temperatura e a umidade do ar fora dos limites de conforto térmico. Ambiente possui grande contribuição de ventilação natural no período da manhã.</p>	<p><b>Iluminância Interna:</b> 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 dentro dos recomendados pela norma brasileira. Fontes de ruído relacionadas, principalmente, às atividades do próprio ambiente.</p>



#### 1.4. Considerações finais

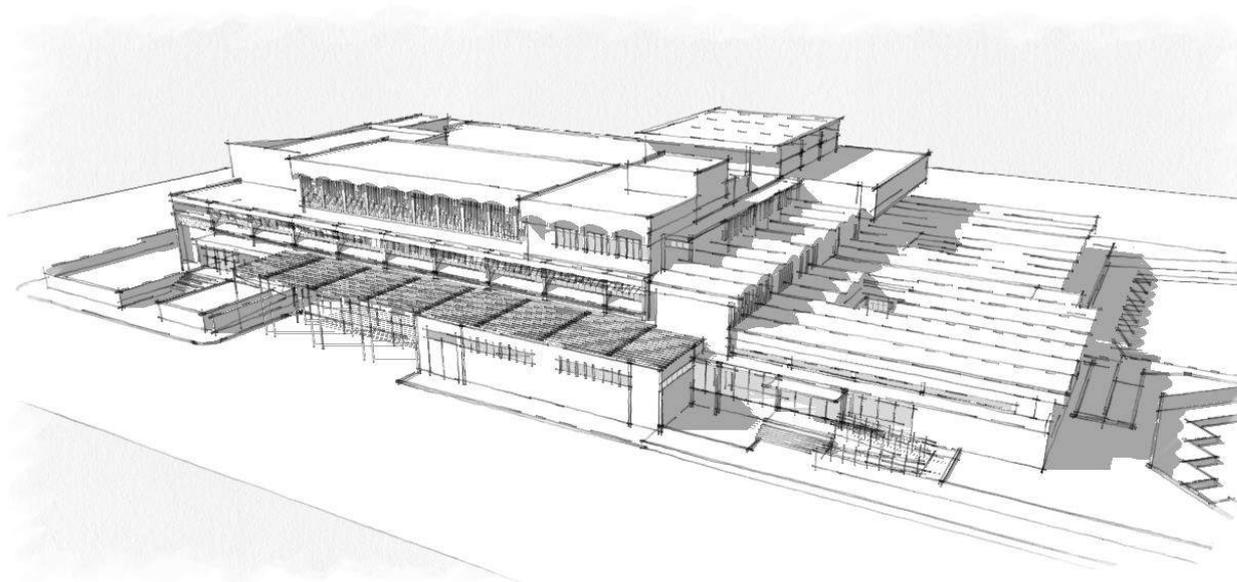
O método de avaliação e de elaboração de diretrizes desenvolvido para este trabalho mostrou-se adequado para aplicação em edificações singulares, como o objeto de estudo, tanto pelas características do edifício em si, quanto pela necessidade de proporcionar respostas imediatas à administração que gerencia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

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 coberturas. Em resumo, focou-se na elaboração **de protetores solares para as fachadas (onde necessário); alterações de organização dos diversos setores 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; deficiência da luz natural, abaixo do recomendado para as atividades desenvolvidas; e ambientes expostos a excessivos ruídos externos devido ao isolamento insuficiente e equipamentos defasados. 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.



---

## II - ETIQUETAGEM



## 2. 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.



## 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 m<sup>2</sup> 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), 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 26) 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 26 - 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 ( $\alpha$ ) 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 (m<sup>2</sup>)



- Apcob: Área de projeção da cobertura (m<sup>2</sup>)
- Atotal: Área total de piso (m<sup>2</sup>)
- 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 (ICenv) em relação ao ICmin e ICmax 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 ICmin e do ICmax, são estabelecidos os intervalos de classificação das etiquetas de eficiência energética (Figura 27).



Figura 27 - 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 28

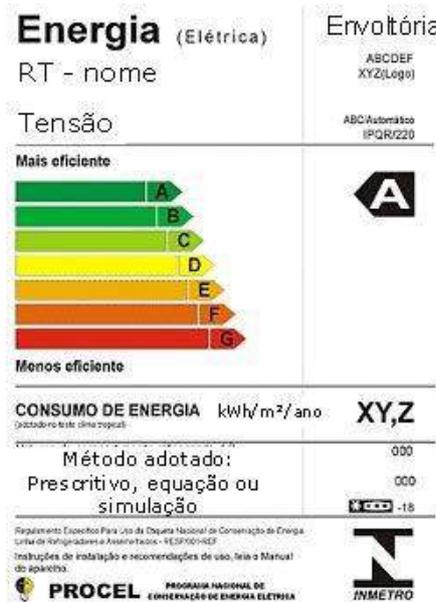


Figura 28 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

Neste contexto insere-se o presente trabalho, que tem como **objetivo geral** a avaliação do desempenho energético da envoltória dos blocos do Hemocentro de Fortaleza, 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 HEMOCE é composto morfologicamente por dois grandes volumes: o edifício do HEMOCE e o edifício do Hospital das Clínicas. Ambos possuem uma base horizontalizada e pátios internos. O primeiro possui três pavimentos além do heliporto, caracterizado por uma envoltória de tijolo aparente e alvenaria pintada, com poucas aberturas. Já o segundo, com dois pavimentos, apresenta o tijolo aparente como material



predominante da fachada. Para a etiquetagem, como os volumes são conectados, caracterizaria um único edifício, e por isso deveriam ser avaliados como uma única envoltória (Figura 29).

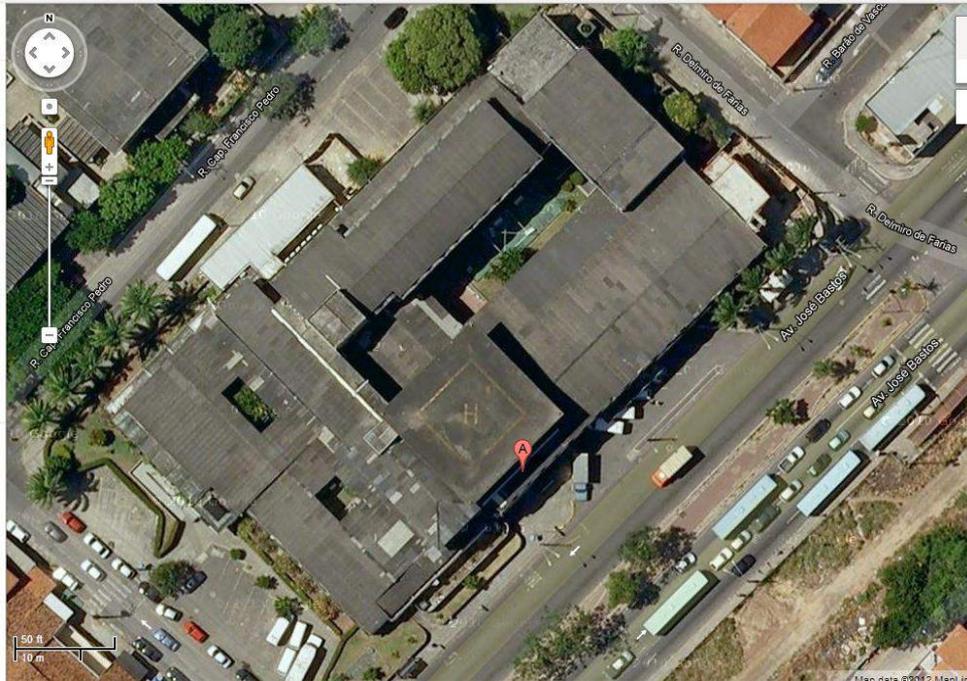


Figura 29 - O volume total do HEMOCE.

Assim, foi feita a avaliação do nível de etiquetagem do HEMOCE, com a intenção de diagnosticar o desempenho da envoltória. 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 HemoCE 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 HemoCE.

### **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 HEMOCE, segundo sua implantação, passa a ter as seguintes orientações de fachada:

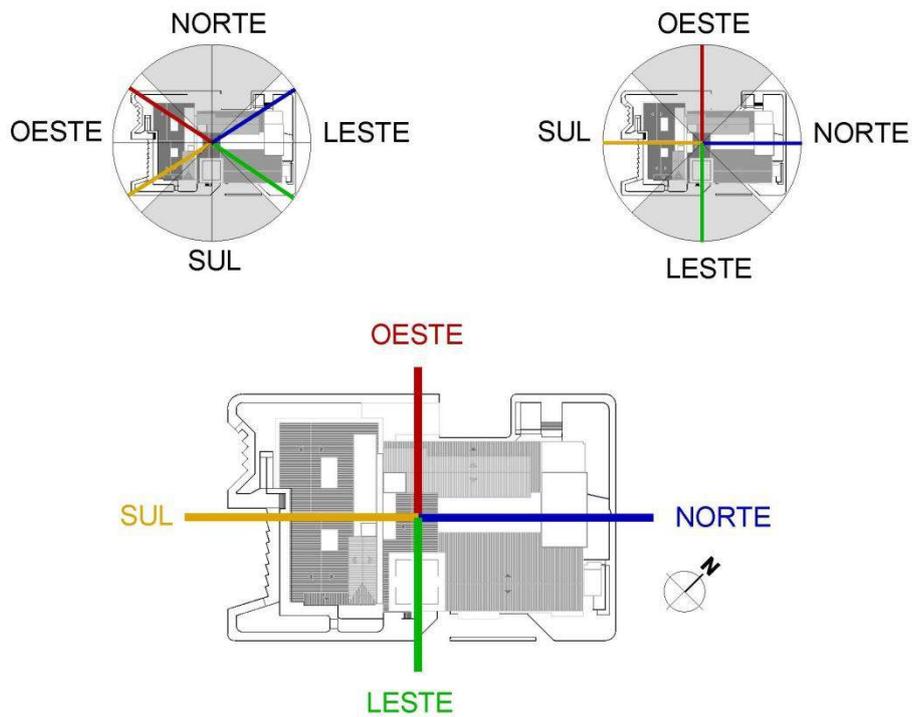


Figura 30 - Determinação das orientações das fachadas do HemoCE, segundo o RTQ-

A extração dos dados do projeto arquitetônico do edifício HemoCE relevantes para a classificação do nível de eficiência energética da envoltória foram organizadas na Tabela 2 abaixo, que resume os dados extraídos. No Anexo II (ver volume 2) está o memorial de cálculo de todas as extrações.



Tabela 2 – Dados extraídos do edifício HemoCE.

	Parâmetro	HemoCE + Hospital Das Clínicas
<b>ASPECTOS MORFOLÓGICOS</b>	<b>Ape</b>	2193,45
	<b>Apcob</b>	4301,36
	<b>Atot</b>	8617,23
	<b>Aenv</b>	8175,74
	<b>Vtot</b>	25838,16
	<b>PAFt</b>	9,58%
	<b>PAFo</b>	12,17%
	<b>AVS</b>	16,74
	<b>AHS</b>	13,45
<b>MATERIAIS DA ENVOLTÓRIA</b>	<b>FS *</b>	0,85
	<b>Absortância Paredes *</b>	52%
	<b>Absortância Coberturas *</b>	28%
	<b>Transmitância Paredes *</b>	3,45
	<b>Transmitância Coberturas *</b>	0,07

\* 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

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

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

The screenshot displays the 'Envoltória' (Envelope) evaluation interface. It includes input fields for 'Pré-requisitos', 'Localização' (Zona Bioclimática: ZB 8, Cidade: Fortaleza CE), and 'Dados Dimensionais da Edificação' (ATOT: 8617.23 m², FA: 0.50, APCOB: 4301.36 m², APE: 2193.45 m², VTOT: 25838.16 m³, FF: 0.32, AENV: 8175.74 m²). It also shows 'Características das Aberturas' (FS: 0.85, PAF\_T: 9.58%, PAF\_O: 12.17%, AVS: 16.74°, AHS: 13.45°). A horizontal bar chart shows energy consumption values for zones A (206.98), B (209.73), C (219.54), D (229.33), and E (239.13), with a final value of 248.91. The 'Etiqueta' (Label) section shows 'Zona Bioclimática: 8' and a performance level of 'A' (Mais eficiente) on a scale from A to E (Menos eficiente). A note at the bottom 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<sub>COB-AC</sub> 0.07 W/(m<sup>2</sup>K) ? q<sub>COB</sub> 28 % ?

U<sub>COB-ANC</sub> 0 W/(m<sup>2</sup>K) ? CT<sub>PAR</sub> 160 kJ/(m<sup>2</sup>K) ?

U<sub>PAR</sub> 3.45 W/(m<sup>2</sup>K) ? q<sub>PAR</sub> 52 % ?

PAZ 0 % ? FS 0 ?

**Localização**

Zona Bioclimática ZB 8  Cidade Fortaleza CE ?

**Dados Dimensionais da Edificação**

A<sub>TOT</sub> 8617.23 m<sup>2</sup> ? FA: 0.50 ?

A<sub>PCOB</sub> 4301.36 m<sup>2</sup> ?

A<sub>PE</sub> 2193.45 m<sup>2</sup> ?

V<sub>TOT</sub> 25838.16 m<sup>3</sup> ? FF: 0.32 ?

A<sub>ENV</sub> 8175.74 m<sup>2</sup> ?

**Características das Aberturas**

FS 0.85 ?

PAF<sub>T</sub> 9.58 % ?

PAF<sub>O</sub> 12.17 % ?

AVS 16.74 ° ?

AHS 13.45 ° ?

Calcular Eficiência Limpar

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

**Envoltória**

Zona Bioclimática: 8

Mais eficiente

A B C D E

Eficiência da Envoltória

Menos eficiente

\* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela absorvância térmica das paredes.

A tabela abaixo resume os resultados:

Avaliação	Etiqueta	Considerações
<b>Avaliação 1A:</b> Situação 1 (todo o edifício), sem pré-requisitos	<b>A</b>	O edifício atende ao nível A de etiqueta, sem os pré-requisitos.
<b>Avaliação 1B:</b> Situação 2 (todo o edifício), com pré-requisitos	<b>B</b>	O edifício não atende aos pré-requisitos para nível A (absorvância das paredes alta)

**2.5. Considerações Finais**

Após a avaliação das duas situações, percebe-se que quando etiquetado todo o volume do edifício sem os pré-requisitos, existe a falsa impressão de que o desempenho energético é alto, pela etiqueta A apresentada. Mas isso acontece nesta avaliação total, porque a grande massa edificada dos volumes 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. No entanto, quando são considerados os materiais constituintes da envoltória (paredes externas e cobertura) a etiqueta cai para nível B, 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. Percebe-se que é necessário fazer intervenções nas cores das fachadas para melhorar o desempenho termo-energético do edifício.

Tendo em vista a absorvância dos materiais superficiais, foi observado que as condições das fachadas, com cores escuras, não atenderiam aos valores máximos para etiqueta A. Assim, recomenda-se reabilitação das paredes externas, com utilização de cores claras e materiais com baixa transmitância, conforme exigências do RTQ-C para a Zona Bioclimática 8 (Figura 31).

	Transmitância (U)		Absortância ( $\alpha$ )	PAZ
	Cobertura	Paredes	Coberturas e Paredes Externas	
<b>A</b>	<u>ZB 1 e 2:</u> Amb. Cond: $U \leq 0,5$ Amb. $\dot{N}$ C: $U \leq 1,0$ <u>ZB 3 a 8:</u> Amb. Cond: $U \leq 1,0$ Amb. $\dot{N}$ 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 $\leq 80$ ) $U \leq 3,7$ (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>B</b>	<u>ZB 1 e 2:</u> Amb. Cond: $U \leq 1,0$ Amb. $\dot{N}$ C: $U \leq 1,5$ <u>ZB 3 a 8:</u> Amb. Cond: $U \leq 1,5$ Amb. $\dot{N}$ 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 $\leq 80$ ) $U \leq 3,7$ (CT $> 80$ )	<u>ZB 2 a 8:</u> Coberturas: $\alpha < 0,5$	
<b>C e D</b>	$U \leq 2,0$	<u>ZB 1 a 6:</u> $U \leq 3,7$ <u>ZB 7 e 8:</u> $U \leq 2,5$ (CT $\leq 80$ ) $U \leq 3,7$ (CT $> 80$ )	—	—

Figura 31 - 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 para que em relação aos aspectos morfológicos seja nível A. Como diretrizes, recomenda-se:

- Melhor desempenho das paredes das fachadas, mantendo o tijolo aparente, mas alterando a pintura da alvenaria em verde e cinza por cores claras, como o marfim.



**Envoltória**

Pré-requisitos

$U_{COB-AC}$  0.07 W/(m<sup>2</sup>K)  $\rho_{COB}$  28 %  
 $U_{COB-ANC}$  0 W/(m<sup>2</sup>K)  $CT_{PAR}$  160 kJ/(m<sup>2</sup>K)  
 $U_{PAR}$  3.45 W/(m<sup>2</sup>K)  $\rho_{PAR}$  32 %  
 $PAZ$  0 %  $FS$  0

**Localização**  
 Zona Bioclimática ZB 8  Cidade Água Branca AL

**Dados Dimensionais da Edificação**  
 $A_{TOT}$  8617.23 m<sup>2</sup>  $FA$  0.50  
 $A_{PCOB}$  4301.36 m<sup>2</sup>  
 $A_{PE}$  2193.45 m<sup>2</sup>  
 $V_{TOT}$  25838.16 m<sup>3</sup>  $FF$  0.32  
 $A_{ENV}$  8175.74 m<sup>2</sup>

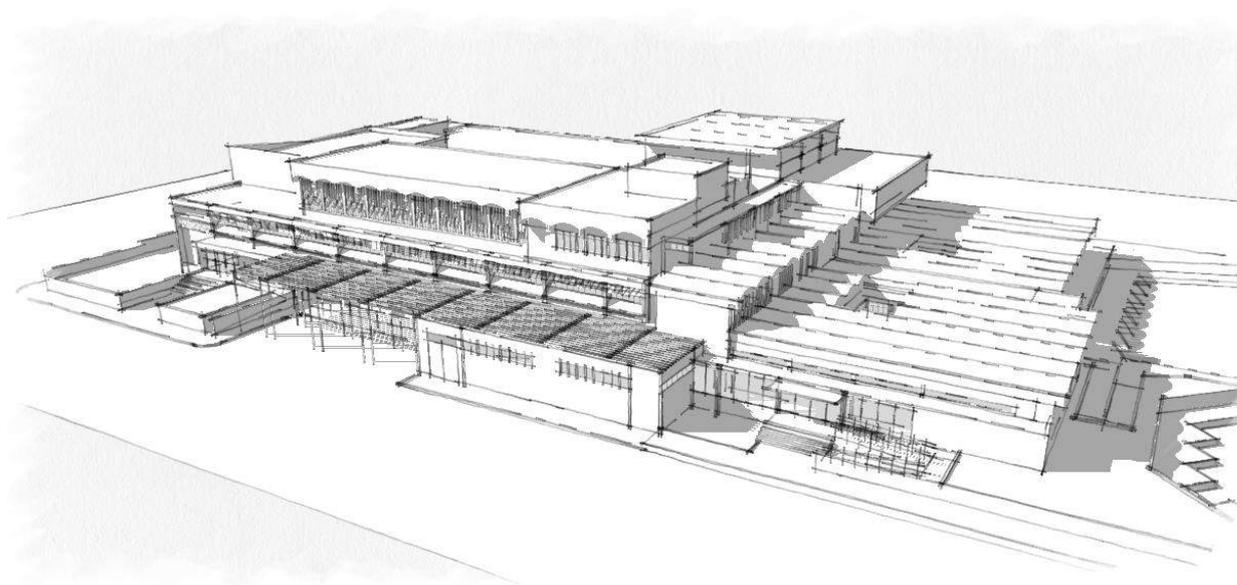
**Características das Aberturas**  
 $FS$  0.85  
 $PAF_T$  9.58 %  
 $PAF_O$  12.17 %  
 $AVS$  16.74 °  
 $AHS$  13.45 °

209.73 219.54 229.33 239.13 248.91  
 206.98  
**A B C D E**

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

**Envoltória**  
 Zona Bioclimática: 8  
 Mais eficiente **A**  
**B**  
**C**  
**D**  
 Menos eficiente **E**

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



---

### III - RETROFIT



## APRESENTAÇÃO

Este segundo relatório registra as atividades de pesquisa do grupo responsável pelo diagnóstico energético do edifício do HemoCE, 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 todos 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 do HemoCE 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 consequências 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 de Fortaleza, 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 foi realizada com o objetivo de ter 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 32).



Figura 32 - Medição de um barramento do sistema elétrico do Hemocentro de Fortaleza.

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 ocorreram nos dias 03, 04, 05 e 06 de Julho de 2012.

As medições de grandezas elétricas utilizando-se analisadores de energia foram realizadas de 28 a 30 de Agosto 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 33 apresenta o analisador MARH-21.



Figura 33 - 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 disjuntores A e B do Hemocentro de Fortaleza:

**Medição 1:** Disjuntor A

**Medição 2:** Disjuntor B.

A Figura 34 ilustra os pontos onde foram realizadas medições de parâmetros elétricos nas instalações elétricas do Hemocentro.

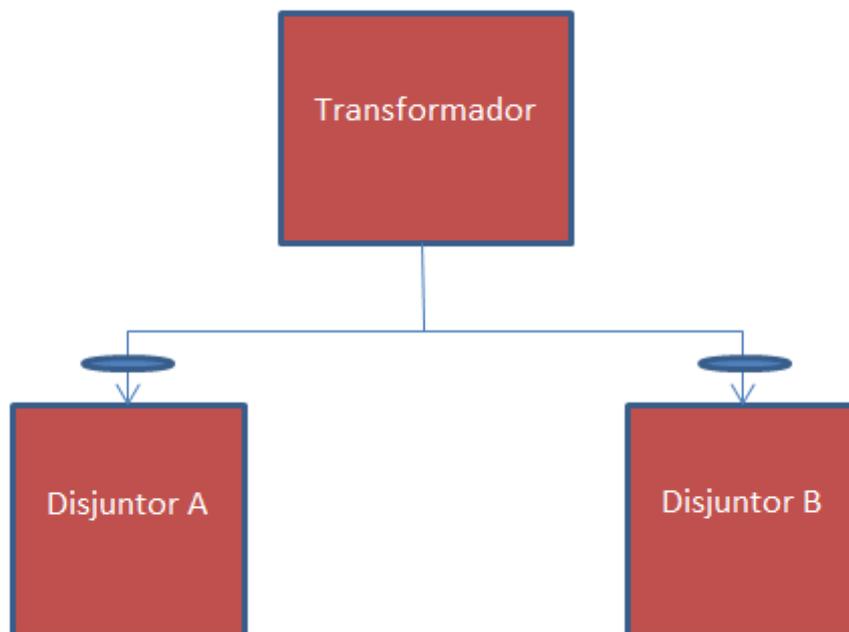


Figura 34 - Locais de medições de parâmetros elétricos.

### 3.5. Medições e Consumo Desagregado

A Figura 35 apresenta a curva de carga no disjuntor “A” e a Figura 36 a curva do disjuntor “B”, ambas no período de 28/08/2012 – 17h 00m a 30/08/2012 – 10h 50m.

O disjuntor “A” apresentou, em um intervalo de 24 horas, uma demanda média de 187,4 kW e o disjuntor “B”, 37,9kW totalizando uma demanda média diária de 225,3kW.

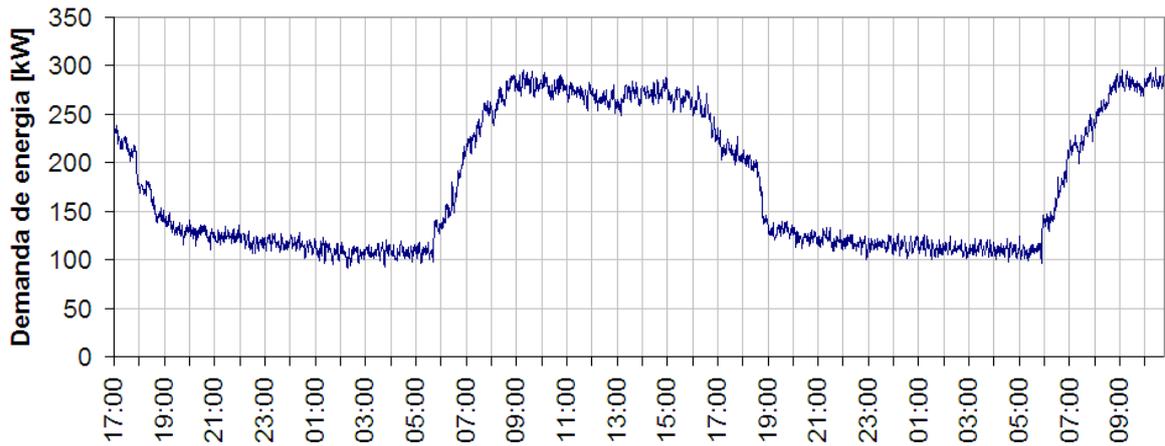


Figura 35 - Curva de Carga do Disjuntor A.



Figura 36 - Curva de Carga do Disjuntor B.

Para estimar o consumo mensal e anual do HEMOCE, foram somadas as curvas dos dois disjuntores que o alimentam e a curva resultante foi dividida em dois períodos: diurno e noturno.

- Diurno: corresponde ao período entre 7h00 e 18h00. É neste intervalo que as atividades desenvolvidas pelo HEMOCE são realizadas. A Figura 37 apresenta a curva resultante do período diurno e a demanda média calculada foi de 325,0 kW.

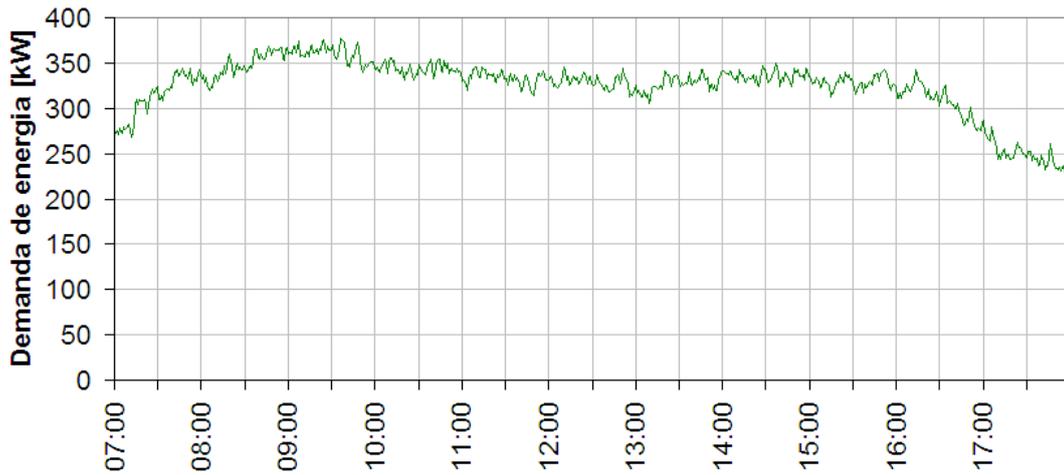


Figura 37 - Curva de carga do período diurno.

- Noturno: corresponde aos períodos entre a meia-noite e as 7h00 e após as 18h00 até as 23h59. Alternativamente, neste relatório foi utilizado o período entre as 18h00 e as 7h00 do dia seguinte, a fim de adotar um intervalo contínuo, facilitando a medição e a manipulação gráfica desta curva. Neste período, o consumo de energia é menor, operando apenas os sistemas independentes em relação a uma atividade específica do HEMOCE, como o de refrigeração, o de climatização em ambientes onde há a necessidade de manter uma temperatura adequada para armazenamento de materiais e o de vigilância, que inclui câmeras, monitores e eventuais sistemas de iluminação parcial. A Figura 38 apresenta a curva de carga deste período e a demanda média calculada foi de 141,4kW.

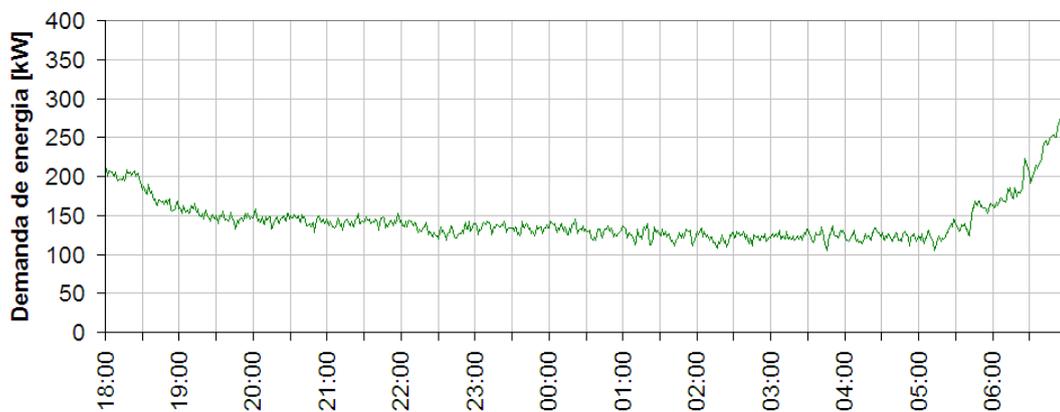


Figura 38 - Curva de carga do período noturno.



Com base nesses dados, estimou-se um consumo médio mensal de acordo com as seguintes informações:

- 21 dias úteis com 11 horas de consumo diurno e 13 horas de consumo noturno;
- 4 sábados com 5 horas equivalentes ao consumo diurno e 19 horas equivalentes ao consumo noturno; e
- 6 dias com as 24 horas equivalentes ao consumo noturno representando os domingos e feriados do mês.

Assim, o consumo médio diário foi estimado em:

- 5.413,2kWh para um dia útil ( $11h \times 325,0kW + 13h \times 141,4kW$ );
- 4.311,6kWh para um sábado ( $5h \times 325,0kW + 19h \times 141,4kW$ ); e
- 3.393,6kWh para um domingo ou feriado ( $24h \times 141,4kW$ ).

Multiplicando esses valores pelas quantidades de dias no mês (21 dias úteis, 4 sábados e 6 domingos ou feriados) obtemos um consumo mensal estimado em aproximadamente 150.000kWh, portanto, um consumo anual de 1.800.000kWh. Foi realizado também, um levantamento dos equipamentos existentes no Hemocentro e seus respectivos períodos de utilização e assim, foi possível construir a matriz de consumo desagregado do Hemocentro, conforme apresenta a Figura 39.

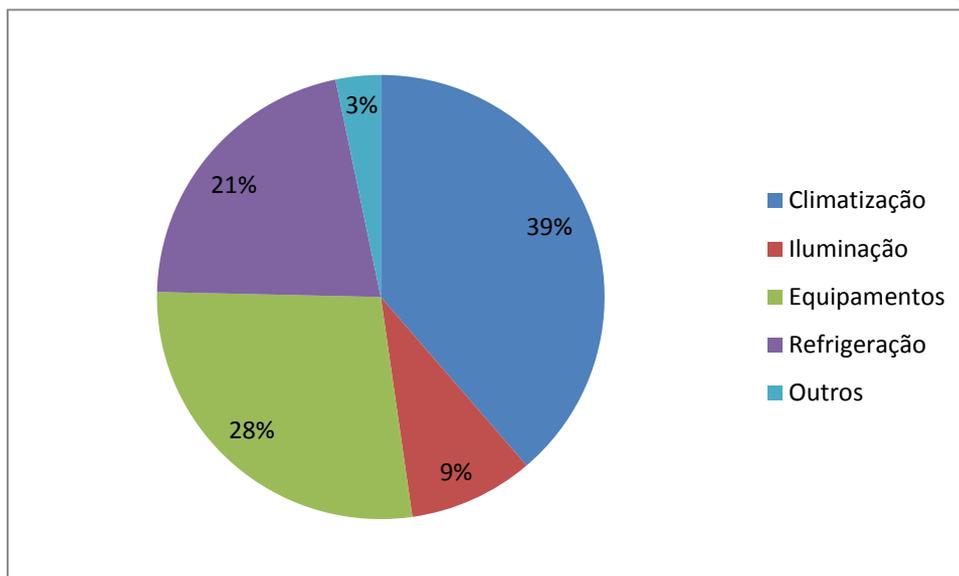


Figura 39 - Matriz de consumo desagregado do Hemocentro.

### 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 40) – 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.

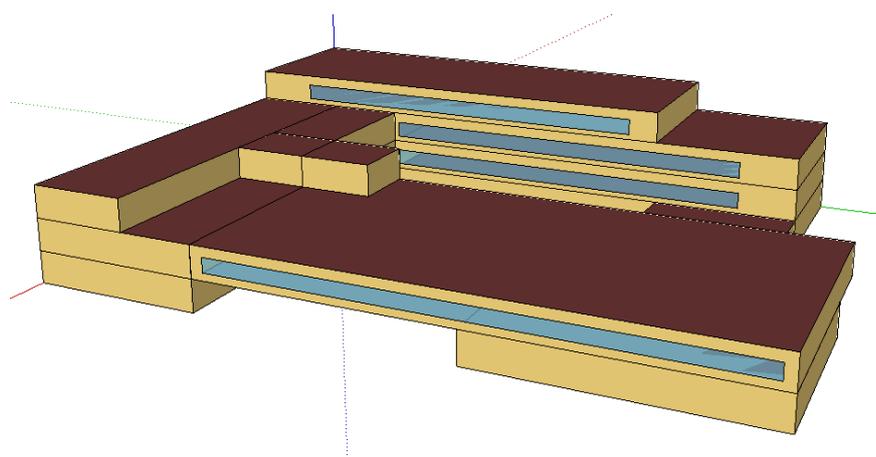


Figura 40 - Modelo virtual do Hemocentro.



Utilizando a ferramenta de simulação EnergyPlus®, simulou-se o modelo virtual do Hemocentro para as condições climáticas de Fortaleza. Foram utilizados dados típicos para os materiais da edificação, a saber:

- Paredes externas: alvenaria simples pintada.
- Paredes internas: alvenaria simples pintada.
- Cobertura: laje dupla de concreto.
- 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 e 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 2,8 e o seu perfil de operação foi estipulado como sendo o mesmo definido para a ocupação das pessoas na edificação. 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 41, 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 41 - Exemplo de relatório de saída de dados da simulação realizada pelo EnergyPlus.

Os sistemas de climatização e de refrigeração correspondem a 60% 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 24°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): aplicação das estratégias 1, 2 e 3: 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 42 as reduções do consumo anual obtidas por cada estratégia e que podem ser comparadas com a situação atual (REF).

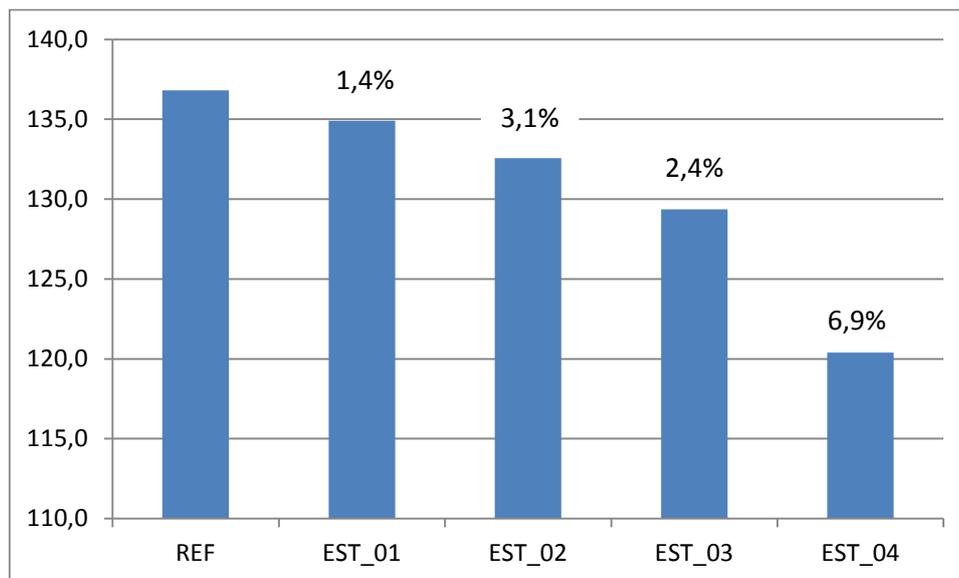


Figura 42 - Percentual de redução do consumo anual de energia em relação à situação de referência.

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 contribui mais significativamente mas ainda exige um investimento alto com baixo retorno de investimento.

### **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 ideia 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 43 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.

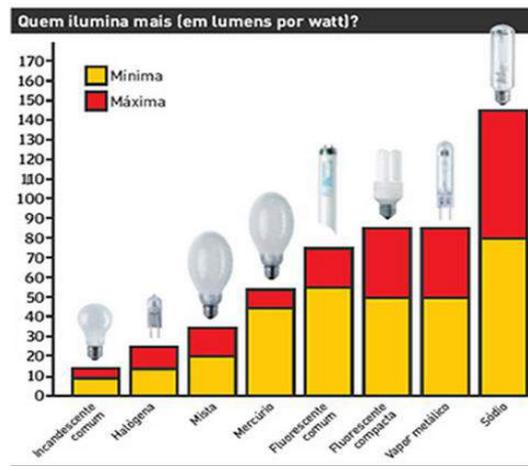


Figura 43 - Eficiência energética para fontes de luz atuais

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 consequência 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 44 apresenta os modelos de lâmpadas fluorescentes de 40, 32 e 28W e seus respectivos valores de eficiência luminosa.



Figura 44 - 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 45 apresenta a relação entre o modelo de lâmpada fluorescente e a eficiência da luminária.

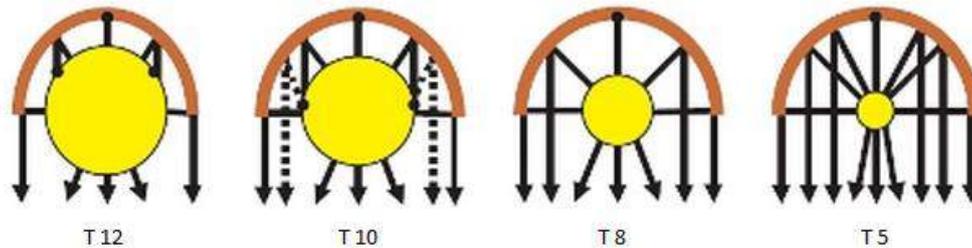


Figura 45 - Relação entre o modelo de lâmpada fluorescente e a eficiência da luminária.

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 46 apresenta algumas possibilidades para os sensores de presença.

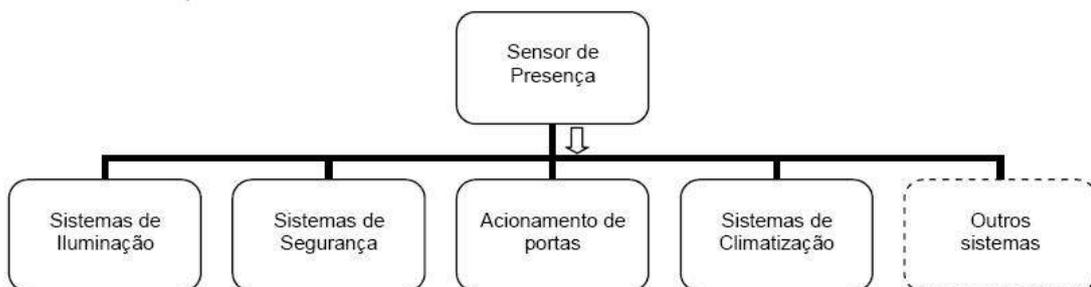


Figura 46 - Possibilidades para sensores de presença



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 47 apresenta alguns sensores com a tecnologia PIR:



Figura 47 - 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 48 apresenta um sensor de presença do tipo ultra-sônico:



Figura 48 - 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 49 apresenta um sensor com tecnologia dual e sua respectiva fonte de alimentação. A Figura 50 apresenta a área de cobertura do sensor dual, de lente padrão e de longo alcance.



Figura 49 - Sensor de presença com tecnologia dual e respectiva fonte de alimentação.

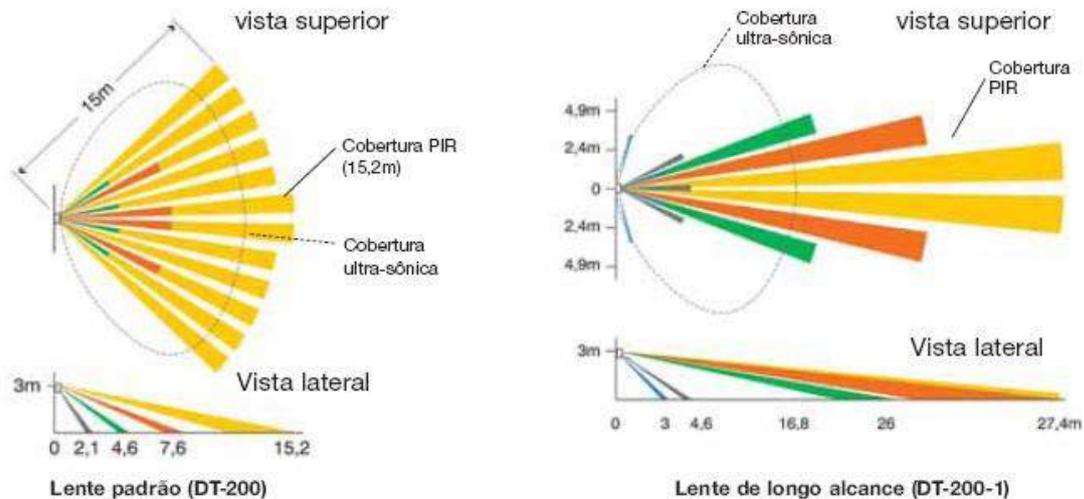


Figura 50 - Área de cobertura do sensor dual de lente padrão e de longo alcance.

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**

Em alguns locais, mesmo com a ausência de usuários, o sistema de iluminação fica ligado durante o período de funcionamento do Hemocentro. A Figura 51 apresenta essa situação.



Figura 51 - Sistema de iluminação ligado e ausência de usuários.



Em alguns pontos de iluminação verificou-se, na mesma calha, a existência de lâmpadas fluorescente de potências diferentes. Na Figura 52, nota-se a existência de lâmpadas fluorescentes de 40 e 32 W.

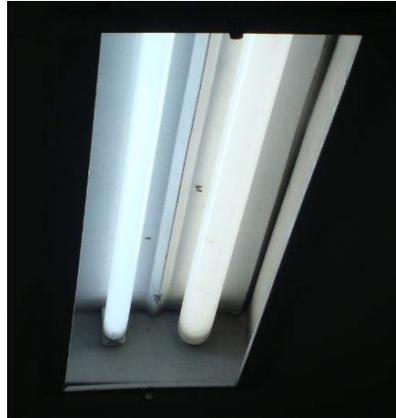


Figura 52 - Lâmpadas de potências diferentes na mesma calha

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 53 apresenta essa situação.



Figura 53 - Sistema de iluminação ligado e ausência de usuários nos corredores do Hemocentro



### **3.9.1. Recomendações**

- ✓ Prosseguir na substituição gradativamente o sistema de iluminação fluorescente atual (40W) pelos sistemas que utilizam lâmpadas de 32 e 28 W.
- ✓ 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**

Os sistemas de climatização utilizados no Hemocentro são basicamente compostos de unidades autônomas denominadas “janela”, “splits” e “self-contained” de diferentes capacidades. As unidades tipo “janela” estão sendo substituídas pelas “split” à medida que aquelas apresentam defeito, segundo informou a Coordenação do Hemocentro. Porém, nem sempre existe a preocupação de adquirir equipamentos eficientes (selo A do PROCEL), deixando de explorar um grande potencial de economia na maior carga existente no Hemocentro.



### **3.10.1. Recomendações**

- ✓ Aquisição de novos equipamentos com selo A do Procel.

### **3.11. Sistemas de Refrigeração**

Verificou-se no hemocentro a existência de diversas unidades de refrigeração com temperaturas de controle variando de +2°C a -80°C com capacidades de armazenamento e de consumo de energia também diversas. Estas unidades estão distribuídas pelo 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.

#### **3.11.1. Recomendações**

- ✓ Manutenção preventiva dos sistemas e retrofit das unidades de resfriamento com vida útil maior que 20 anos.

### **3.12. Estudo Tarifário**

#### **3.12.1. 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.

**3.12.2. Avaliação**

Atualmente o Hemocentro de Fortaleza é alimentado em Média Tensão e a tarifa aplicada é a Horo-Sazonal Verde, sendo que sua fatura de energia elétrica é composta de consumo de ponta, fora de ponta e demanda, com suas respectivas tarifas e impostos. A Figura 54 apresenta o histórico de consumo do Hemocentro.

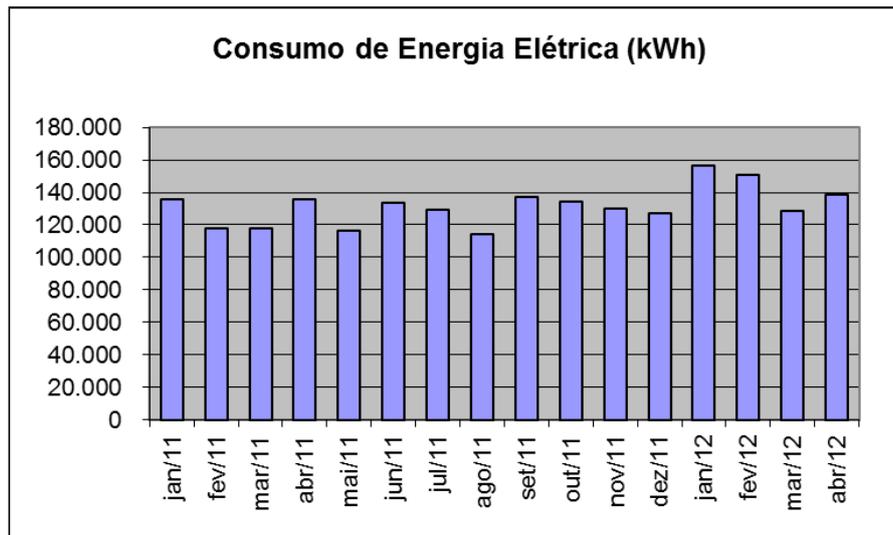


Figura 54 - Histórico do consumo de energia elétrica do Hemocentro.

A Figura 55 apresenta o histórico da demanda registrada sendo que todas são maiores que a demanda contratada (342 kW) o que torna a Unidade passível de multa por ultrapassagem de demanda, aumentando o custo médio da energia consumida.

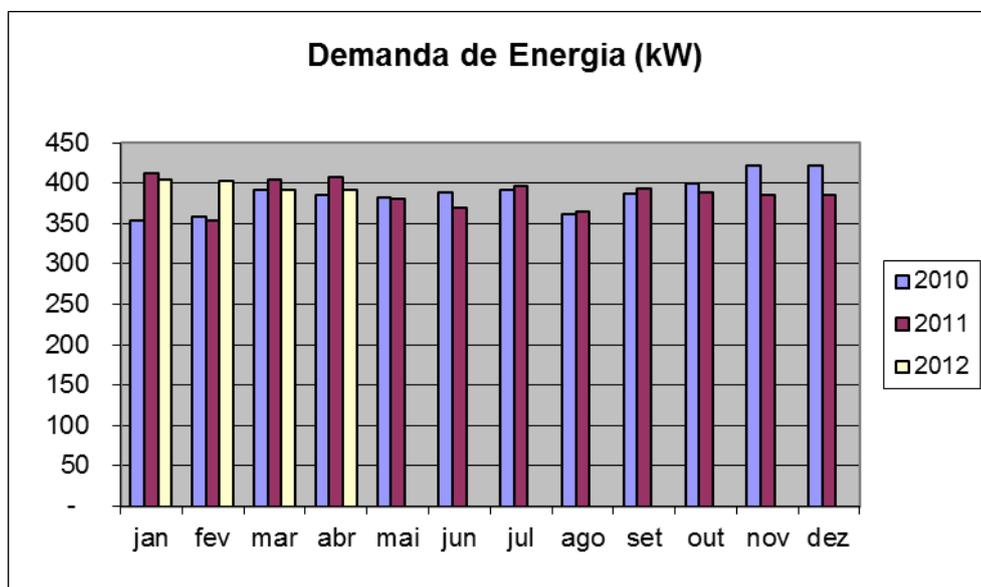


Figura 55 - Histórico da demanda registrada do Hemocentro



### 3.12.3. Recomendações

Alteração da demanda contratada

### 3.13. 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.

#### 3.13.1. 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 56 apresenta as tensões medidas no disjuntor A. Valores encontram-se dentro dos limites permitidos.

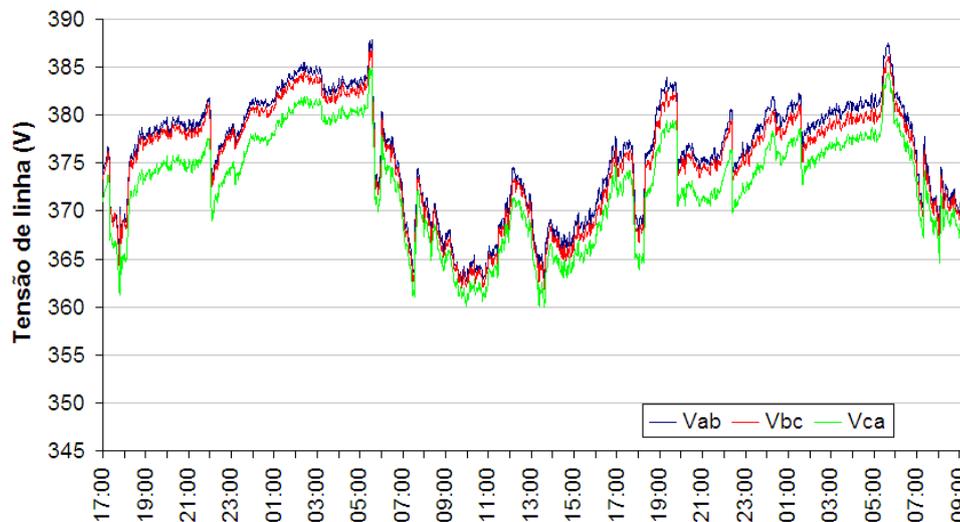


Figura 56 - Medição do disjuntor A – Tensões AB, BC e CA

Nos barramentos principais do Hemocentro de Fortaleza (Disjuntores A e B), determinou-se o valor do Grau de Desequilíbrio de Tensão de 0,55%, de forma que se considera um sistema equilibrado.

A Figura 57 apresenta as correntes medidas no disjuntor B. Nota-se os desequilíbrios entre fases devido às cargas monofásicas não uniformemente distribuídas.

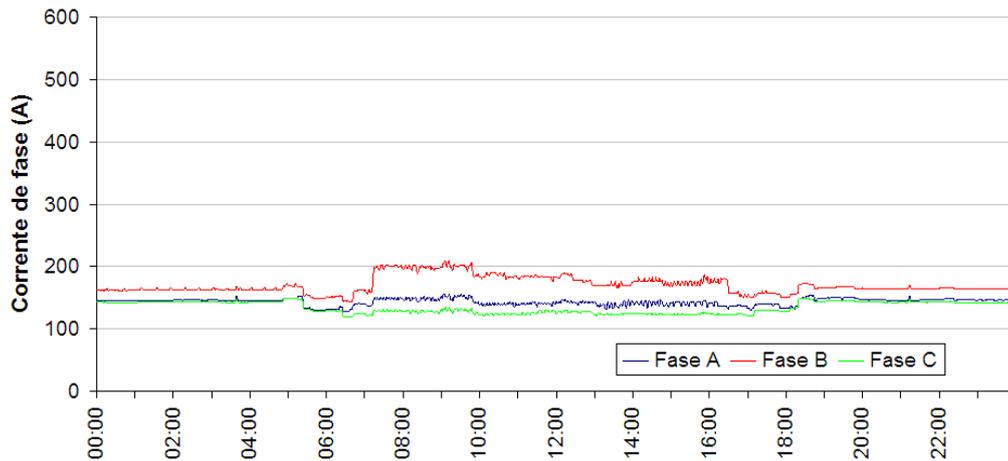


Figura 57 - Medição disjuntor B – Correntes A, B e C.

Já Figura 58 apresenta as correntes medidas no disjuntor A. Nota-se que o desequilíbrio das correntes, em relação ao disjuntor B, é menor, pois existem equipamentos que consomem grande quantidade de energia e são trifásicos, atenuando o desequilíbrio, entretanto, existem muitos equipamentos menores, mas que são monofásicos e consomem energia de forma intermitente, causando as oscilações e os desequilíbrios que podem ser observados no gráfico.

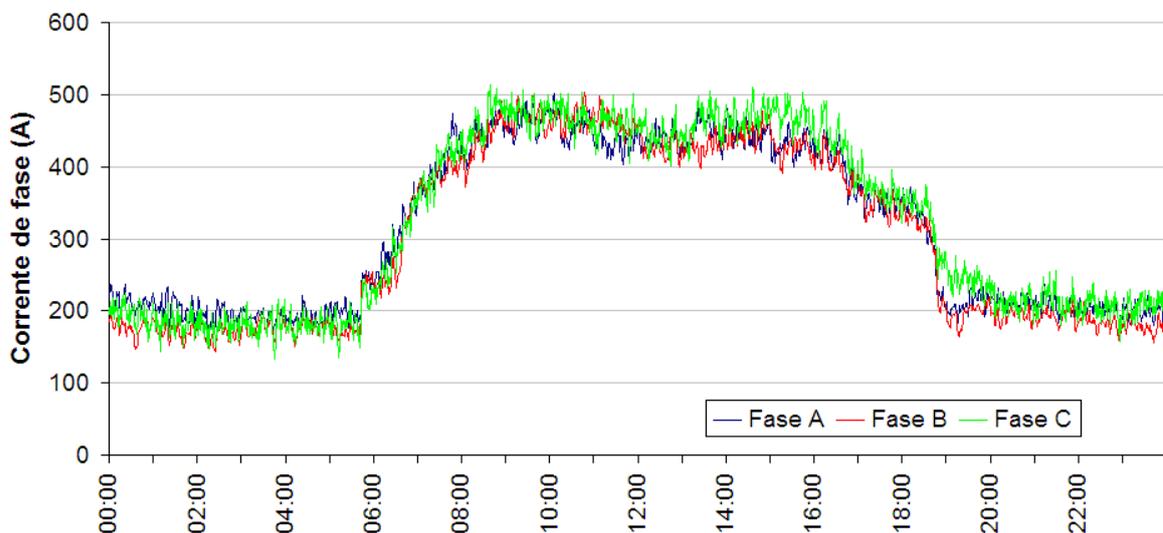


Figura 58 - Medição disjuntor A – Correntes das fases A, B e C.



### 3.13.2. 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 sequências podem ser positiva, negativa ou nula. No caso de motores elétricos, os harmônicos de sequência positiva superiores a fundamental, tendem a girá-lo em velocidade superior à nominal, provocando aquecimento devido à sobrecorrentes, reduzindo sua vida útil. As de sequência 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 sequência 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 59 apresenta os valores dos harmônicos de tensão medidos no barramento do disjuntor A. Valores encontram-se dentro dos limites permitidos.



Figura 59 - . Medição do disjuntor A – 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.

Os valores de fator de potência também foram verificados por meio das medições realizadas.

### 3.14. 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.

A Figura 60 apresenta os valores de fator de potência calculados para toda a carga do Hemocentro. Esses valores encontram-se fora dos limites permitidos, porém o HEMOCE realiza uma correção do fator de potência antes do ponto de medição da concessionária, assim o valor da energia reativa excedente se torna mínimo.

Cabe observar que o sistema automatizado de correção de fator de potência não está funcionando adequadamente, deixando o banco de capacitores constantemente ligados, diminuindo sua eficiência.

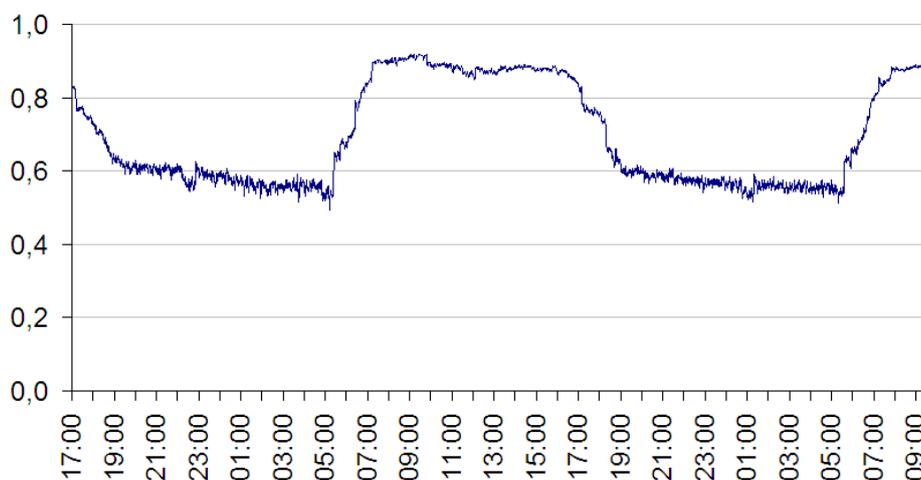


Figura 60 - Valores calculados para o fator de potência do HEMOCE.

Através deste gráfico e da curva de carga do Hemocentro é possível dimensionar adequadamente o banco de capacitores e seu sistema automatizado a fim de eliminar as cobranças por excesso de reativos.



### 3.14.1. 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 ( $> 0,92$ ).
- ✓ Avaliação do dimensionamento do banco de capacitores existente no Hemocentro de Fortaleza.
- ✓ Realizar manutenção adequada no banco de capacitores existentes no Hemocentro de Fortaleza.

### 3.15. 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 2 medições utilizando-se equipamentos analisadores de energia instalados em pontos importantes do sistema elétrico do Hemocentro. Com essas medições, foi possível determinar os valores de consumo diário e mensal, possibilitando construir a matriz de consumo desagregado.

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:** Modificação da temperatura de controle dos sistemas de climatização de 24°C para 25°C.
- **Estratégia 2:** Retrofit dos sistemas de climatização para equipamentos com selo Procel A.



- **Estratégia 3:** Retrofit do sistema de refrigeração com aumento médio da eficiência dos equipamentos de 10%.
- **Estratégia 4:** Aplicação das estratégias 1, 2 e 3.

No tocante aos sistemas de iluminação, recomenda-se prosseguir a substituição gradativa do sistema fluorescente atual (40W) pelos sistemas que utilizam lâmpadas de 32 e 28W.

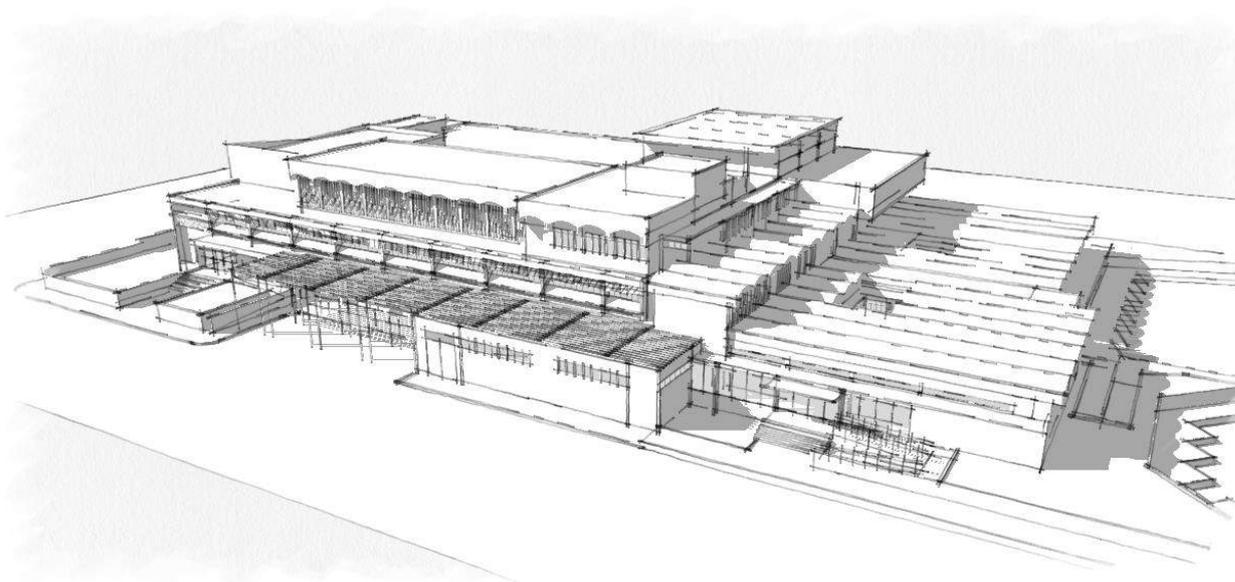
Verificou-se também a necessidade de segmentar os circuitos em grupos menores de luminárias, principalmente em ambientes amplos, bem como segmentar o sistema elétrico das luminárias próximas às janelas permitindo que estas fiquem apagadas quando os níveis de iluminância forem aceitáveis.

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.

Quanto ao estudo tarifário, atualmente o Hemocentro é tarifado em Média tensão Horário Sazonal Verde. Recomenda-se alteração da demanda contratada.

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).



---

## IV - DIRETRIZES PARA INTERVENÇÃO



## 4. Diretrizes para a Reabilitação Ambiental

### 4.1. Diretrizes da Avaliação Ambiental Integrada

A Avaliação Ambiental Integrada 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 HemoCE.

#### 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 Ceará, 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 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;

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 HemoCE, que teve desempenho “B”, gerou-se as seguintes diretrizes para atingir o nível A:

- Cumprir os pré-requisitos para os fechamentos opacos das fachadas e cobertura para ser nível A (transmitância e absortância 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 com selo A do Procel.

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. Também foi posta a possibilidade de aquisição de um terreno vizinho ao edifício original, com destinação para uma nova construção que abrigasse atividades do HemoCE. Desta forma, as propostas apresentadas ao longo deste capítulo consideram este novo bloco como parte fundamental do projeto de global de reabilitação do HemoCE.

### 4.2.1. Avaliação e Diretrizes de Implantação em Relação com o Entorno

O HemoCE possui um entorno caracterizado pelo intenso fluxo de carros e pessoas; com poucas áreas verdes. (Figura 61). O problema da mobilidade e vagas de estacionamento é latente devido o edifício está voltado para uma via com intenso fluxo de veículos e possui edifícios públicos com alto poder de atração de pessoas (universidade e hospital).



Figura 61 – Entorno construído do HemoCE.



Outro ponto importante é a composição dos materiais do entorno. Como demonstrado nas simulações computacionais e avaliação *in loco*, a excessiva presença do concreto e asfalto contribui para o aumento da temperatura do ar no entorno imediato. A Figura 62 exemplifica a característica dos materiais superficiais do entorno. A utilização de materiais com menos poder de concentração de calor é altamente recomendável tendo em vista o clima local. A aplicação de pavimentos permeáveis é uma das diretrizes para o entorno imediato do HemoCE, principalmente nas áreas de estacionamento. (ver prancha 02 – Anexo III). A Figura 63 exemplifica como são constituídos os pavimentos permeáveis.

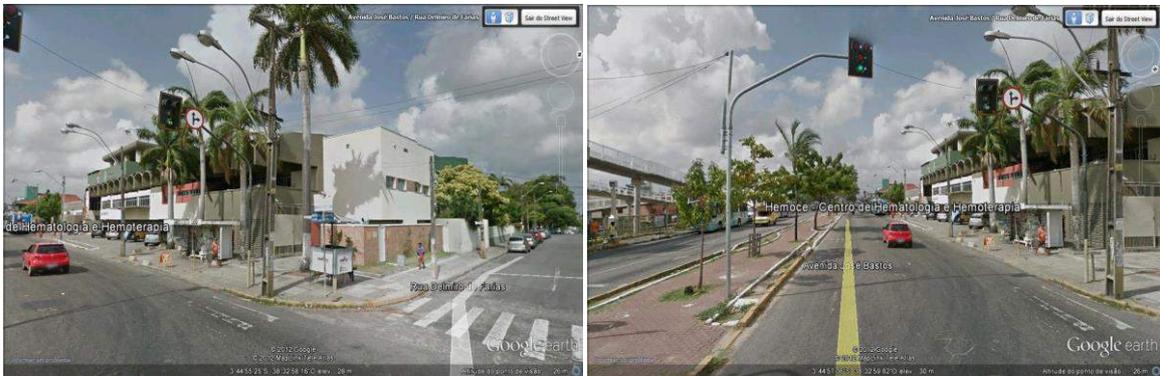


Figura 62 – Forte presença de materiais como asfalto e concreto no entorno do HemoCE.



Figura 63 – Exemplos de aplicação dos pavimentos permeáveis. Fonte: [www.ecodebate.com.br](http://www.ecodebate.com.br) – acesso em 08-03-2013.



A presença de cobertura vegetal nos jardins que cercam o HemoCE também é um fator que ameniza a temperatura do ar no entorno (Figura 64). A intensificação desta cobertura com espécies nativas é uma das diretrizes para o entorno. Um breve levantamento de algumas espécies foi realizado e pode ser consultado como referencia no Anexo III; e as plantas do estudo preliminar indicam a localização das mesmas.



Figura 64 – Presença de considerável cobertura vegetal nos jardins do HemoCE.

Em resumo, as diretrizes propostas em relação ao entorno são:

- Aumento da cobertura vegetal com espécies nativas da região (indicação no estudo preliminar);
- Alteração dos pavimentos de cimento e asfalto por pavimentos permeáveis (sempre que possível e como indicados no estudo preliminar);

#### 4.2.2. Avaliação e Diretrizes para a Envoltória

O diagnóstico realizado apontou que as superfícies que compõe a cobertura e fachada noroeste são as que mais recebem incidência de carga térmica. Desta forma, as diretrizes para estas superfícies são relacionadas à redução de carga térmica por meio do amenização da transferência e geração de calor (coberturas verde) e obstrução da radiação solar direta (proteções solares). A Figura 65 e Figura 66 apresentam exemplos da aplicação de coberturas verdes e dispositivos de proteção solar (brises).



Figura 65 – Exemplos de utilização de telhados verdes. Fonte: [www.institutocidadejardim.wordpress.com](http://www.institutocidadejardim.wordpress.com) – acesso em 08-03-2013



Figura 66 – Exemplo de utilização de dispositivos de proteção solar (brises). Fonte: [blog.gerenciaconstrutora.com.br](http://blog.gerenciaconstrutora.com.br) – acesso em 08-03-2013.

#### 4.2.3. Avaliação e Diretrizes do Pavimento Térreo

O pavimento térreo possui áreas destinadas ao estoque e distribuição do sangue; armazenagem de equipamentos; farmácia; informática e monitoramento; além de serviços de higienização e estacionamento de veículos. O pavimento térreo também possui como elemento de destaque o jardim central que interliga o edifício e contribui para a ventilação e iluminação natural nos ambientes. A Figura 67 apresenta a planta atual com o zoneamento das atividades levantados neste trabalho.

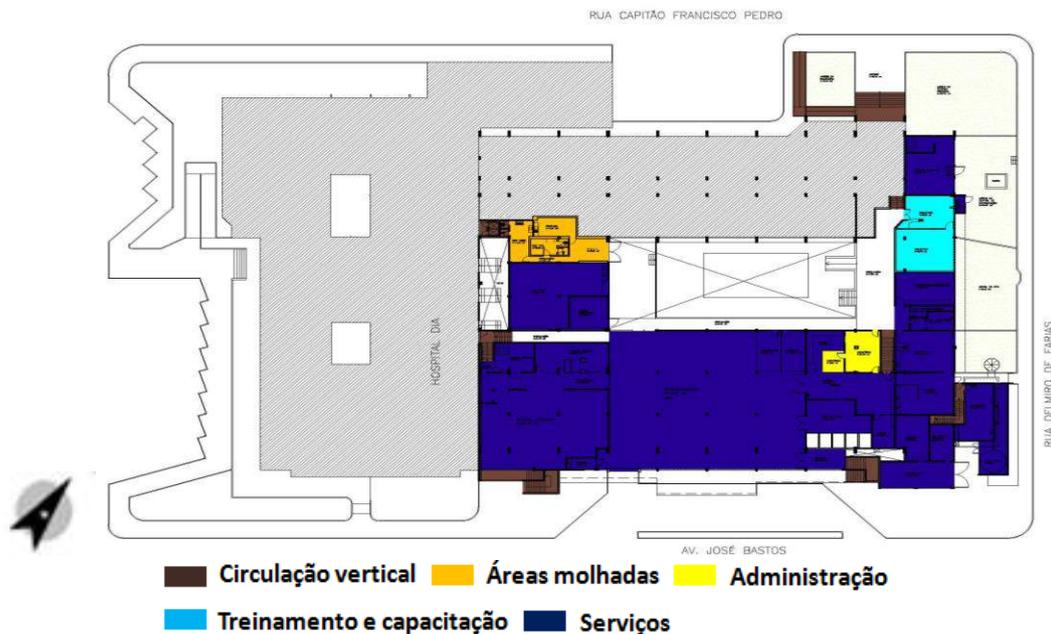


Figura 67 – Zoneamento das atividades do pavimento térreo

Com base no zoneamento, o primeiro passo para a elaboração das diretrizes deste pavimento foi a redistribuição e organização das principais atividades do pavimento; tendo o cuidado de manter (sempre que possível) as áreas molhadas, circulações verticais e áreas onde necessitaria de um grande custo para a remoção (ex.: CPD). Também houve a busca por criação ou revitalização de espaços verdes, humanização dos espaços, acessibilidade e conforto. Em resumo, as principais diretrizes de alterações foram:

- Setorização e melhor distribuição dos ambientes e atividades;
- Reativação do monta-carga na área correspondente ao fluxo do sangue;
- Reorganização dos fluxos (fluxo do sangue, funcionários, e externos);
- Alteração do acesso dos funcionários do Hemoce que trabalham no Hospital Dia (separação dos fluxos com criação de nova entrada).
- Criação de áreas para a implantação de creche, vestiários, repouso dos funcionários;
- Revitalização do jardim interno e áreas verdes;
- Separação de áreas destinados à higienização de recipientes.



#### 4.2.4. Avaliação e Diretrizes para o 1º Pavimento

No primeiro pavimento encontram-se as principais áreas de doação e processamento do sangue; bem como o setor administrativo do HemoCE. Em suma, este pavimento concentra as principais atividades. Outro fator importante é a conexão entre o HemoCE e o Hospital Dia que acontece neste pavimento. A Figura 68 apresenta o atual zoneamento, levantado neste trabalho.

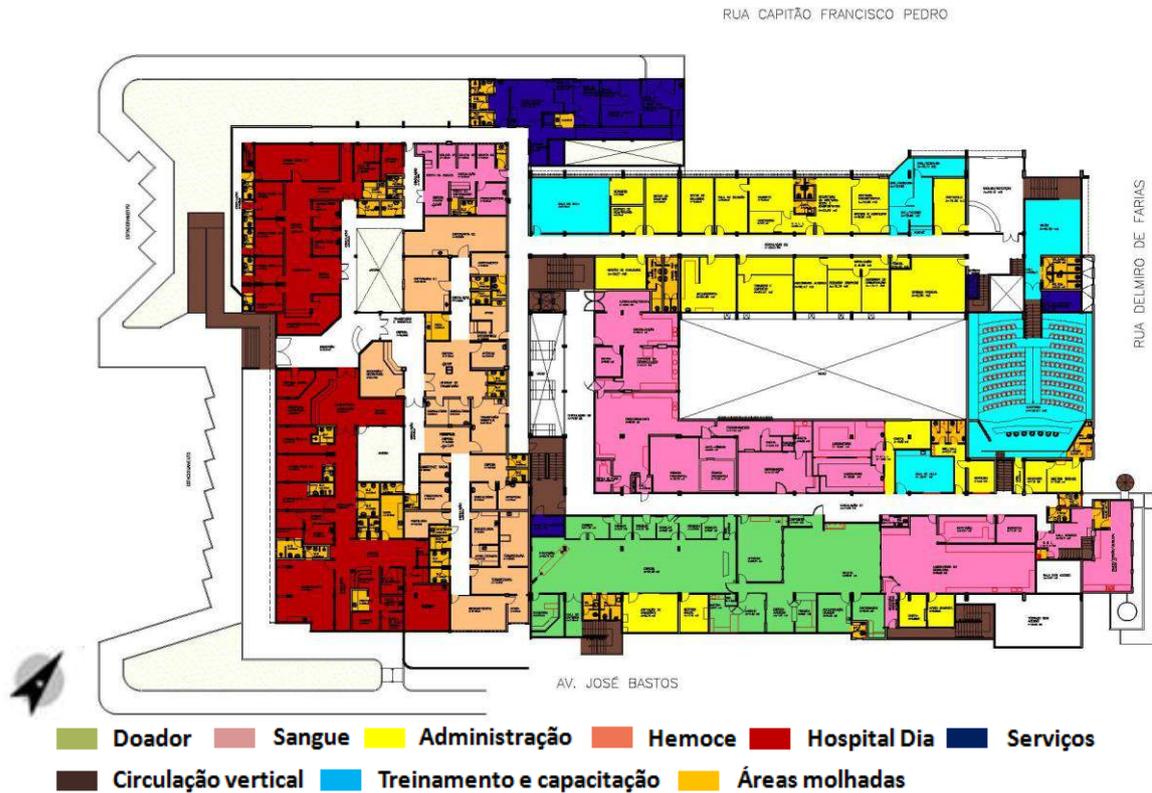


Figura 68 – Zoneamento do 1º Pavimento HemoCE.

Por sua importância, este pavimento concentrou as principais alterações quanto à reorganização e relocação de ambientes, melhoria no fluxo do sangue, funcionários, doadores e externos; integração com áreas verdes; criação de ambientes. Em resumo destaca-se como diretrizes para este pavimento:

- Alterações na área da coleta e no fluxo dos doadores;
- Acessibilidade na entrada – saída do doador;
- Reorganização na área de processamento do sangue;
- Redistribuição do setor administrativo;



- Criação de áreas para atividades de Vacinação, banheiro PNE, brinquedoteca, sala de retirada de exames, entre outras;
- Separação entre HemoCE e Hospital Dia;
- Integração com áreas verdes e espaços de convivência.

#### 4.2.5. Avaliação e Diretrizes para o 2º Pavimento

Originalmente o segundo pavimento concentra as atividades laboratoriais, tendo uma área considerável sido reformada recentemente. Este pavimento também abriga algumas atividades de treinamento (salas e o auditório). A **Figura 69** apresenta o zoneamento realizado neste trabalho para a identificação das atividades predominantes.

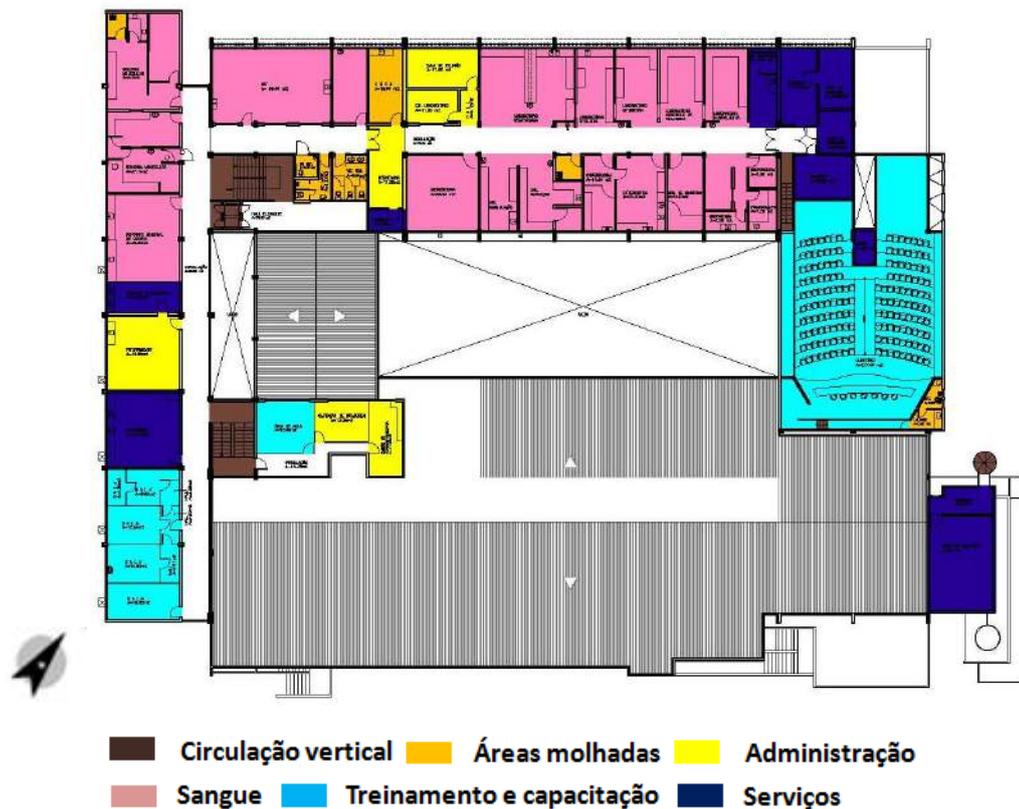


Figura 69 - Zoneamento do 2º Pavimento HemoCE

As principais diretrizes para este pavimento foram no sentido da reorganização das atividades, agrupando funções relacionadas ao sangue. Alguns ambientes foram relocadas, como por exemplo o SESMIT, e tiveram suas áreas aumentadas. Como nos demais pavimentos, foram observados os aspectos de humanização e criação de áreas de convivência para os funcionários (jardins externos).



#### 4.2.6. Avaliação e Diretrizes para o 3º Pavimento

O terceiro pavimento concentra atualmente áreas destinadas a alojamento; arquivo; e depósito. De forma geral, pode ser identificada a subutilização de ambientes e áreas que poderiam abrigar ampliações. Por exemplo, foi identificada a possibilidade de utilização da área abaixo do heliponto existente; e de melhor uso do espaço destinado ao depósito de equipamentos (Figura 70). A Figura 71 apresenta o zoneamento atual deste pavimento.



Figura 70 – Espaço abaixo do heliponto (a esquerda); e área de depósito no 3º pavimento (a direita).

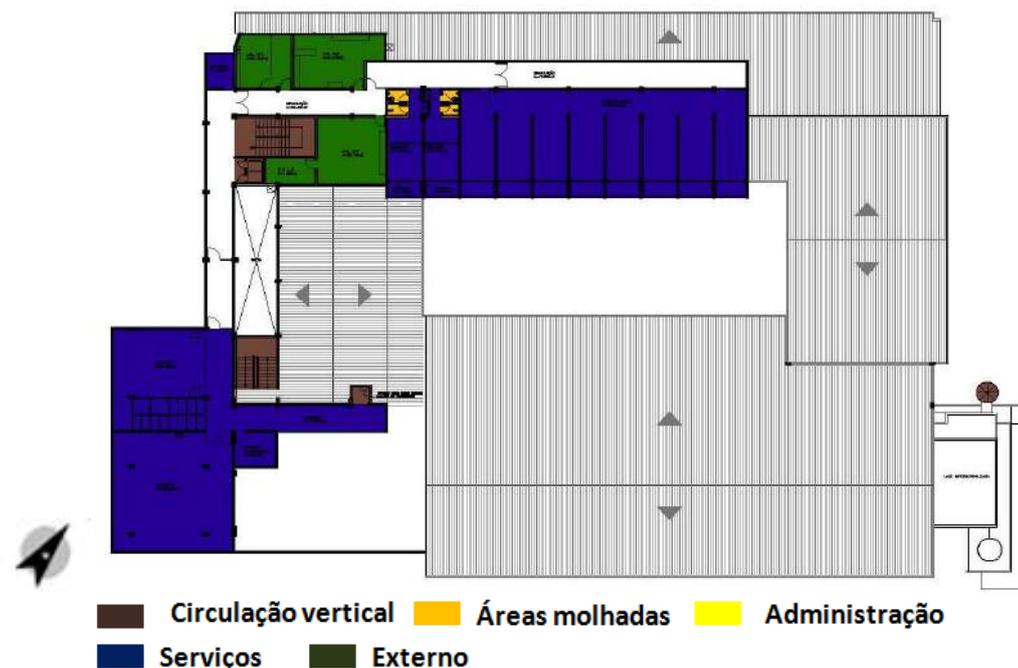


Figura 71 - Zoneamento do 3º Pavimento HemoCE.



As alterações propostas para este pavimento foram no sentido de remanejamento de atividades de caráter estritamente administrativo (financeiro), de convivência/atividades laborais e alimentação (restaurante); onde somente os funcionários do HemoCE estivessem acesso. Desta forma, destaca-se a seguintes diretrizes para este pavimento:

- Inserção das atividades relacionadas ao setor financeiro / administrativo;
- Criação de áreas de convivência e ginástica laboral;
- Criação de restaurante para os funcionários;
- Humanização dos espaços.

#### **4.2.7. Avaliação e Diretrizes para a Cobertura**

O levantamento de algumas informações sobre a cobertura do edifício do HemoCE apontou para a utilização de superfícies em concreto impermeabilizado e telhas metálicas. Não foi possível levantar informações precisar quanto à localização da aplicação destes materiais. No entanto, algumas diretrizes podem ser propostas tendo em vista o desempenho térmico e energético e humanização dos espaços.

- Inserção de coberturas verdes;
- Criação de jardim de convivência.

#### **4.2.8. Diretrizes para a criação de Edifício Anexo**

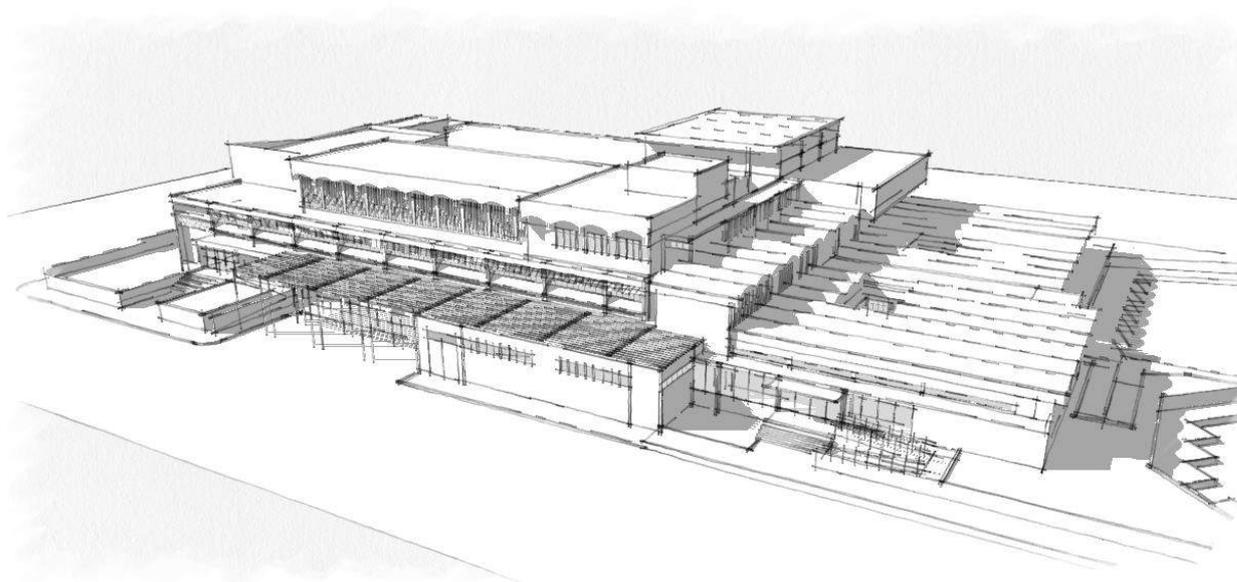
Desde o início dos levantamentos foi indicada a possibilidade de inserção de um lote vizinho ao HemoCE no projeto de reabilitação. Este lote é proveniente de aquisição de um conjunto de habitações na Rua Delmiro de Faria (Figura 72). Desta forma, o remanejamento de alguns ambientes do atual edifício do HemoCE foi possível, bem como a criação de novas áreas (museu do HemoCE).



Figura 72 – Lote a ser adquirido pelo HemoCE (Rua Delmiro de Faria).

Para esta nova edificação foram trabalhados os conceitos de criação de espaços humanizados e aspectos de conforto ambiental, ao nível de estudo preliminar. Como não foi possível realizar um levantamento adequado do terreno, tendo em vista a atual ocupação do mesmo, os devidos estudos e consideração devem ser feitos para fins de desenvolvimento futuro do projeto. Em resumo as principais diretrizes trabalhos na proposta no edifício anexo são:

- Edificação em pilotis com pavimentação externa permeável;
- Ambientes humanizados, com aproveitamento da iluminação natural;
- Coberturas verdes e jardins;
- Criação de espaço para o museu do HemoCE;
- Áreas destinadas à alojamento, direção, treinamento.



---

## V - PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO



## 5. INTERVENÇÃO PARA O HEMOCE

A partir das diretrizes identificadas para o HemoCE, 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 HemoCE, dentro de grandes eixos temáticos:

<p><b>Qualidade Ambiental e Sustentabilidade</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporação da água, jardins, luz natural e átrios; uso de materiais naturais e formas orgânicas;</li> <li>- Paredes e cobertura verde;</li> <li>- Soluções para a envoltória (coberturas e fachadas): proteções solares, zenitais, materiais, etc.</li> </ul>
<p><b>Humanização</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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;</li> <li>- Áreas de estar e permanência agradáveis ambiental e esteticamente. Valorizar os visuais do usuário, como forma de proporcionar satisfação e bem-estar.</li> <li>- Espaços com ambiência acolhedora, com luz agradável e materiais aconchegantes;</li> <li>- 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.</li> </ul>

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 73: Exemplos de inserção da vegetação no espaço construído. Fonte:

[www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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 74 e Figura 75). Estes tipos de aplicações possuem custos e tempo de montagem reduzidos, da mesma forma, dependendo da espécie de planta, exigem pouca manutenção.



Figura 74: Paredes Verdes, com sustentação de “caixas” metálicas. Fonte:

[www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

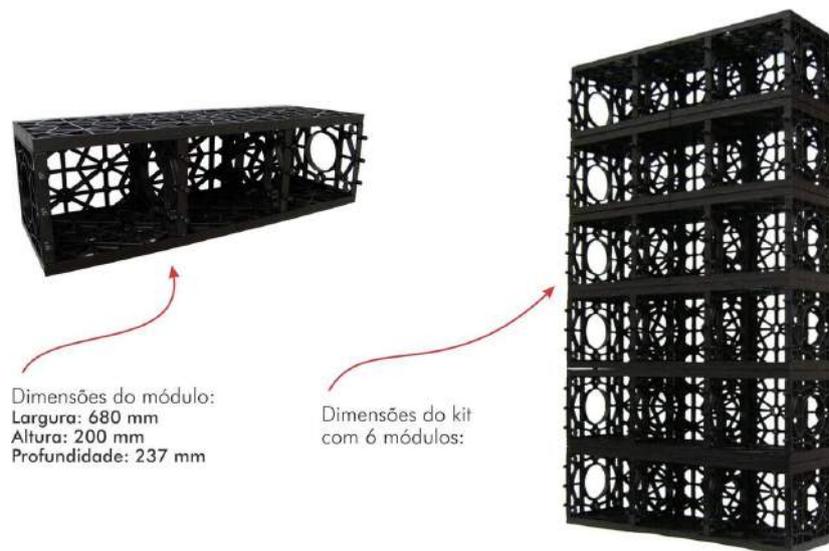


Figura 75: Exemplo de desenho de módulos de sustentação de jardins verticais. Fonte:

[www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

É necessária que exista a recisão das instalações hidráulicas para manutenção do jardim, que pode ser feito pelo método de gotejamento (Figura 76). O sistema de gotejamento é mais econômico para a manutenção das paredes verdes, não exigindo grandes quantidades de água. Ao utilizar de superfícies verdes verticais a edificação pode passar o conceito de “estar viva” e de forma inusitada atrair a atenção do transeunte, além de assumir um conceito de gentileza urbana (Figura 77).



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

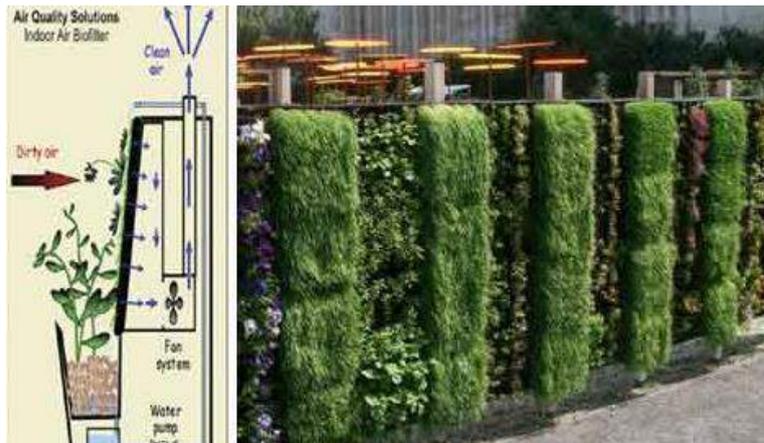
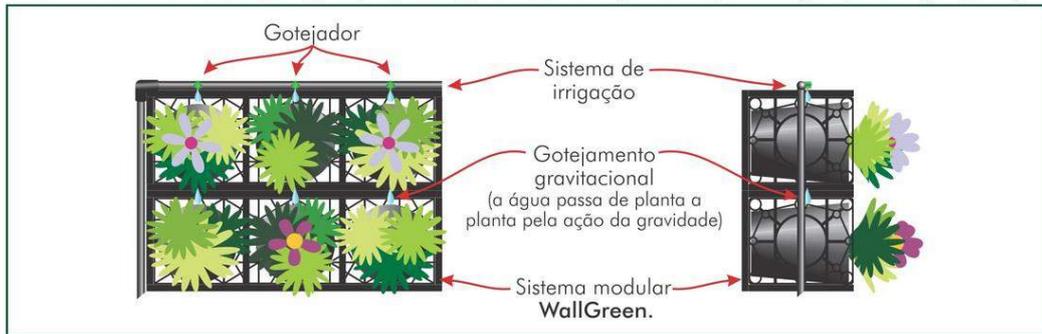


Figura 76: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).



Figura 77: Sistema de Gotejamento para manutenção do jardim vertical. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

Com o tratamento correto, as fachadas podem se tornar uma solução ambiental, minimizando a carga térmica e excesso de iluminação (ofuscamento), assim como ser



esteticamente agradável (Figura 78). 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. No caso do HemoCE, a aplicação dos elementos de fachada se concentrou na orientação Noroeste e em alguns trechos dos pátios internos.

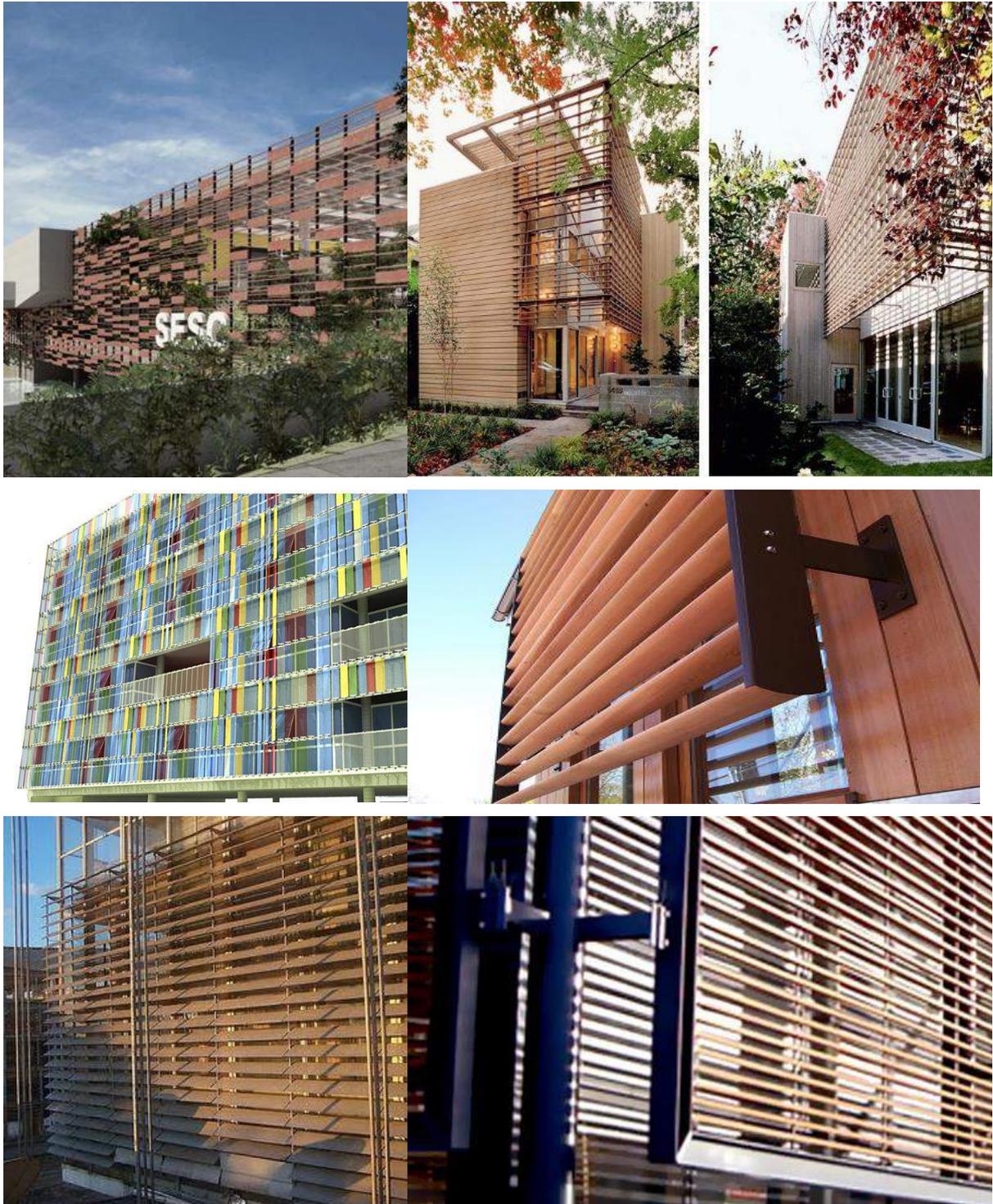


Figura 78: Exemplos de proteções solares. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).



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 o acolhimento e satisfação dos usuários (Figura 79).



Figura 79: Conexão do interior com o exterior e exemplo de enfermarias humanizadas.

Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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 80).



Figura 80: Valorização do pé-direito, da luz natural e da vegetação. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

O uso de vidro e cores promove a amplitude e fluidez dos espaços e reflete também a transparência dos procedimentos e atendimentos específicos. Além disso, ambientes de atendimento ao público com superfícies translúcidas geram maior segurança para os funcionários (Figura 81)



Figura 81: Fluidez e Transparências dos Espaços. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).



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 82: Espaços lúdicos e dinâmicos pelo uso da cor e luz. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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 83).



Figura 83: Composições coloridas e dinâmicas para inovação dos espaços. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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



Figura 84: Espaços externos agradáveis, com uso de madeira, pedras e vegetação. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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 85: Espaços externos humanizados para permanência. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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.

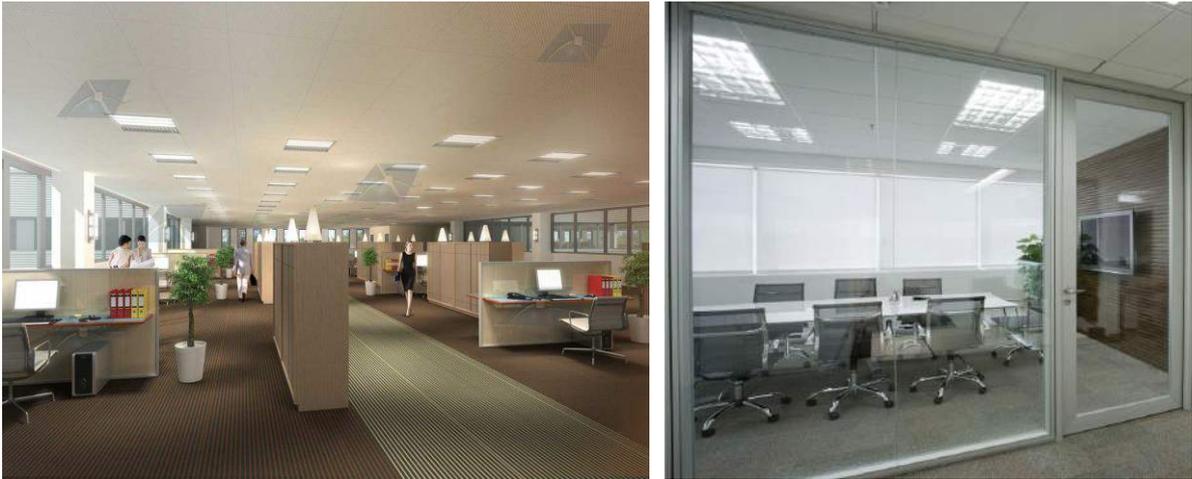


Figura 86: Espaços integrados com divisórias de vidro. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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.

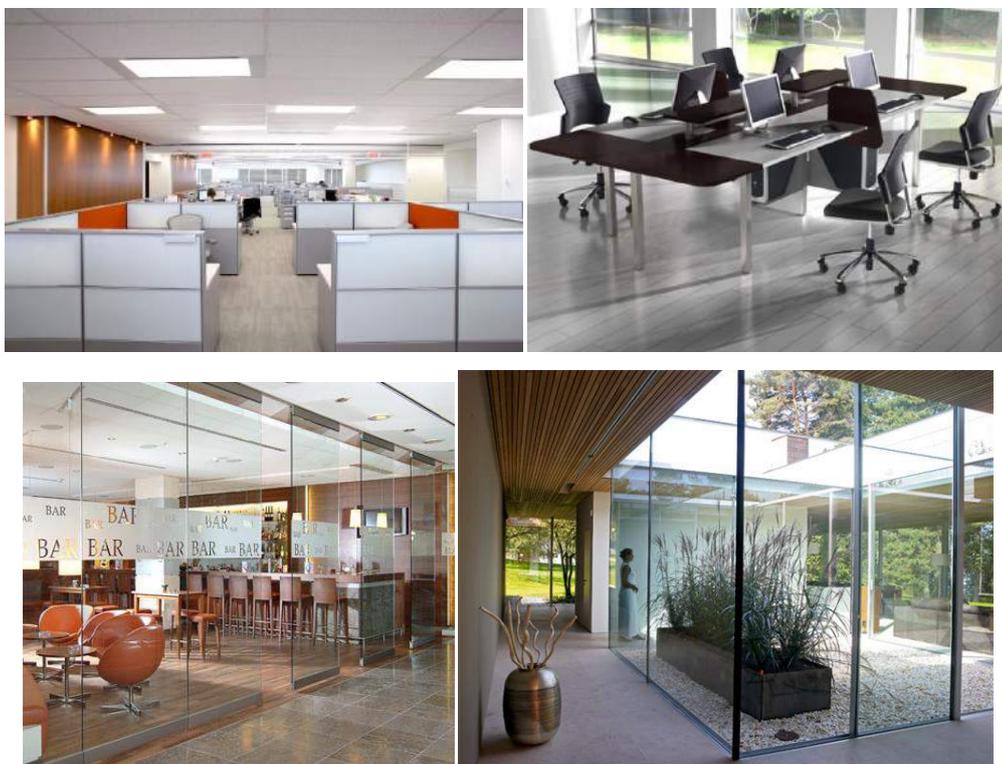


Figura 87: Espaços com estações de trabalhos e integração com jardins. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).



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 88: Espaço interativo e dinâmico em Hemocentro no Japão, para atrair doadores. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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 89: Campanha de captação de doadores com o tema MANGÁS. Fonte: [www.google.com](http://www.google.com) (acesso 25/03/2013).

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 e Relação com o Entorno

Com relação ao entorno, as propostas foram trabalhadas no sentido de aumentar a massa verde dos jardins frontais do HemoCE; promover a aplicação de materiais permeáveis nas áreas destinadas a estacionamento; aplicar um piso diferenciado nas calçadas do entorno para privilegiar o pedestre e diminuir o acúmulo de calor; e propor a criação de elementos geradores de sombra (pergolado e brises) para a redução da carga térmica. A Figura 90 apresenta a localização dos pavimentos permeáveis e calçamento cerâmico propostos para o HemoCE. A Figura 91 apresenta o pergolado com cobertura vegetal proposto para o estacionamento na entre noroeste (Rua Francisco Pedro). As pranchas que compõe o Anexo III contém as informações quanto a localização e descrição básica dos elementos.

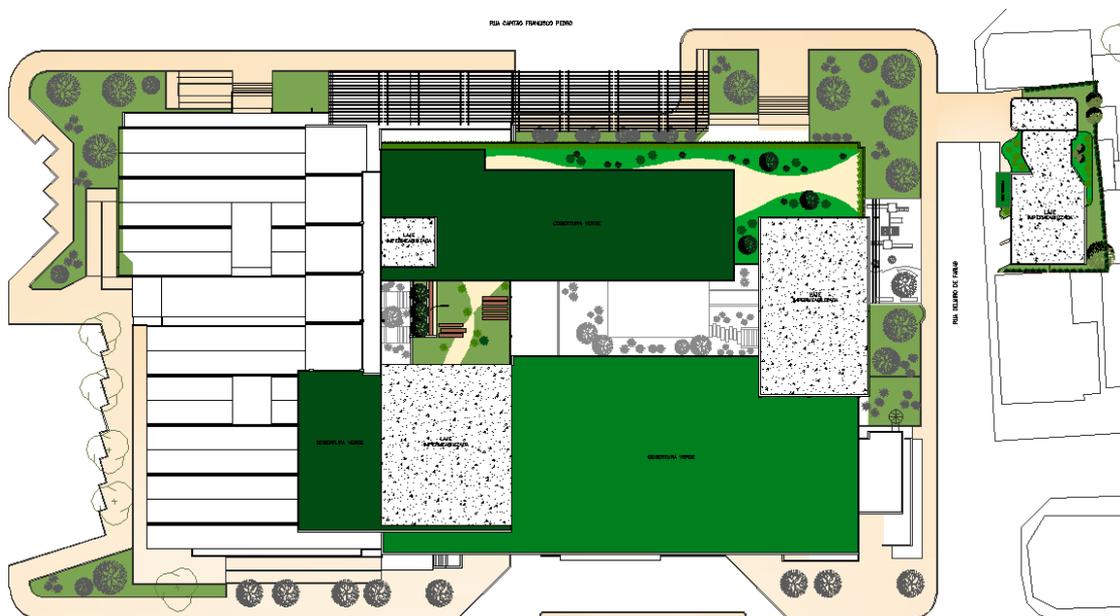


Figura 90 – Localização dos pisos permeáveis e calçamento cerâmico destacado na cor salmão



Figura 91 – Pergolado proposto para o estacionamento da fachada Noroeste.

Para as superfícies envidraçadas da fachada noroeste é proposto a retirada dos brises existentes e inserção de novos brises. Estes novos brises possui aletas orientadas horizontalmente com inclinação necessária para impedir a incidência de radiação solar direta; mas possibilitando o contato visual dos usuários dos ambientes com o exterior. Este contato com o ambiente externo é fundamental para a qualidade ambiental e funcional dos ambientes. A Figura 92 apresenta esquematicamente o elemento de proteção proposto (ver prancha 08/09 no Anexo III).



Figura 92 – Desenho esquemático do elemento de proteção proposto para a fachada noroeste.

### 5.2.2. Intervenções para o Pavimento Térreo

Com base nas diretrizes apontadas, as propostas para o pavimento térreo foram no sentido de organização dos ambientes de acordo com suas funções; humanização e integração dos ambientes com áreas verdes e o pátio interno; além de outras questões operacionais como, por exemplo, a reativação do montacarga e criação de áreas específicas: creche; áreas de descanso / repouso de funcionários; área de higienização de recipientes ; remanejamento de ambientes tendo em vista o melhor fluxo.

Estas intervenções foram baseadas nos levantamentos feitos in loco e, principalmente, com auxilia dos funcionários de cada setor. Desta forma, as demandas e dimensionamento dos espaços contaram com a consulta dos responsáveis de cada área. Outro ponto importante foi a busca por manter áreas consideradas irremovíveis como banheiros e o CPD. A Figura 93 apresenta a planta com as alterações propostas (ver detalhes no Anexo III prancha 02/10).



Figura 93 – Planta do pavimento térreo com as intervenções propostas

### 5.2.3. Intervenções para o 1º Pavimento

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 (Figura 94). Para tanto foi pensado desde a melhoria da acessibilidade dos doadores (atualmente feita somente por escada) com a criação de rampas para portadores de necessidades especiais – PNE; criação de banheiros para PNE na área de espera dos doadores; criação de uma saída separada para os doadores; melhoria e ampliação do espaço de atendimento; criação de sala de recebimento de resultados de exame; entre outros.

Além da área de doação também foi pensados os setores de processamento do sangue; melhor distribuição e setorização dos ambientes relacionados com a direção do HemoCE; busca da humanização e integração com espaços verdes, revitalização do pátio internos. A Figura 95 apresenta a planta com as intervenções propostas (ver detalhes Anexo III prancha 03/10).

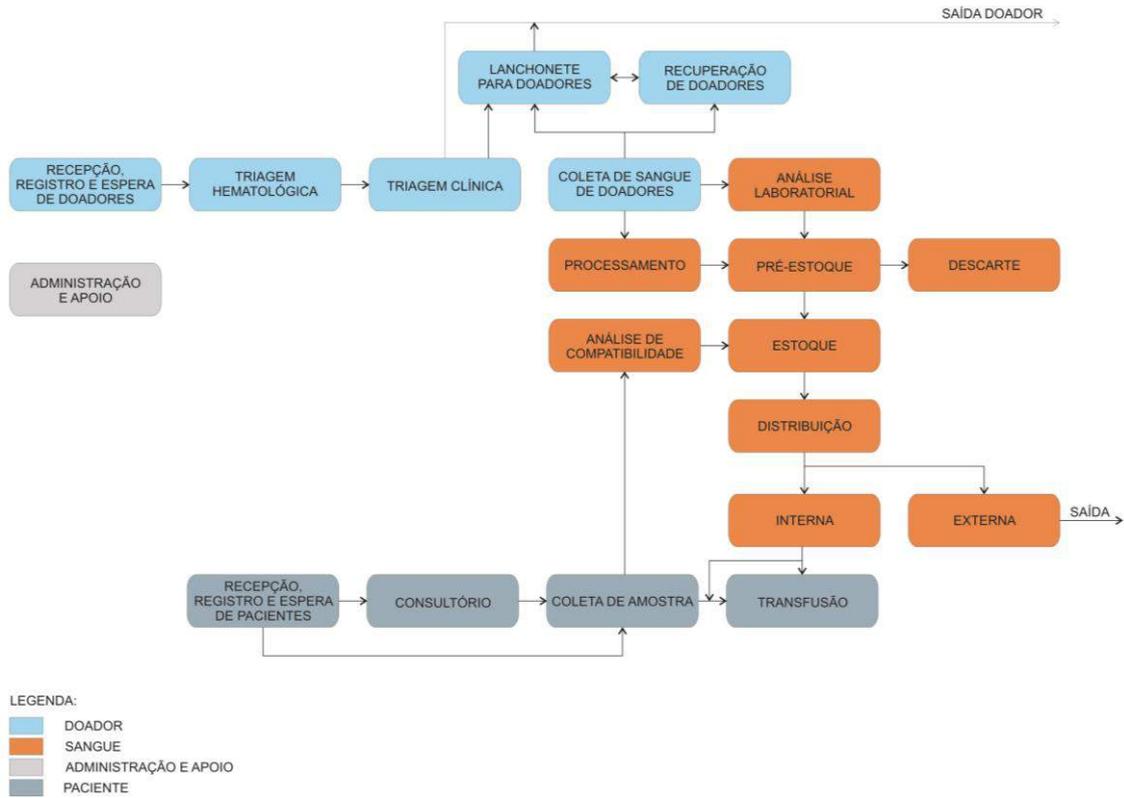


Figura 94 – Fluxo da doação recomendado pelo Ministério da Saúde

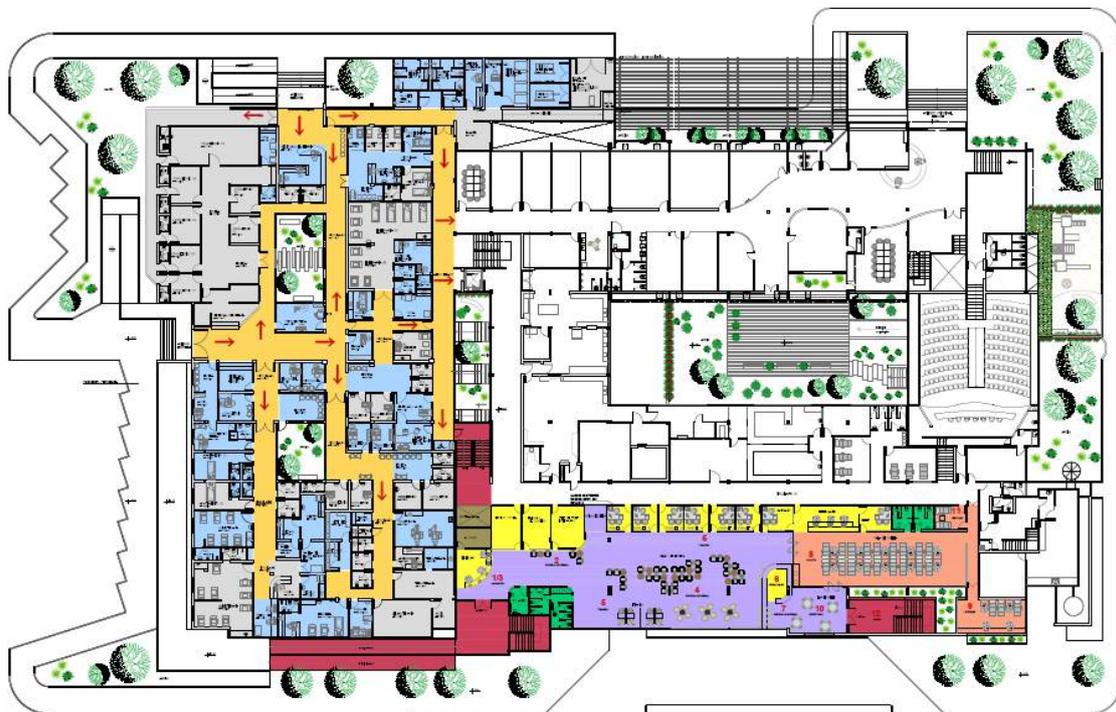


Figura 95 - Planta do primeiro pavimento com as intervenções propostas



#### 5.2.4. Proposta para o 2º Pavimento

As intervenções no segundo pavimento se deram no sentido da organização e setorização das atividades, sendo um pavimento onde se concentram atividades laboratoriais e administrativas. Como este pavimento passou por uma reforma recente em uma área considerável, as intervenções buscaram o máximo de melhoria com o mínimo de demolições. Outro ponto importante foi a integração dos ambientes com áreas verdes e jardins de convivência; possibilitando também o aproveitamento da luz natural e ventilação. A Figura 96 apresenta a planta com as intervenções propostas (ver Anexo III prancha 05/10).



Figura 96 - Planta do segundo pavimento com as intervenções propostas

#### 5.2.5. Intervenções para o 3º Pavimento

As intervenções no terceiro pavimento focaram no reaproveitamento de espaços subutilizados, como por exemplo as áreas de alojamentos e depósito. Para esta pavimento foi trazido o setor administrativo referente ao financeiro, área de convivência e ginástica laboral, restaurante para os funcionários; e áreas destinadas a jardim e



cobertura verde. A Figura 97 apresenta a planta com as intervenções propostas (ver Anexo III prancha 06/10).

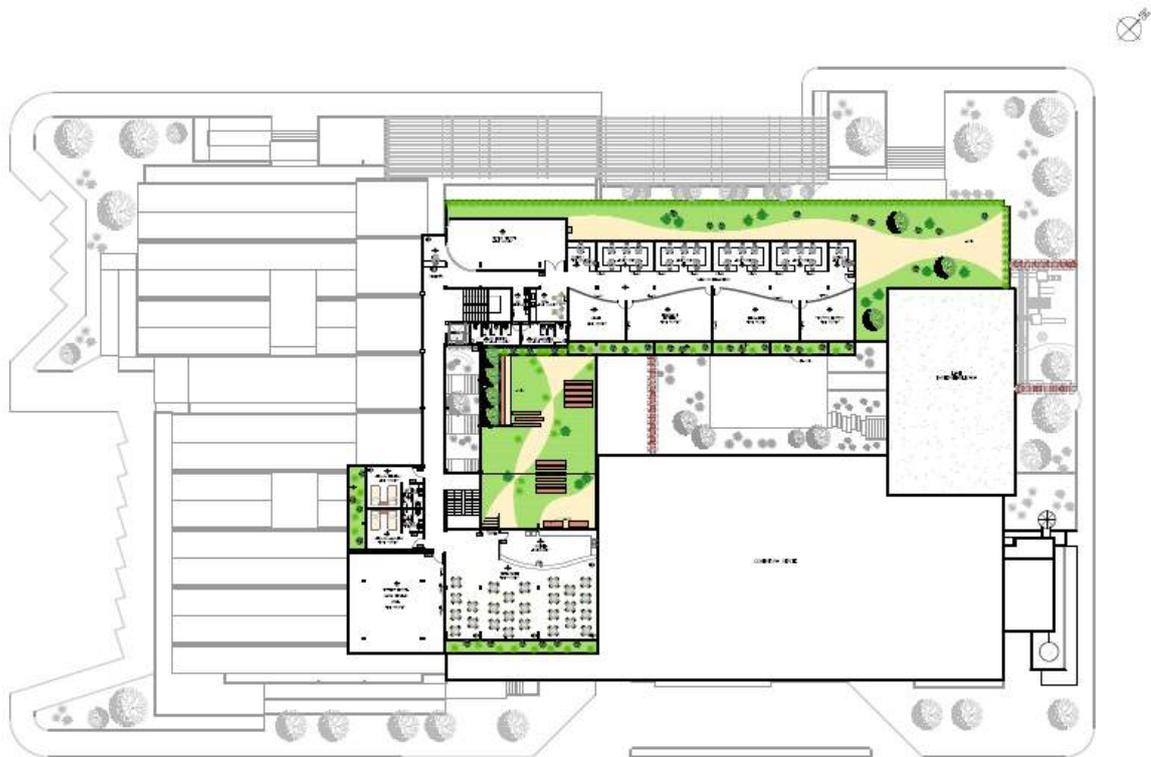


Figura 97 - Planta do terceiro pavimento com as intervenções propostas

#### 5.2.6. Intervenções na Cobertura

As intervenções propostas para a cobertura foram focadas na criação de coberturas verdes visando contribuir para a redução da temperatura do ar externo e transmissão de carga térmica para os ambientes. Em determinados trechos, especificados ao longo do Anexo III, estas coberturas verdes se transformam em jardins com acesso por parte dos funcionários. Estes jardins contribuem para o conceito de humanização proposto neste trabalho, além de favorecer a convivência e o bem estar. Como mencionado no tópico de diretrizes, são propostos elementos modulados simples para a composição da cobertura verde. Tais elementos já são facilmente encontrados no mercado e possuem fácil aplicação e manutenção. A Figura 98 apresenta a planta com as intervenções propostas (ver Anexo III prancha 01/10).



Figura 98 - Planta de cobertura com as intervenções propostas

### 5.2.7. Bloco Anexo

Para o edifício anexo proposto foram trabalhados mesmos conceitos do HemoCE; humanização, sustentabilidades, aproveitamento dos aspectos climáticos locais . Os espaços internos foram destinados a abrigar algumas atividades removidas do edifício existente; como por exemplo as áreas de alojamento; salas de treinamento; biblioteca, etc. Além disso, o novo bloco abriga um museu do HemoCE e áreas que podem ser utilizadas para reuniões e multiuso. A Figura 99, Figura 100 e Figura 101 apresentam os três pavimentos propostos; que podem ser consultados em detalhes no Anexo III, prancha 10/10. E a Figura 102 apresenta a proposta de fachada para o edifício anexo.

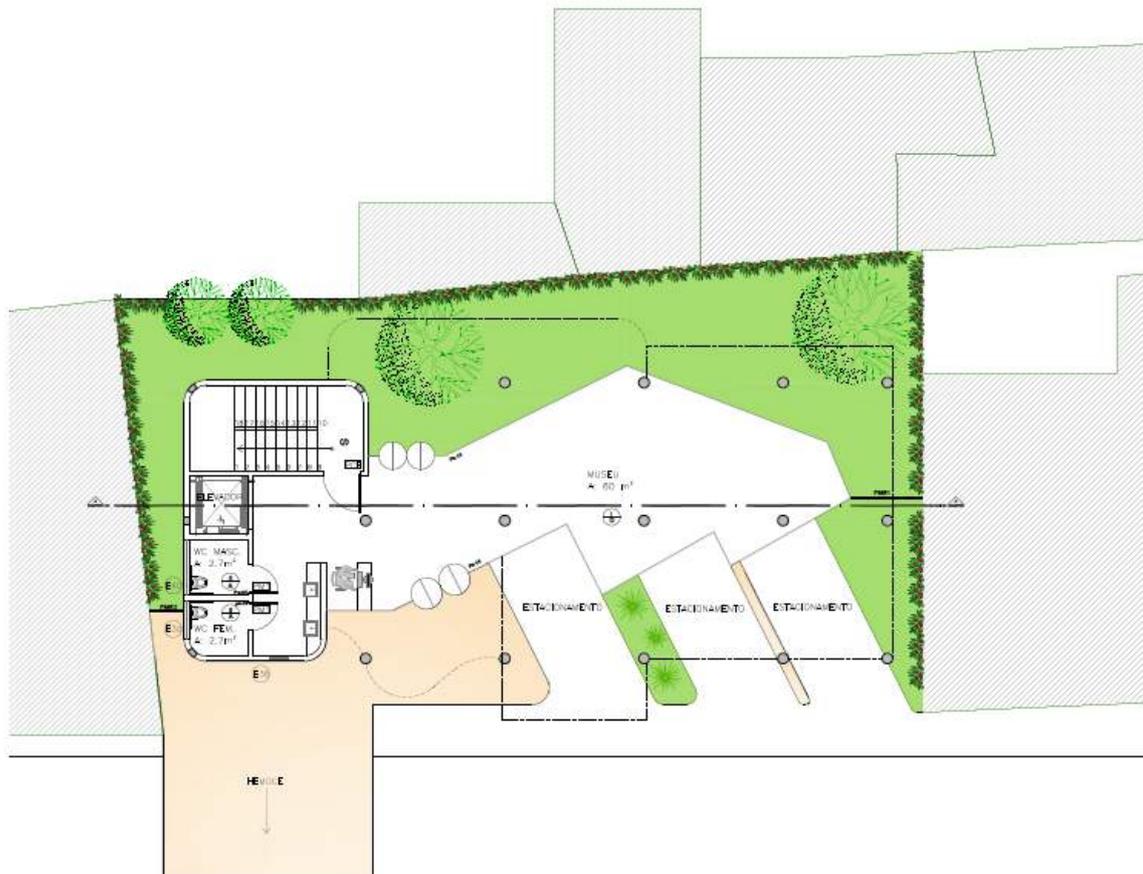


Figura 99 – Planta do pavimento térreo do edifício anexo.

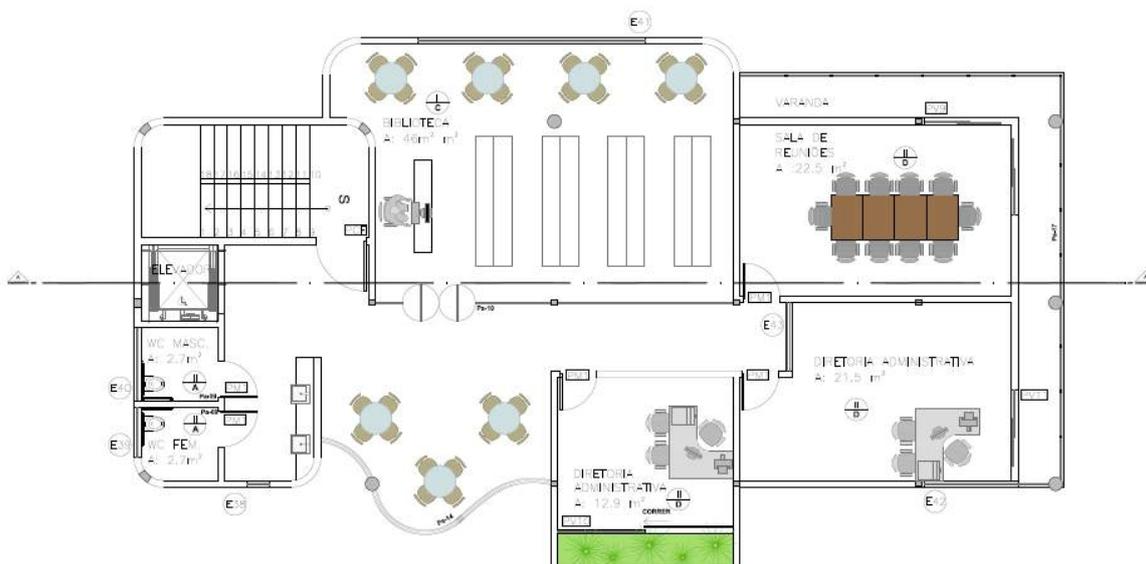


Figura 100 – Planta do 1º pavimento do edifício anexo.

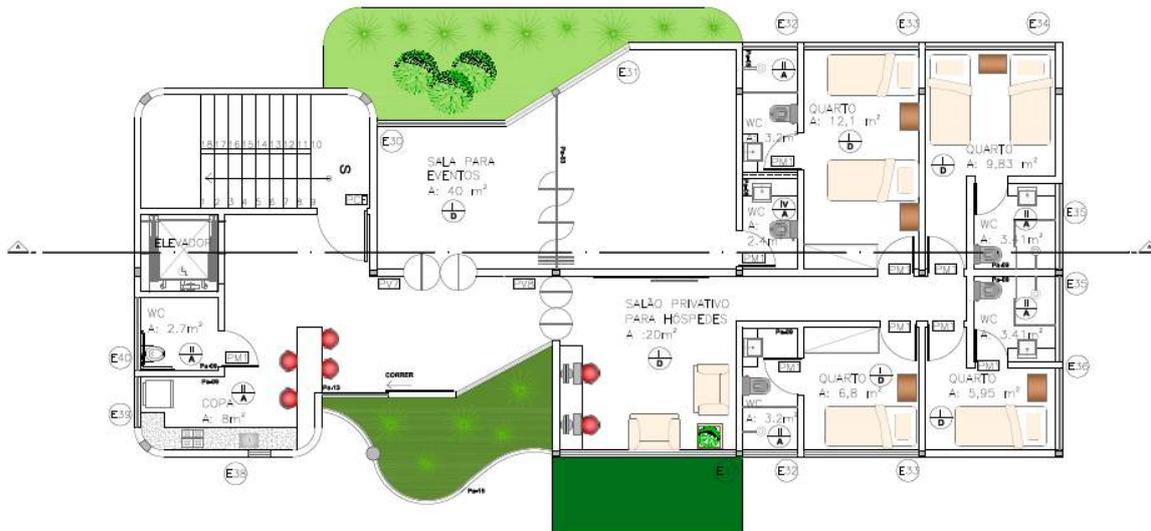


Figura 101 – Planta do 2º pavimento do edifício anexo.



Figura 102 – Proposta de fachada para o edifício anexo.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Introduzimos um elemento novo no sistema para a Hemorrede Pública: ampliamos o conceito de Humanização dos espaços de saúde, elemento que está sendo trabalhado e em breve será objeto de discussão em eventos acadêmicos. A política de humanização do SUS, aliada à necessidade de diminuir a ação dos agentes infecciosos nos estabelecimentos assistenciais de saúde, e o impacto que estes ambientes imprimem aos seus usuários e ao meio ambiente, vêm requerendo instalações cada vez mais eficientes. Edifício eficiente é aquele que, pensado e executado sob estratégias bioclimáticas, tais como a utilização de sistemas passivos de condicionamento ambiental, de energias renováveis e de construção com materiais adequados ao clima, desempenha suas funções maximizando as condições de segurança e conforto de seus usuários, poupando energia e reduzindo o impacto sobre o meio ambiente.

Nível de detalhamento que alcançamos neste estudo preliminar é muito grande, inclusive com manual da metodologia, simulação computacional, desenho técnico de plantas, repertório. O "a construir e a demolir" por exemplo (detalhado nas plantas) é discutido com os técnicos locais do Hemocentro e os técnicos nacionais do MS.

Com a finalidade de garantir uma vitalidade no uso futuro do edifício, o programa se organizou para ser flexível e múltiplo, atende ao programa básico de necessidades e o transcende ao incorporar elementos de humanização na forma de espaços amplos arejados, coloridos e amigáveis, sem deixar de lado a funcionalidades e o atendimento a normas e regulamentos.

Os escritórios e outros espaços de trabalho administrativo dão, ao mesmo tempo, sobre um espaço central que evita a conotação de corredor ao franquear as salas com divisórias baixas e translúcidas, ficam silenciados pelos acontecimentos da rua, embutidos em pátios cegos e combinados com espaços de circulação vertical. A planta administrativa por excelência, que abriga as diretorias e protocolo, assim como os espaços jurídicos, se abre para o jardim interior, remodelado, ajardinado, onde a presença do verde e dos jardins fazem presentes para restaurar o equilíbrio com o entorno atual e as funções do edifício.



o fechamento do edifício se manteve para manter a transparência atual, foram melhorados os dispositivos de proteção solar para permitir apreciar a luz do dia e as mudanças diuturnas da luz , se oferece assim um pano contínuo. A luz intensa da cidade é filtrada, introduzida e amenizada a partir dos pátios internos que continuam contribuindo para criar uma atmosfera agradável e propicia ao trabalho sem desgaste.

Crítérios climatológicos guiam a construção de coberturas verdes para amenizar a forte carga térmica incidente, mas também contribuem critérios de humanização dos estabelecimentos de saúde, o verde aparece nas visuais cotidianas e também nos espaços criados para o lazer e amenidades laborais do edifício.

Para o alcance de alto nível de qualidade, o MS vem orientando a Hemorrede Pública Nacional a buscar a Certificação dos seus serviços, como forma de garantir qualidade. Nisto consiste o desafio: avançar nas questões de gestão da qualidade, permitindo a busca da excelência dos serviços e a garantia da segurança transfusional aos usuários do SUS. Para tanto, a Coordenação Geral de Sangue e Hemoderivados do Ministério da saúde, vem desenvolvendo o Programa Nacional de Qualificação da Hemorrede– PNQH. O desenvolvimento deste trabalho visa à melhoria contínua dos serviços, bem como a possibilidade de colaborar efetivamente com o processo de certificação externa dos mesmos. O escopo deste projeto, evidencia as ações a serem desenvolvidas junto a Hemorrede Pública Nacional com o objetivo de ampliar e melhorar a cobertura hemoterápica e hematológica e garantir a segurança transfusional à população usuária do Sistema Único de Saúde.



## 7. 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.
- 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>.
- American society of heating, refrigerating, and air conditioning engineers (ASHRAE), Atlanta, Georgia. <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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES - PARTE 2 e 3.** Rio de Janeiro: 2005.
- BD MOTOR. SOFTWARE PARA VIABILIZAÇÃO ENERGÉTICA. RIO DE JANEIRO. 2003.
- 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
- 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.

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

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](http://www.ksb.com.br)

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

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>

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>

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.

PLANO DIRETOR DA CIDADE DE FORTALEZA – Lei Complementar N° 062 de 2 de fevereiro de 2009. Diário Oficial do Município, Ano LVI, Fortaleza, 2009.

**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.

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>

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>

STOECKER,W. F., JONES, J. W. Refrigeração e ar condicionado, editora Mcgraw-hill do Brasil, 1985.



## **ANEXOS - Volume 2**

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

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