

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

ANA KARINE CARNEIRO ARRUDA

**IMPLICAÇÕES ENERGÉTICAS EM EQUIPAMENTOS URBANOS DE SAÚDE
DIANTE DE SUA INSERÇÃO NA MALHA URBANA**

**JOÃO PESSOA - PB
2009**

ANA KARINE CARNEIRO ARRUDA

**IMPLICAÇÕES ENERGÉTICAS EM EQUIPAMENTOS URBANOS DE SAÚDE
DIANTE DE SUA INSERÇÃO NA MALHA URBANA**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Gonçalves da Silva

JOÃO PESSOA - PB
2009

ANA KARINE CARNEIRO ARRUDA

**IMPLICAÇÕES ENERGÉTICAS EM EQUIPAMENTOS URBANOS DE SAÚDE
DIANTE DE SUA INSERÇÃO NA MALHA URBANA**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: _____ / _____ / 2009.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Francisco de Assis Gonçalves da Silva
ORIENTADOR – UFPB

Prof. Dr. Edson Ribeiro Leite
EXAMINADOR INTERNO– UFPB

Prof. Dr. Aldomar Pedrini
EXAMINADOR EXTERNO– UFRN

JOÃO PESSOA - PB
2009

A Deus.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Francisco de Assis Gonçalves da Silva, pelas valiosas orientações e tempo desprendido.

Ao engenheiro mecânico e de segurança do trabalho José Renato Crespo de Alvarenga e à técnica em segurança do trabalho Janaína Gonçalves da Silva pelos esclarecimentos decisivos sobre as análises de qualidade do ar e ruído, e pelo apoio em tais medições.

Aos fiscais da SUDEMA, José Araújo Silva Júnior e Flávia Barreto Xavier pela disponibilidade para realização de medições de ruído.

A todos os amigos, colegas e familiares que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

RESUMO

Utilizando-se das Normas Brasileiras Regulamentadoras NR 15 - Segurança e Saúde do trabalho, NBR 10.151/1987 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando ao conforto da comunidade – procedimento, NBR 10.152/2000 - Nível de Ruído para conforto acústico, NBR 15.220 - Desempenho térmico de edificações, da Resolução RE nº9 de 16 de Janeiro de 2003 - ANVISA , sobre padrões de referência da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e privado, assim como do Regulamento *técnico da qualidade para eficiência energética dos edifícios de serviços, comerciais e públicos*, anexo da portaria INMETRO nº 53/09, como instrumento de avaliação de eficiência energética, analisou-se o Hospital Memorial São Francisco – HSMF, frente às implicações energéticas decorrentes de sua inserção na malha urbana da cidade de João Pessoa, tendo-se concluído que no seu planejamento, tanto na escolha da área de implantação quanto na concepção do projeto arquitetônico, não foram consideradas características específicas do seu entorno, assim como princípios básicos tanto de conforto térmico, acústico e olfativo respiratório quanto de consumo energético.

Palavras-chave: Equipamento urbano de saúde. Eficiência energética. Conforto.

ABSTRACT

Taking from the Brazilian Regulatory Standards NR 15 - Health and Safety at work, NBR 10151/1987 - Assessment of noise in residential areas to the comfort of the community - procedure, NBR 10152/2000 - Noise level for acoustic comfort, NBR 15220 - Thermal performance of buildings of Resolution RE No. 9 from January 16th 2003 - ANVISA on a reference to standard quality of the air inside indoor environments in artificially conditioned use of public and private as well as The technical regulation of the quality for efficiency energy services in commercial and public buildings, Annex to Decree No. 53/09 from INMETRO as a tool for evaluating energy efficiency, considered to be the Hospital Memorial São Francisco – HSMF, facing the energy implications arising from its insertion into the urban network of the city of João Pessoa and it was concluded that in the hospital's planning, both in the choice of area of deployment and in the architectural design of the project, were not considered specific features of their surroundings, as well as basic principles of both thermal comfort, acoustic and olfactory breathing as the energy consumption.

Keywords: Urban health equipment. Energy efficiency. Comfort.

LISTA DOS GRÁFICOS

GRÁFICO 01	Temperatura média anual no município de João Pessoa	61
GRÁFICO 02	Temperatura máxima anual no município de João Pessoa	61
GRÁFICO 03	Temperatura mínima anual no município de João Pessoa	61
GRÁFICO 04	Umidade anual no município de João Pessoa	62
GRÁFICO 05	Precipitação anual no município de João Pessoa	62
GRÁFICO 06	Índices de insolação e nebulosidade	63
GRÁFICO 07	Curva de precipitação total no período de inverno	73
GRÁFICO 08	Precipitação diária no período de inverno	73
GRÁFICO 09	Curva de precipitação total no período de verão	73
GRÁFICO 10	Precipitação diária no período de verão	73
GRÁFICO 11	Curva de variação de temperatura média nos pontos E1, E2, E3 nos períodos de inverno e verão	74
GRÁFICO 12	Curvas de variação de umidade relativa média nos pontos E1, E2, E3 nos períodos de inverno e verão	74
GRÁFICO 13	Curvas de variação de temperatura, velocidade do ar e sensação térmica no período de inverno	78
GRÁFICO 14	Curvas de variação de temperatura, velocidade do ar e sensação térmica no período de verão	78
GRÁFICO 15	Velocidade média do ar no período de inverno (12/08/08 a 31/08/08)	79
GRÁFICO 16	Velocidade média do ar no período de verão (07/01/09 a 26/01/09)	79
GRÁFICO 17	Fluxo de veículos na avenida Rui Barbosa	80
GRÁFICO 18	Fluxo de veículos por categoria na avenida Rui Barbosa	81
GRÁFICO 19	Curva de variação de concentração de gases na avenida Rui Barbosa	83
GRÁFICO 20	Curva de variação horária de velocidade do vento	84
GRÁFICO 21	Curva de variação de concentração de CO ₂ na avenida Rui Barbosa	84

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA 01	Perfil do consumo energético em edificações hospitalares	15
FIGURA 02	Zoneamento biclimático brasileiro segundo a NBR 15220	28
FIGURA 03	Ângulos horizontais da cobertura e da fachada de uma edificação.....	34
FIGURA 04	Ângulos verticais na cobertura de um edifício.....	35
FIGURA 05	Ângulo vertical na fachada de uma edificação.....	35
FIGURA 06	Transferidor de ângulos horizontais e verticais.....	36
FIGURA 07	Marcação das linhas correspondentes aos ângulos.....	36
FIGURA 08	Superposição dos ângulos e confecção de máscaras.....	37
FIGURA 09	Superposição da máscara ao diagrama solar.....	37
FIGURA 10	Sobreposição da máscara ao diagrama de luz emanante.....	38
FIGURA 11	Carta bioclimática de Givoni	45
FIGURA 12	Carta bioclimática adaptada para zona bioclimática 8	46
FIGURA 13	Localização da cidade de João Pessoa no Estado da Paraíba ..	59
FIGURA 14	Mapa do município de João Pessoa	60
FIGURA 15	Vista aérea do HMSF	65
FIGURA 16	Fachada do HMSF	66
FIGURA 17	Pavimento térreo do HMSF	67
FIGURA 18	Primeiro pavimento do HMSF	67
FIGURA 19	Segundo pavimento do HMSF	68
FIGURA 20	Terceiro pavimento do HMSF	68
FIGURA 21	Subsolo do HMSF	69
FIGURA 22	Perfil do entorno do HMSF	70
FIGURA 23	Malha viária junto à qual se insere o HMSF	71
FIGURA 24	Carta bioclimática para o ponto E3	75
FIGURA 25	Rosa dos ventos para o período de inverno	77
FIGURA 26	Rosa dos ventos para período de verão	77
FIGURA 27	Elementos tridimensionais do entorno – edificações ED1 e ED2	87
FIGURA 28	Aclaramentos e máscaras de sol do térreo da fachada lateral esquerda	88
FIGURA 29	Aclaramentos e máscaras de sol do primeiro pavimento da fachada lateral esquerda	89
FIGURA 30	Aclaramentos e máscaras de sol do segundo pavimento da fachada lateral esquerda	90
FIGURA 31	Aclaramentos e máscaras de sol do térreo da fachada posterior	91
FIGURA 32	Aclaramentos e máscaras de sol do primeiro pavimento da fachada posterior	92
FIGURA 33	Aclaramentos e máscaras de sol das janelas J1, J2, J3, J4, J5 e J6 do segundo pavimento da fachada posterior	93
FIGURA 34	Aclaramentos e máscaras de sol da janela J7 do segundo pavimento da fachada posterior	94
FIGURA 35	Aclaramentos e máscaras de sol do pavimento térreo da fachada lateral direita	95

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA 36	Aclaramentos e máscaras de sol do primeiro pavimento da fachada lateral direita	96
FIGURA 37	Aclaramentos e máscaras de sol das janelas J1, J2, J3, J4, J5 e J6 do segundo pavimento da fachada lateral direita	97
FIGURA 38	Aclaramentos e máscaras de sol da janela J7 do segundo pavimento da fachada lateral direita	98

LISTA DAS TABELAS

TABELA 01	Fontes de infecção veiculadas pelo ar	19
TABELA 02	Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima	27
TABELA 03	Valores referenciais de emissão de gases para veículos leves do ciclo Otto	45
TABELA 04	Níveis sonoros para conforto	47
TABELA 05	Intensidade sonora de algumas fontes de ruído e suas consequências	48
TABELA 06	Parâmetros de IC _{máxD}	55
TABELA 07	Parâmetros de IC _{mín}	55
TABELA 08	Limites dos intervalos dos níveis de eficiência	55
TABELA 09	Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação relativa (DPI _{rl}) em cada nível de eficiência	56
TABELA 10	Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)	58
TABELA 11	Classificação geral da eficiência energética	58
TABELA 12	Dados de clima	63
TABELA 13	Resultados das análises físicas e microbiológicas do ar	76
TABELA 14	Frota de veículos emplacados por ano de fabricação	81
TABELA 15	Frota de João Pessoa no ano de 2009, segundo tipo de veículo	82
TABELA 16	Concentração de gases veiculares na avenida Rui Barbosa	83
TABELA 17	Resultados das medições de ruído por dosimetria	85
TABELA 18	Valores referentes às características da envoltória da edificação	99
TABELA 19	Valores encontrados nos cálculos de i, IC _{env} , IC _{máx} e IC _{mín} ...	99
TABELA 20	Limites dos intervalos dos níveis de eficiência para a edificação	100

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I - ESTUDOS ANTECEDENTES	15
CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1 Variáveis climáticas	26
2.2 Sistemas naturais e artificiais de Iluminação do equipamento de saúde	30
2.3 Sistemas naturais e artificiais de climatização do equipamento de saúde	41
2.4 Condições ambientais do equipamento de saúde	42
2.4.1 Condições termo-higrotérmicas e qualidade do ar	42
2.4.2 Conforto acústico	46
2.5 A avaliação da eficiência energética do equipamento urbano de saúde	48
CAPÍTULO III - METODOLOGIA	51
CAPÍTULO IV - UNIVERSO DE ESTUDO	59
CAPÍTULO V - O HOSPITAL MEMORIAL SÃO FRANCISCO	65
CAPÍTULO VI - RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
6.1 Avaliação da eficiência energética	99
CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICES	112
ANEXOS	140

INTRODUÇÃO

Diante da intensa urbanização dos últimos tempos e sua crescente produção interna e consumo de bens naturais, tem-se o ambiente construído como principal fonte de consumo de recursos naturais e de impactos sobre os limites de suporte do ambiente global e sua sustentabilidade. Em função da grande utilização de energia e de recursos físicos, e da produção de resíduos, tanto na construção quanto na manutenção dos equipamentos urbanos, dentre eles os de saúde, cabe o estudo e a busca de estratégias sustentáveis que auxiliem na preservação do meio ambiente.

Segundo estudos elaborados pela Comissão Bundtland (1979), dentre os recursos disponíveis na natureza, a energia elétrica é a mais utilizada para a manutenção de edifícios, observando-se que 45% da energia gerada é utilizada para a climatização, a iluminação e a ventilação dos edifícios, e 5% para construí-los.

A conversão dos recursos naturais nesta energia, que subsidia o funcionamento e o conforto nas edificações urbanas, provoca altos impactos ambientais. De acordo com Carvalho, Fadigas e Reis (2005), além de tendências ao esgotamento dos recursos disponíveis na natureza, a geração de energia por fontes de combustíveis fósseis não renováveis (grande parcela da geração mundial) contribui para o efeito estufa, desencadeando o aquecimento global; enquanto que as centrais hidrelétricas (mais de 90% da energia gerada no Brasil) impactam nos meios aquáticos, aéreo e biótico; e as centrais nucleares evidenciam como principal risco a disposição dos resíduos radiativos (lixo atômico) provenientes de sua operação.

De acordo com Lamberts, Duttra, Pereira (1997), as edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas consomem grande parcela da energia produzida, somando cerca de 42% no Brasil, e são ineficientes diante do uso e aproveitamento energéticos, o que contribui ainda mais para os impactos no meio ambiente.

Dentre as edificações públicas e de serviços, está o equipamento de saúde de médio e grande porte. Este possui características peculiares, que repercutem no funcionamento intensivo e contínuo de suas instalações e no seu consequente impacto ambiental, que pode vir a ser resultado de muitas ineficiências do ponto de vista energético, no que se refere ao desperdício e má utilização dos recursos naturais disponíveis.

De acordo com Bittencourt (2006), o funcionamento intensivo do estabelecimento ao longo de 24 horas diárias, o alto número de pessoas circulantes, os distintos centros de trabalho com demandas energéticas diferenciadas, a magnitude das instalações e a necessidade de sistemas estratégicos de reserva para fornecimento de energia são aspectos referenciais significativos para avaliação do seu impacto. Além disso, o uso desnecessário dos sistemas artificiais de iluminação e climatização, em ambientes que poderiam dispor de sistemas naturais de climatização aumenta ainda mais o consumo energético, já elevado, do equipamento urbano de saúde.

A inserção do Equipamento Urbano de Saúde (EUS) na malha urbana com altas taxas de ocupação do solo, realidade predominante nas grandes cidades, assim como a desconsideração das características do entorno urbano na ocasião do seu planejamento e implantação, são fatores contribuintes para sua ineficiência energética, já que fontes de ruído e poluentes, barreiras físicas contra recursos naturais disponíveis e as características microclimáticas externas, podem repercutir no aumento do seu consumo energético para sistemas de iluminação e climatização artificiais, no conforto ambiental e na qualidade interna do ar.

Considerando as variáveis relacionadas à malha viária, aos elementos tridimensionais e às características microclimáticas, o presente trabalho analisou as relações entre as variáveis construtivas e urbanas no consumo energético de um Equipamento Urbano de Saúde (EUS), objetivando detectar as interferências de sua implantação na sua eficiência energética. Analisou ainda a consideração dessas relações na avaliação de eficiência energética proposta pelo *Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética dos edifícios de serviços, comerciais e públicos*, anexo da portaria INMETRO nº 53/09, recentemente aprovado.

Para tanto se adotou como objeto empírico de estudo o Hospital Memorial São Francisco (HMSF), localizado no bairro da Torre, município de João Pessoa – PB, por estar implantado com afastamentos reduzidos em terreno de pequeno porte, marginal a uma via coletora de fluxo veicular considerável, característica peculiar ao perfil de implantação dos equipamentos de saúde predominante nos centros urbanos.

Estruturando-se o trabalho em sete capítulos, são apresentados no CAPÍTULO I estudos antecedentes sobre o consumo energético dos sistemas artificiais de iluminação e climatização, as condições ambientais e qualidade interna

do ar, e as relações com o entorno do EUS. Em seguida, no CAPÍTULO II, estão expostos o referencial teórico no qual o trabalho se baseou. O CAPÍTULO III descreve os métodos e técnicas utilizadas na pesquisa, organizados em oito etapas metodológicas. Os CAPÍTULOS IV e V descrevem o universo de estudo e as características do Hospital Memorial São Francisco, respectivamente. No CAPÍTULO VI estão expostos os resultados e as discussões. Finalmente, no CAPÍTULO VII apresentam-se as conclusões.

Os resultados desta pesquisa visam contribuir para a discussão sobre a importância da implantação do equipamento de saúde na malha urbana e da solução arquitetônica na configuração de uma edificação hospitalar eficiente energeticamente, pretendendo-se auxiliar profissionais da área de saúde, arquitetura e engenharia no planejamento de edifícios hospitalares.

CAPÍTULO I - ESTUDOS ANTERIORES

Estudos apontam novas considerações sobre o equipamento urbano de saúde, no que se refere ao seu consumo energético, sobretudo com sistemas de iluminação e climatização artificiais, e à sua inserção na malha urbana, onde a consideração de fatores externos assume papel de destaque, sobre as suas condições ambientais e o consumo de energia.

Segundo Freire (2002), mesmo diante dos avanços científicos e das desmistificações sobre a infecção hospitalar, de maneira geral, os ambientes hospitalares continuam herméticos e desagradáveis, em nome da falsa necessidade de se climatizar os ambientes para garantia da qualidade do ar.

A adoção de modelos de hospitais fechados torna impraticável a utilização de iluminação e ventilação naturais para a maioria dos ambientes, generalizando-se desnecessariamente o emprego de sistemas de ar condicionado e de iluminação artificial.

Segundo a Federação Brasileira de Hospitais, de acordo com a caracterização em função do perfil médio de consumo em unidades hospitalares, tem-se a maior porcentagem de consumo referente à iluminação e climatização artificiais (FIGURA 01).

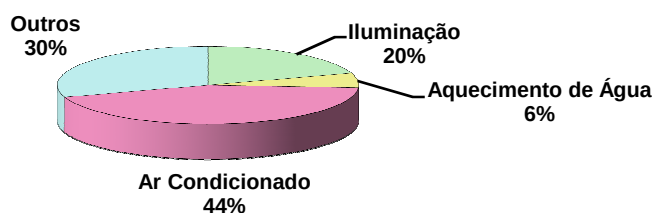


FIGURA 01 - Perfil do consumo energético em edificações hospitalares
Fonte: Federação Brasileira de Hospitais

De acordo com Bitencourt (2006), a grande quantidade de equipamentos eletroeletrônicos, a grande demanda de energia elétrica consumida para climatização e iluminação artificial e a utilização de sistemas energéticos extremamente poluentes, são aspectos que evidenciam o elevado consumo energético da edificação hospitalar. O autor afirma que edificações hospitalares têm

particular importância no consumo energético e de outros recursos variados, concentrando, pela magnitude de suas instalações e do seu uso contínuo, uma contribuição de impacto ambiental que pode ser das mais severas para o meio ambiente.

O edifício hospitalar tem alto consumo de energia, por ter grandes áreas, funções complexas, ambientes que necessitam de condicionamento de ar (centro cirúrgico, centro obstétrico e UTI) e inúmeros equipamentos e instalações (EUROPEAN COMMISSION, 1993 apud SAMPAIO, 2005). Por isso torna-se premissa básica a adoção de uma tipologia arquitetônica com parâmetros voltados à redução de energia aliada a questões climáticas do lugar.

Segundo a European Commission (1994 apud GONÇALVES e VIANA, 2007), a iluminação artificial em hospitais pode consumir cerca de 20% a 30% da eletricidade total, diante de 15% nas fábricas e 10% a 15% nas escolas, consumo que poderia ser uma economia significativa no consumo e custos totais da edificação, diante das enormes quantidades de energia em atividades como aquecimento, esterilização e funcionamento de máquinas.

Gonçalves e Viana (2007) afirmam, ainda, que o potencial de economia pelo uso da luz natural é diretamente determinado pelos fatores de localização geográfica, clima, entorno, uso e características físicas do projeto.

Mesmo com a possibilidade de utilização da iluminação natural em diversos ambientes, a característica da maioria dos equipamentos de saúde, cada vez mais herméticos e fechados, vem gerando o aumento na já demasiada utilização de iluminação artificial.

Para Mascarello (2005), a iluminação natural tem efeito psicológico e terapêutico, como também econômico, pois ajuda na diminuição do consumo de energia através do uso correto da luz solar.

Para o autor, permitir o contato visual com o exterior e utilizar adequadamente a luz natural são fatores fundamentais, tanto para a manutenção dos níveis de conforto visual e psicológico do usuário quanto para o aumento da eficiência energética dos edifícios, pois um projeto de iluminação natural bem planejado diminuirá a necessidade de uso de iluminação artificial e de ar-condicionado. A luz artificial se converte em energia térmica, que somada ao calor produzido pelos usuários e pelos equipamentos, aumenta a temperatura do ambiente interno e, conseqüentemente, a sensação de desconforto.

O contato visual externo significa a percepção da passagem do tempo, pois fornece variação diária de luz e das mudanças climáticas, sendo importantes para o relógio biológico (MARBERRY, 1995 apud MASCARELLO, 2005).

De forma geral e sistêmica, o grande consumo energético das edificações hospitalares pode estar relacionado a ineficiências e desperdícios, decorrentes do descontrole operacional sobre sistemas artificiais de iluminação e climatização, às suas características funcionais e construtivas e às suas condições de inserção na malha urbana e seu microclima.

Montero (2006) afirma que o ar-condicionado e a iluminação artificial tornaram-se as soluções mais fáceis para diversas construções, em especial os edifícios hospitalares, para obter conforto térmico. No entanto, entende-se que, mais do que economia de energia, a escolha de soluções que permitem o uso da ventilação natural traz benefícios sensíveis, podendo tornar os ambientes mais naturais, humanos e saudáveis.

De acordo com Lima (2003), o hospital aberto torna-se a melhor solução para diminuir a infecção hospitalar e brindar ambientes agradáveis para a recuperação de pacientes.

Algumas unidades e ambientes funcionais não necessitam obrigatoriamente de condições especiais de temperatura, umidade e qualidade do ar, obtidas por sistemas artificiais. Estas podem dispor de ventilação e exaustão diretas ou indiretas, baseadas em parâmetros do código de obras local, devendo-se sempre seguir como princípio básico a manutenção de condições de conforto ambiental.

A variedade de ambientes nos Equipamentos Urbanos de Saúde (EUS) possibilita a utilização de sistemas naturais de climatização, que favorecem as condições de conforto e de qualidade de ar, aproveitando-se as variáveis microclimáticas favoráveis da sua área de implantação, assim como a utilização de sistemas artificiais em áreas com exigências específicas de controle das condições higrotérmicas e de assepsia.

Segundo Freire (2005), as variáveis termo ambientais têm um papel fundamental na contaminação do ar, podendo contribuir para a retenção (aumento) ou a dispersão dos poluentes no interior do ambiente, influenciando diretamente a qualidade do ar, onde as variáveis de conforto apontadas como físicas, temperatura e umidade, afetam diretamente as químicas e microbiológicas, contribuindo na transmissão de infecções hospitalares.

A mesma autora afirma que poeiras e fuligem em suspensão, aerossóis de sujeiras provenientes do chão, fumaças, polens, esporos de fungos e bactérias, vapores e gases, que são introduzidos no sistema de ventilação são, entre outras, fontes poluentes veiculadas pelo ar, onde o risco de infecção aerotransportada não está relacionado apenas à pureza do ar, mas também aos seus padrões de distribuição (velocidade e direção) no interior do edifício, onde a rota aerotransportada requer os agentes infecciosos, que correspondem aos núcleos de gotículas ou partículas de poeira.

Karman e Fiorentini (1994) apontam o abandono de uma postura que atribuía a maior parcela de responsabilidade na transmissão de agentes infecciosos ao meio ambiente físico, para uma posição em que essa responsabilidade é assumida conjuntamente pelos procedimentos funcionais e soluções arquitetônicas.

As características higrotérmicas, assim como a qualidade do ar e as condições de conforto ambiental, devem estar correlacionadas de modo a evitar condições favoráveis para a proliferação de infecções hospitalares; a proporcionar o desenvolvimento adequado das atividades específicas a cada unidade e promover o bem-estar de pacientes e funcionários.

Alguns estudos mostram a existência de relações entre condições térmicas e de umidade com a qualidade do ar nos ambientes. Mendell (1993) e Fang et al. (1998), em seus estudos, relacionaram o aumento da temperatura do ar com os sintomas da SED (Síndrome do edifício doente) e com a percepção da piora da qualidade do ar interior.

Segundo Karman (1994), a umidade desempenha um importante papel na deposição das bactérias do ar no aumento dos efeitos de aerossóis, quando a umidade relativa nos ambientes é superior a 50%. De acordo com Holcatoca e Holcat (1994); Holcatova *et al.* (1995) citados no Workshop by Healthy Buildings (2000) apud Freire (2005), para evitar fungos e problemas de ácaro, a umidade relativa do ar deve manter-se abaixo de 60% e não inferior a 30%, especialmente em unidades de tratamento de pacientes com doenças respiratórias crônicas.

Segundo a mesma autora, o meio ambiente tem um menor papel na transmissão de infecção hospitalar, no que diz respeito à qualidade do ar, no entanto, afirma que alguns estudos consideram o ar como uma importante fonte de transmissão de infecção no meio hospitalar, onde a circulação de ar fresco, filtrado e

em temperatura adequada tem se revelado um meio eficaz para a remoção da contaminação bacteriana por ele transportada.

Siqueira (2000) resume as possíveis fontes de infecção hospitalar veiculadas pelo ar, de acordo com a TABELA 01.

TABELA 01 - Fontes de infecção veiculadas pelo ar

POSSÍVEIS FONTES DE INFECÇÃO HOSPITALAR VEICULADAS PELO AR	
Áreas internas	Áreas Externas
Pacientes infectados ou portadores assintomáticos, profissionais e visitantes.	Solo e água, incluindo torres de resfriamento.
Sujeiras infectadas (expurgo ou não) e aerossóis.	Matérias orgânicas
Ventilação, sistema de ar condicionado, oxigenoterapia.	Construções e reformas

Fonte – Siqueira, 2000 apud Freire, 2005.

Segundo Freire (2002), quanto à ventilação como agente de contaminação, o grande risco consiste nos microorganismos que se unem aos grãos de poeira em suspensão e através da ventilação se deslocam. Contudo, não só o agente de contágio é necessário para que se efetive a contaminação. Os fatores mais determinantes ainda são a predisposição e a vulnerabilidade do paciente, quando esses fatores estão presentes, fato que não dispensa os cuidados, o controle e o tratamento do ar, até porque o vento pode transportar outros agentes, como insetos (vetores) que atuam como transmissores de doenças.

No que se refere à infecção hospitalar aerotransportada, Pelczar et al. (1981) relata a sua ocorrência a partir da suspensão das partículas no ar, consistindo parcialmente ou inteiramente em microorganismos.

Os organismos introduzidos no ar podem ser transportados ao longo de alguns poucos centímetros ou milhas; alguns morrem em questão de segundos; outros sobrevivem por semanas, meses ou mais. O destino final dos microorganismos transportados pelo ar é governado por um conjunto complexo de circunstâncias, incluindo as condições atmosféricas (umidade, luz solar, temperatura), as dimensões das partículas portadoras dos germes e da natureza dos microorganismos, ou seja, o grau de suscetibilidade ou resistência de uma espécie particular ao novo ambiente físico ou sua capacidade de formar esporos ou cistos resistentes (PELCZAR *et al.*, 1981)

Costa e Araújo (2004) afirmam que a contaminação do ar envolve três elementos: a origem, que se refere ao agente emissor, alterando a composição

química do ar, podendo ser do ar exterior do entorno do edifício, dos ocupantes, das atividades, dos materiais de construção, da limpeza e da higienização e do sistema de ar-condicionado; o movimento, que diz respeito às variáveis de conforto, favorecendo a dispersão de contaminantes; e os receptores, relacionados às pessoas especialmente em tratamento no ambiente hospitalar.

Quanto à origem de contaminação do ar pelo entorno, pode-se afirmar que a concentração de gases poluentes nas malhas viárias de fluxo veicular intenso pode ser agressiva à qualidade do ar interna de edificações de saúde. A poluição do ar derivada do tráfego de veículos constitui-se num dos mais graves problemas da degradação da qualidade do ar e no gerenciamento das áreas urbanas.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1997), os veículos automotores produzem mais poluição do ar do que qualquer outra atividade humana. Essas emissões veiculares carregam diversas substâncias tóxicas que, em grandes concentrações causam danos à saúde da população e ao meio ambiente.

As emissões veiculares, diariamente emitidos à atmosfera, compostas por óxidos de carbono (CO e CO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos não queimados (HC), óxidos de enxofre (SO_x) e partículas inaláveis (MP₁₀), produzidas pelo processo de combustão e queima incompleta do combustível (CETESB, 2005) podem ser transportados para o interior das edificações de acordo com as condições do entorno.

Para Saldiva *et al.* (1995), os efeitos nocivos da poluição veicular são percebidos pela população através de doenças cardiorrespiratórias e alérgicas, desenvolvimento de câncer e acréscimo das taxas de morbidade e mortalidade nas áreas urbanas.

Taco (2006) desenvolveu metodologia de caráter estratégico para identificar espacialmente os níveis de emissão de gases derivados dos veículos automotores nas áreas urbanas, utilizando os fluxos de tráfego e valores referenciais de emissão veicular de gases de veículos automotores leves de ciclo Otto (CO, NO_x) em reais condições de operação, obtidos por Filizola (2005). Os valores referenciais expressos em grama por quilômetro rodado (g/km) permitem criar cenários dos níveis de emissão veicular nas principais vias do sistema viário, identificando os locais mais críticos.

Segundo Freire (2002), o entorno imediato da edificação atua como modificador das condições microclimáticas onde a existência, nas proximidades, de barreiras de ventos ou fontes que gerem odores, fumaças ou ruído, deverá ser considerado para a implantação da edificação e posicionamento das suas aberturas ao exterior. Esta afirma que as condições ambientais das unidades de tratamento e assistência à saúde são questões bastante complexas e de implicações técnicas operacionais diversas, cabendo, portanto, a abordagem conjunta das condições externas, de conforto interno e do controle de infecção para o funcionamento.

Segundo Góes (2004), a localização e orientação do edifício em relação às fontes externas de ruído (tráfego de veículos, indústrias, oficinas, etc.), as dimensões e posição das aberturas, assim como o isolamento das paredes e características acústicas dos materiais e a redução das fontes internas da produção de ruídos são variáveis que devem ser consideradas sobre conforto acústico das edificações hospitalares. Frente à caótica urbanização brasileira e à dificuldade cada vez maior de encontrar terrenos nas condições ideais, torna-se mais simples o controle de fontes de ruído internas uma vez que os fatores externos são os mais difíceis de controlar por serem várias as fontes de ruído decorrentes do perfil do entorno e da malha viária. Nos centros urbanos as áreas livres são cada vez menores ou inexistentes, impedindo soluções paisagísticas, que contribuam com a redução dos ruídos em relação aos edifícios hospitalares.

Além disso tem-se a dificuldade de compatibilizar a ventilação e a exaustão necessárias, nos locais de clima quente e úmido que exigem aberturas arquitetônicas, com a redução do ruído de fonte externa através fechamentos estratégicos.

Almeida, Bragança e Souza (2007) destacam o transporte rodoviário como fonte de ruído mais freqüente dentre as principais fontes de ruídos externos emitidos decorrentes de atividades urbanas, cuja propagação para o ambiente interno está relacionada às atividades e à ocupação do solo, à localização e às características do sistema viário, à conformação topográfica, ao posicionamento e características de edificações vizinhas e à localização das áreas internas diretamente mais sensíveis. Segundo os mesmos autores, o som está sujeito a aspectos relacionados à influência das características climáticas, à superfície (solo), à conformação topográfica e à relação espacial entre edificações do entorno e suas formas. Quanto ao clima, o vento e, secundariamente, a temperatura do ar influenciam efetivamente

na propagação e determinação da área de alcance sonoro, onde quanto maior a temperatura, maior a propagação da onda sonora no ar, vendo-se também que à medida que a direção do vento é igual ao sentido fonte – receptor, as ondas sonoras tendem a se defletir em direção ao receptor, incrementando a área de alcance e a intensidade, em relação ao ar parado, tornando o receptor mais suscetível à capacitação do ruído, observando-se que os raios sonoros mais próximos ao solo, devido à menor velocidade do ar em razão de atritos, são defletidos na direção do solo tornando-se mais intensos neste nível. No que se refere à superfície parte do som pode ser absorvida e outra refletida. Já as relações espaciais entre edificações do entorno podem gerar sombras acústicas ou intensificar o som.

Quanto à inserção dos EUS na malha urbana, Ribas e Oliveira (1995) afirmam que as áreas destinadas a estes equipamentos situadas em interstícios urbanos estão mais sujeitas ao ruído, sobretudo se próximas a vias de tráfego intenso. Neste caso, o edifício deve situar-se o mais distante possível dessa fonte sonora, visto que a duplicação da distância reduz o nível de ruído em 6 dB.

Ainda sobre a inserção dos equipamentos de saúde, Mascarello (2005) afirma que o conhecimento do comportamento climático local, da geometria solar e das condições de conforto é condicionante fundamental para a inserção de edifícios hospitalares num contexto urbano, a fim de que sejam aplicados os princípios de projeto e os elementos de arquitetura condizentes com o tema e com o clima.

No que se refere a elementos de arquitetura, Olgyay (1998) ressalta que é importante ter a consciência de que as condições de conforto podem ser criadas através da manipulação dos espaços do edifício, dos elementos de fachada, dos materiais utilizados, da forma, da orientação solar e da relação com o entorno.

No entanto, segundo Corbella e Yannas (2003) verifica-se na arquitetura contemporânea, decorrente do avanço das tecnologias, a desconsideração em relação aos aspectos naturais, com edifícios nos quais o conforto depende de mecanismos artificiais que elevam o consumo de energia.

As condições de conforto nos ambientes hospitalares devem ser consideradas a partir da interação das expectativas específicas a respeito de conforto higrotérmico e qualidade do ar, acústico e luminoso, em função dos grupos populacionais que os frequentam, das atividades que neles se desenvolvem e das características de seus equipamentos.

Malkin (1992) aponta que fisiologicamente, o desconforto pode causar no paciente mudança nos sistemas do organismo, como alta pressão sanguínea, tensão muscular, altos níveis de hormônios circulantes do estresse e funcionamento reduzido do sistema imunológico, aumentando a suscetibilidade a doenças, tendo-se também comportamentos alterados, com explosões verbais, passividade e falta de adesão ao tratamento médico.

Para Freire (2002), o equacionamento das questões de conforto térmico, luminoso ou acústico, tem que ser tratado com seriedade nos projetos de hospitais, sobretudo quando se trata de hospitais urbanos, inseridos em áreas de altíssimas taxas de ocupação do solo, predominantes nas nossas grandes cidades.

Sampaio (2005) aponta que projetos de edifícios, quando desenvolvidos pensando na sua integração com o local, na sua adequação ao clima, na intenção de serem ambientalmente sustentáveis, terão condições para que seus ambientes satisfaçam mais plenamente seus usuários, que permitam uma interação edifício/ambiente mais eficiente, economia energética e a preservação do meio natural. O autor afirma que a concepção de projetos de ambientes hospitalares, dada a sua complexidade, na maior parte das vezes relega para segundo plano os fatores ambientais locais, tendo-se então a utilização indiscriminada de elementos de controle, como por exemplo, substituição de vidros comuns por vidros especiais escuros para diminuir a incidência solar, o uso de aparelho de ar-condicionado em ambientes onde o condicionamento natural seria possível e mais adequado e a utilização de barreiras físicas para atenuar ruídos internos. Tais estratégias resultam na diminuição de luz natural e aumento da carga térmica no interior dos ambientes pelas lâmpadas acesas, no comprometimento da iluminação e ventilação natural e na má localização de aberturas que impossibilitam a visualização do exterior.

O projeto de um ambiente hospitalar, mais do que qualquer outro tipo de projeto, deve ser desenvolvido considerando-se: o clima onde ele está inserido, a insolação, a topografia local; as condições ambientais e paisagísticas; o entorno urbano; a segurança; o programa com toda a sua complexidade e as diversas especialidades; a sua flexibilidade e expansibilidade; a eficiência no desenvolvimento das atividades; a adaptabilidade a novas descobertas e tecnologias e a satisfação e bem-estar dos seus usuários. Tais considerações irão refletir em um ambiente hospitalar saudável, bem iluminado, harmônico, silencioso, anti-stress, seguro e eficiente.

Considerando as diferentes questões relacionadas à arquitetura sustentável, vários países têm aplicado para hospitais métodos de avaliação, utilizados para vários setores da construção civil, geralmente com objetivo de uma certificação, de acordo com a preocupação do edifício com relação aos diferentes itens da sustentabilidade. Tendo em vista principalmente a questão ambiental, vários países têm publicado diretrizes de projeto para edifícios hospitalares, mostrando a atual preocupação ambiental com os projetos de estabelecimentos de saúde.

A ausência de regulamentações no Brasil tem forçado a iniciativa de estudo e adoção de métodos e parâmetros internacionais mais adequados à realidade local, diante da consideração dos problemas, limitações e entraves no tocante à eficiência das edificações. No entanto, a aprovação recente do *Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética dos edifícios de serviços, comerciais e públicos* pode representar a primeira iniciativa bem sucedida para a definição de parâmetros de avaliação adaptáveis à realidade brasileira.

Para Sampaio (2005), o hospital é um edifício que exige uma avaliação para que com base em estudos sistematizados, novos projetos sejam elaborados, evitando desperdícios, sendo eficientes e adequados às suas complexas funções uma vez que, um erro num edifício hospitalar é perpetuado, seja pela inadequada orientação solar que pode trazer ambientes ensolarados, calor, ofuscamento, uso intermitente do condicionamento artificial do ar e a contaminação no ar. O instrumento de avaliação da sustentabilidade do ambiente hospitalar proposto pela autora, através de planilha desenvolvida, possui cinco categorias principais, relacionadas aos aspectos ambientais, de conforto e qualidade, funcionais, construtivo e estético, subdivididas nos itens referentes à implantação, água, energia, resíduos; conforto térmico, conforto luminoso e visual, conforto acústico, qualidade do ambiente; acessos, circulações, espaços; sistema construtivo, instalações e aparência.

Souza (2005) afirma que, além de parâmetros e índices, há uma reflexão sobre as características que uma edificação deve possuir para ser considerada uma edificação eficiente do ponto de vista energético, visando a eliminação de desperdícios e a introdução de técnicas que aumentem a eficiência do uso de energia. Estas se refletem em três fatores principais: o meio externo da edificação (o clima); a construção e as características dos sistemas da edificação (os parâmetros físicos); e o gerenciamento da edificação (o comportamento do usuário).

Diante das atuais características do equipamento urbano de saúde apontadas em diversos estudos e considerações, cabe a crescente busca por estratégias e alternativas tecnológicas voltadas para o seu desenvolvimento sustentável, de modo a evitar desperdícios através de providências funcionais de diversos níveis – em alguns casos com medidas de caráter simples e que podem representar baixo custo de investimento - mediante o conhecimento das condições ambientais a que estão inseridos, dos seus sistemas componentes e de sua estrutura física. Dentre ações voltadas para o alcance de um hospital sustentável, destacam-se as estratégias favoráveis à eficiência energética, sobretudo nos sistemas de climatização e iluminação artificiais dos hospitais contemporâneos, que representa considerável impacto na sustentabilidade do ambiente global e na consequente preservação ambiental, sobretudo no âmbito energético.

CAPÍTULO II - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Variáveis climáticas

De acordo com Schiffer e Frota (2001), têm-se como principais variáveis climáticas, a oscilação diária e anual de temperatura, a umidade relativa, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância de época e o sentido dos ventos e índices pluviométricos, que alteram seus valores de acordo com os distintos locais da Terra devido à influência de fatores como circulação atmosférica, distribuição de terra e mares, relevo, solo, revestimento do solo, latitude e altitude.

Lambert; Dutra; Pereira (1997) classifica as variáveis climáticas como macro climáticas, que são características gerais de uma região, em termos de sol, nuvens, temperatura, ventos, umidade e precipitações. Como mesoclimáticas as determinadas pelos tipos de vegetação, topografia, tipo de solo dentre outros, definindo os mesoclimas de litoral, de campo, de florestas, de vales, de cidades e de regiões montanhosas. E como microclimáticas, as definidas numa escala bem mais próxima à edificação, como por exemplo, o do seu entorno imediato. Desta forma, as variáveis climáticas junto aos fatores que as interferem definem o clima de determinada região.

Para Montero (2006), o produto de fatores tais como geografia, massas de ar, latitude, radiação solar, umidade relativa, temperatura do ar, entre outros determinam a classificação de cada tipo de clima, definida por diversos pesquisadores.

Segundo Mello (1991, p. 14 apud MONTEIRO, 2006), o estudo climático deve, fundamentalmente, levar em conta o caráter dinâmico do desenvolvimento dos fenômenos atmosféricos no tempo, uma vez que o clima determina uma série de estados atmosféricos (tempo - nas suas infinitas e sucessivas variações), assim como deve considerar as diversas escalas de abordagens climáticas necessárias à hierarquização dos fatos climáticos com os quais se pretende trabalhar. Desta forma este define categorias taxonômicas da organização do clima e suas articulações com o clima urbano, de acordo com a Tabela 02.

TABELA 02 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima

Ordens de grandeza	Unidades de superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
					Meios de observação	Fatores de organização	Tendências de análise
II	104 milhões de Km	1:45.000.000 1:10.000.000	zonal	-	Satélites análises	Latitude centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparati- va
III	104 milhões de Km	1:5.000.000 1:2.000.000	regional	-	Cartas sinóticas sondagens	Sistemas meteorológi- co (circulação secundária)	Redes transectos
IV	10 ² centenas de Km	1:1.000.000 1:500.000	Sub-regional	Megalópole grande área metropoli- tana	Aerológicas rede meteorológi- ca de superfície	Fatores geográficos regionais	Mapeamento sistemático
V	10 dezenas de Km	1:250.000 1:100.000	local	Área metropolitana metrópole	Posto meteorológico Redecomple- mentar	Integração geoecológi- ca - Ação antrópica	Análise espacial
VI	10 ² centenas de Km	1:50.000 1:25.000	mesoclima	Bairro ou subúrbio- metrópole	Registros móveis (episódicos)	Urbanismo	especiais
-	Dezenas de metros	1:10.000 1:5.000	topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro- subúrbio da cidade	Detalhe	Arquitetura	
-	metros	1:2.000	microclima	Grande edificação Setor de Habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: Modificado de Monteiro (1975, p. 136)

Montero (2006) reforça a importância do estudo do clima local assim como da análise do microclima relativo à área onde o projeto será implantado, para se ter uma referência geral do clima na região do projeto, de modo a trabalhar com os dados mais próximos do entorno.

Os dados climáticos mais utilizados no Brasil são as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INME), que correspondem a variáveis macro-

climáticas medidas em estações meteorológicas, onde são registrados fatores médios e extremos que limitam sua utilização precisa diante da variação do tempo meteorológico (dia para dia). No entanto, tem-se como melhor fonte de informações a base de dados do Ano climático de referência (do inglês Test Reference Year - TRY), para cada cidade do Brasil, criado através do tratamento de dados climáticos nacionais, possuindo mais representatividade e precisão.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) propõe na terceira parte do projeto 02:135.07-001/3 - Desempenho Térmico de Edificações, a divisão do território brasileiro em oito zonas, classificadas em função das estratégias bioclimáticas, a fim de estabelecer diretrizes para cada uma delas, originando o zoneamento bioclimático brasileiro (FIGURA 02).

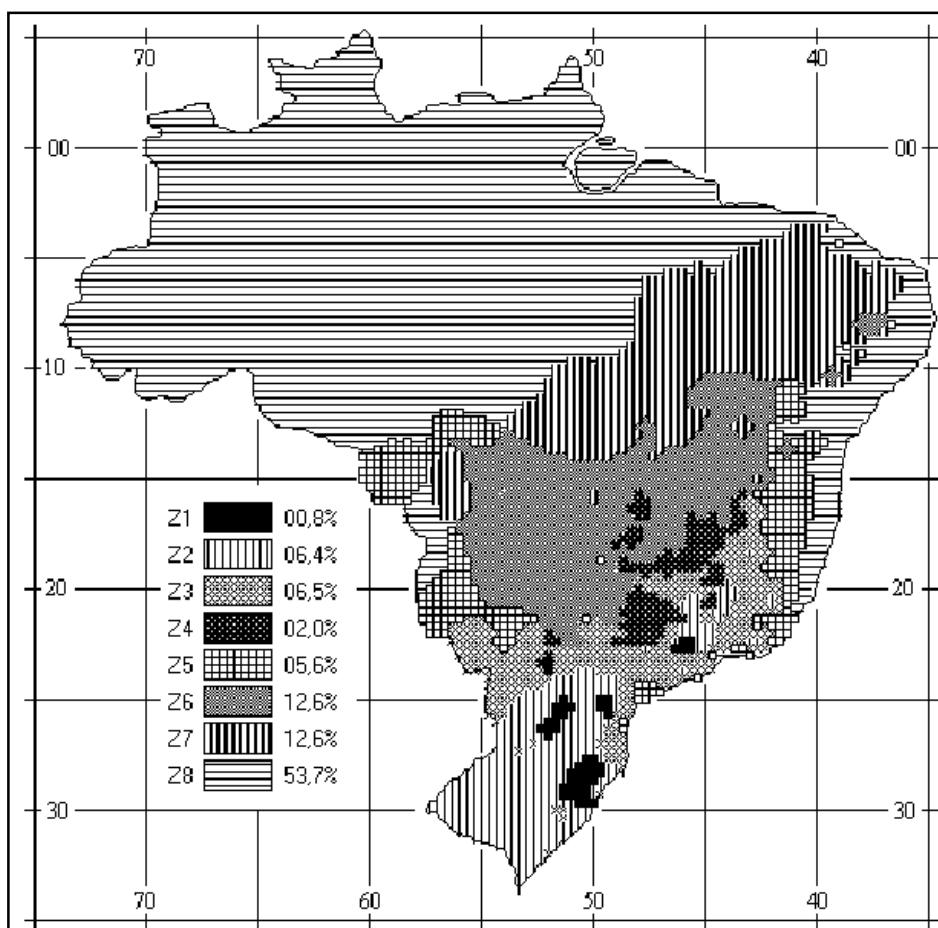


FIGURA 02 - Zoneamento bioclimático brasileiro segundo 02:135.07-001/3
- Desempenho Térmico de Edificações

Quanto à radiação solar, sua maior influência é na distribuição da temperatura do globo, onde as quantidades de radiação variam em função da época do ano e da

latitude, que determinam os ângulos de incidência dos raios solares em relação ao plano do horizonte de determinado local.

De acordo com Santos (2002), a radiação que atravessa a atmosfera e atinge a superfície terrestre compreende um espectro com composição aproximada de 1% a 5% de raios ultravioletas (UV) de comprimento de onda entre 290 nm e 380 nm que não representa fonte de luz ou calor, mas a sua exposição prolongada causa eritema, bronzeamento e conjuntivites; 41% a 45% de luz visível (LV), de comprimento de onda entre 380nm e 760 nm, que garantem as condições de iluminação natural dos ambientes; 52% a 60% de infravermelho (IV) de comprimento de onda entre 780 nm e 2500 nm, que representa fonte de calor, observando-se que existem ainda ondas entre 2500nm a 3000nm, que correspondem às radiações infravermelhas longas, emitidas pelos corpos aquecidos pela radiação infravermelha curta.

Silva (1992) afirma que a luz natural, entendida como a radiação proveniente do Sol visível sob forma direta (luz solar) e indireta (reflexão da luz solar pela abóbada celeste e pelas superfícies e elementos tridimensionais naturais ou criados), tem como fonte principal a abóbada celeste e suas condições, que interferem no provisionamento da iluminação natural de acordo com três situações: céu claro, quando a área coberta pelas nuvens corresponde a menos de 1/3 de sua superfície, predominante nas latitudes onde o clima tem a característica quente-seco; céu parcialmente nublado, quando a abóbada celeste possui de 1/3 a 1/4 de sua superfície coberta, predominante em climas quente-úmido; e céu nublado, quando a abóbada celeste permanece com aproximadamente 2/3 de sua superfície coberta por nuvens, predominante em regiões de clima frio.

A luz solar direta ilumina uma superfície normal com 60.000 a 100.000 lux, enquanto que a luz difusa é consideravelmente mais baixa, variando entre 5.000 e 20.000 lux para céu encoberto. A radiação solar direta é muitas vezes considerada indesejável para iluminação devido ao seu componente térmico; no entanto esta possui eficácia luminosa maior que muitas alternativas artificiais, além de introduzir menor quantidade de calor por lúmen para o interior dos edifícios, se comparada à maioria das lâmpadas.

Schiffer e Frota (2001) afirmam que a quantidade de radiação solar recebida pelas diversas edificações inseridas numa cidade vai variar com relação às posições

das edificações vizinhas, as quais podem constituir barreiras umas às outras ao sol e ao vento.

Sobre a temperatura do ar, Rivero (1985) afirma que esta não é consequência da ação direta dos raios do sol, pois este é diatérmico (transparente às ondas eletromagnéticas).

De acordo com Braz, Gama, Lanham (2004), o sol aquece a atmosfera indiretamente através do solo, visto que este acumula a energia solar que recebe e re-emite o calor por radiação e convecção. A propagação deste calor é então assegurada ou por condução, ou por difusão, através da turbulência do ar, ou seja, através do vento. Desta forma a temperatura depende essencialmente da radiação solar, do vento, da altitude e da natureza do solo.

A variação da temperatura resulta basicamente dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente recepção da radiação do sol de local para local, em consequência do tipo de solo, vegetação, topografia e da altitude. Durante o dia, como resultado de uma maior quantidade de radiação direta incidente, a temperatura tem tendência a subir, acontecendo o inverso à noite.

A umidade relativa do ar, de acordo com Schiffer e Frota (2001), acarreta nas condições climáticas de um local, grandes diferenciações quanto à amplitude da temperatura diária, pois quanto mais seco for o clima, mais acentuadas serão suas temperaturas extremas (mínimas e máximas), fenômeno ocorrido devido à capacidade das partículas de água em suspensão receber calor do sol e se aquecerem.

As zonas com baixa umidade costumam ter uma grande oscilação térmica ou uma grande amplitude de temperatura, diferentemente das zonas com umidade alta, onde as temperaturas mínima e máxima apresentam pouca diferença, definindo-se como umidade baixa a inferior a 40%; umidade média, entre 40% e 75%; e alta, a superior a 75% (MONTERO, 2006).

2.2 Sistemas naturais e artificiais de Iluminação do equipamento de saúde

De acordo com as Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, aprovadas mediante Resolução – RDC nº50, de 21 de Fevereiro de 2002, os ambientes do equipamento de saúde classificam-se em grupos de sistemas de iluminação conforme demandas específicas funcionais,

características dos usuários, tipos de atividades ou ainda equipamentos neles instalados.

Diante dos sistemas de iluminação natural e artificial para ambientes de saúde, tem-se segundo a RDC nº 50: os sistemas comuns, referentes a ambientes que não carecem de condições especiais de iluminação, não necessitando de incidência de fonte natural direta nem de iluminação artificial especial, devendo atender o código de obras local; os sistemas de controle natural das condições ambientais luminosas, em unidades funcionais que carecem de condições especiais de iluminação, no sentido de necessitarem de incidência de luz de fonte natural direta no ambiente (salas de observação, internações, salas de diálises); os sistemas de controle artificial especial no campo de trabalho, em ambientes onde pacientes são manipulados, em especial os consultórios, salas de exame e terapias, salas de comando dessas, salas de cirurgias e de partos, quartos, enfermarias e salas de observação; e sistemas em ambientes que carecem de condições especiais de iluminação por necessitarem de obscuridade (consultório e sala de exame de oftalmologia, salas de exame da imagenologia e oftalmologia, laboratório de biologia molecular, laboratório para revelação de filmes e chapas).

Assim como para todas as edificações, as metas principais dos sistemas de iluminação de um EUS consistem: na melhor interação do ser humano ao meio, de forma a evitar reflexos incômodos, ofuscamentos, sombras e ou contrastes excessivos no desempenho de atividades; e na sua eficiência energética, com base no aproveitamento máximo dos recursos energéticos disponíveis, visando maior economia no consumo de energia inicial, operacional e de manutenção (SILVA, 1992).

Pode-se destacar, dentre as características de sistemas naturais ou artificiais, o nível de iluminância média como fator diretamente relacionado ao conforto visual e como norteador para a definição dos aspectos de projetos luminotécnicos e dos dispositivos para melhor aproveitamento da luz de fonte natural, onde parâmetros específicos são observados na NBR 5413 – Iluminância de Interiores, da ABNT que define valores mínimos de iluminância diferenciados pelas atividades exercidas e idade dos usuários, baseados nas condições mais adequadas ao conforto, apresentando em seu item 5.3.28 parâmetros referentes às iluminâncias médias dos principais ambientes hospitalares.

A iluminação natural pode ser quantificada, para identificação da iluminância obtida em um determinado plano de trabalho e para avaliação da proporção de luz natural aproveitada no ambiente.

Segundo Gonçalves e Viana (2001), a relação entre a disponibilidade de luz natural e a iluminância em certo ponto no interior de uma edificação, não depende apenas das condições de céu, visto que além destas e dos componentes de reflexão externa, como construções vizinhas e relevo do entorno que bloqueiam a visão parcial ou total da abóbada celeste por um determinado ponto, os cálculos da iluminância devem envolver as reflexões internas de paredes, piso e teto e os fatores redutores da quantidade de luz, tais como: fator de caixilho, referente à subtração da área de superfície opaca da esquadria da área total da abertura; o fator de manutenção, referente à obstrução à luz causada pelo envelhecimento do material de vedação e pela acumulação de poeira; e o coeficiente de transmissão do material transparente e translúcido.

Além do dimensionamento e localização das aberturas numa edificação, outro fator preponderante para o melhor aproveitamento da luz natural se refere ao entorno, onde o afastamento e altura das edificações e eventuais elementos circunvizinhos, podem comprometer a disponibilidade de luz natural.

As obstruções causadas pelos elementos tridimensionais (edificações, elementos construtivos constantes da fachada do próprio edifício, árvores, ou quaisquer elementos naturais ou construídos) no entorno da abertura considerada, determinam a porção visível do céu a partir desta, do que dependerá a quantidade de luz emanante da abóbada celeste (céu), a ser recebida pelo interior do ambiente através das aberturas feitas nas fachadas externas ou, nas voltadas para espaços internos (pátios ou poços de iluminação, aberturas estas, consideradas internas) (SILVA, 1992).

Pode-se destacar como um dos procedimentos de quantificação, o método desenvolvido por G. Pleijel em 1945, que representa contribuições significativas para o desenvolvimento de métodos subseqüentes.

Segundo Silva (1992), através da utilização dos diagramas desenvolvidos por G. Pleijel, que tem seu embasamento metodológico fundamentado na projeção estereográfica da abóbada celeste, pode-se calcular a iluminação natural zenital ou lateral sobre planos de trabalho, a penetração da luz e radiação do sol e a

visibilidade da abóbada celeste a partir do ambiente, seguindo-se uma etapa gráfica e uma etapa de cálculo.

A etapa gráfica tem início com a determinação de ângulos horizontais e verticais visualizados a partir de planta e corte, formados entre o centro da cobertura ou da abertura lateral do local em estudo e as extremidades de edificações que representam obstruções, seguida da marcação das linhas correspondentes à transferência dos ângulos obtidos a partir de gráfico auxiliar, para geração da máscara solar pela intersecção das linhas que representam os ângulos verticais e horizontais. Esta etapa tem por fim a superposição da máscara solar com o diagrama de Pleijel, que divide a abóbada celeste em 1004 partes, representadas por pontos que equivalem à quantidade de luz proveniente de cada um dessas partes para a identificação da distribuição da luz emanante, de forma difusa. (FIGURAS 03, 04, 05 ,06, 07, 08 e 09)

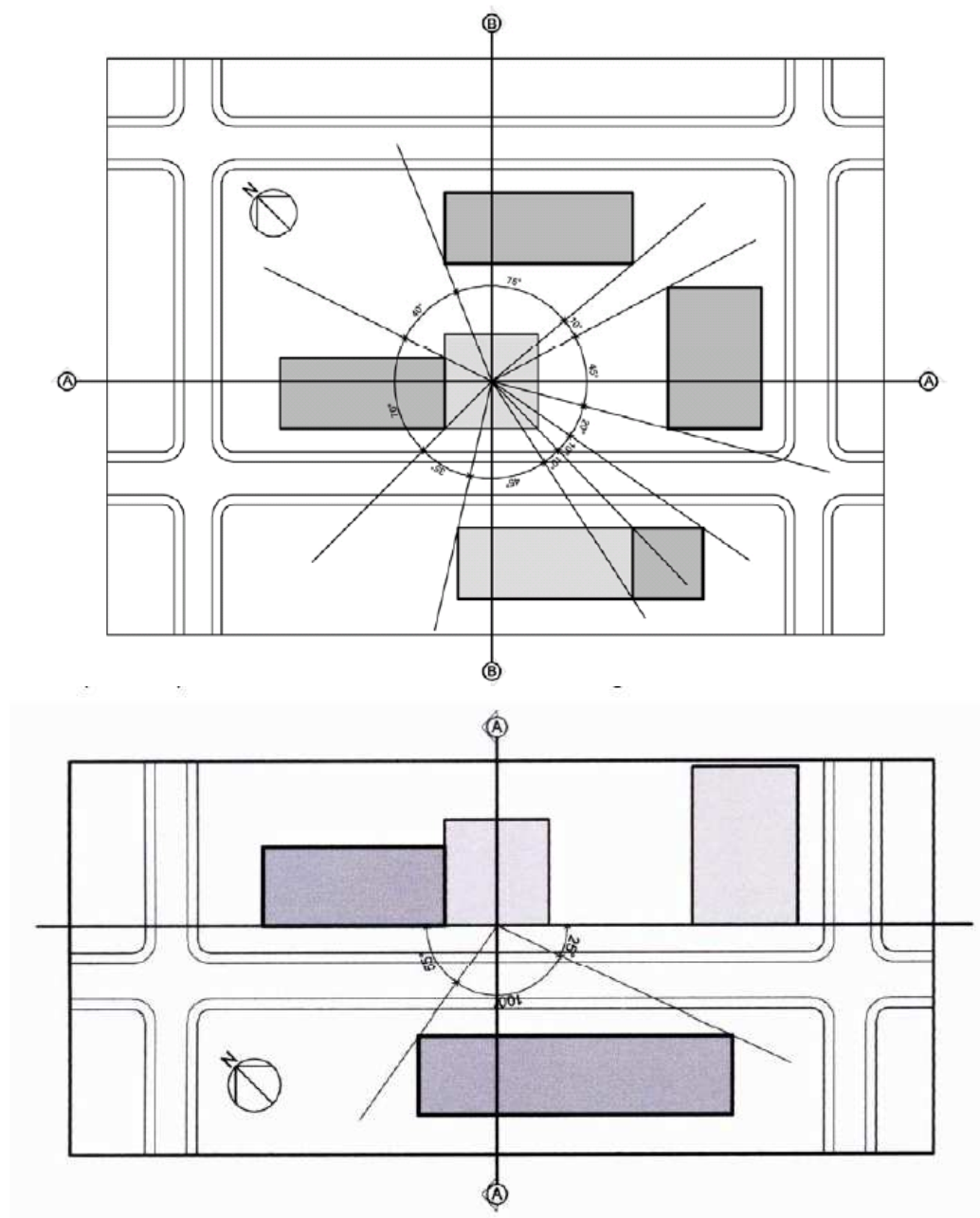


FIGURA 03: Ângulos horizontais da cobertura e da fachada de uma edificação. Fonte: SILVA (1992)

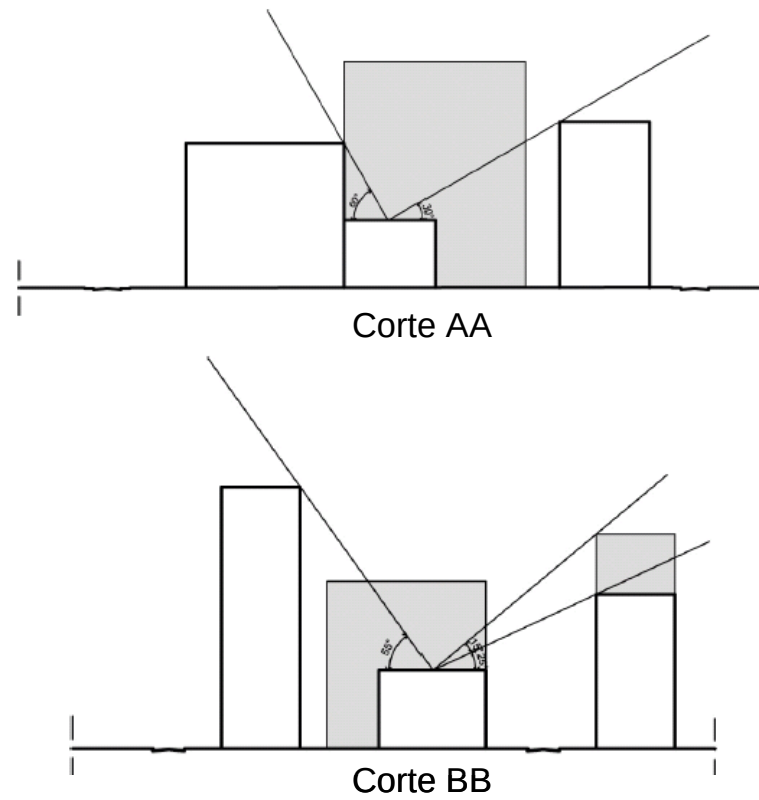


FIGURA 04: Ângulos verticais na cobertura de uma edificação. Fonte: SILVA (1992)

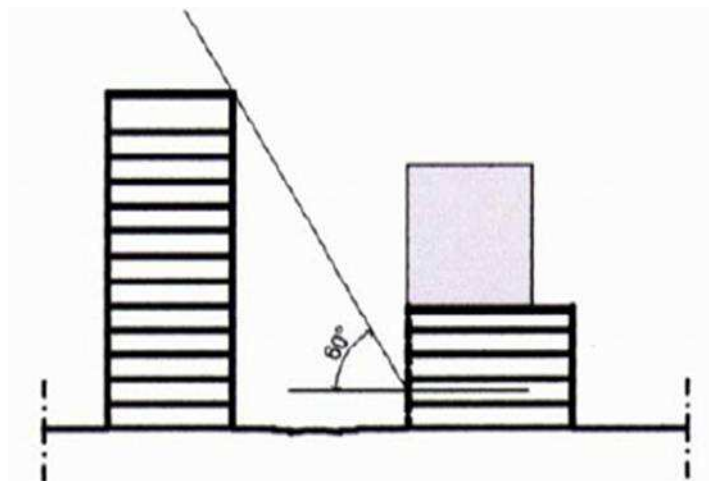


FIGURA 05: Ângulo vertical na fachada de uma edificação. Fonte: SILVA (1992)

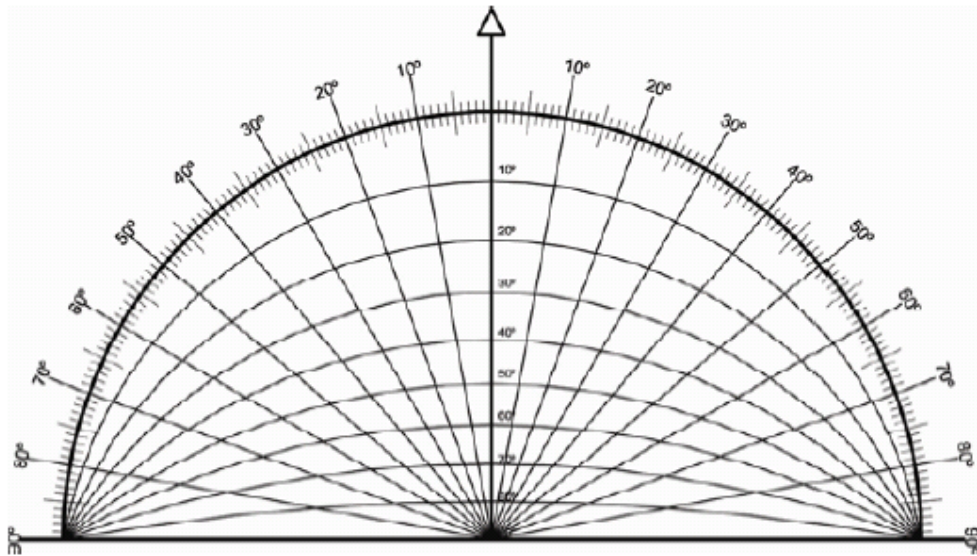
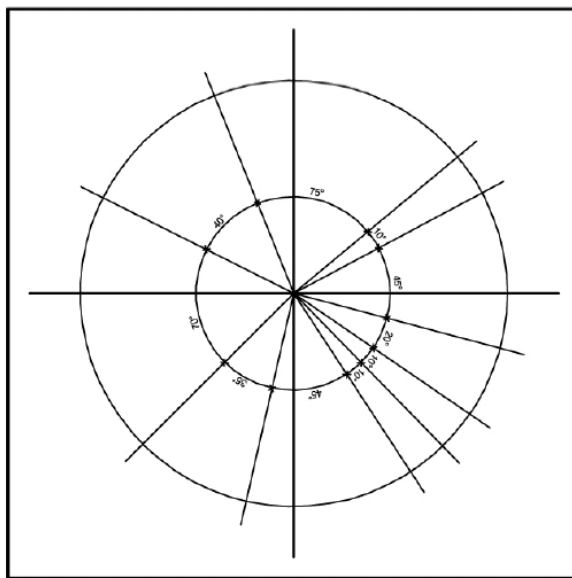
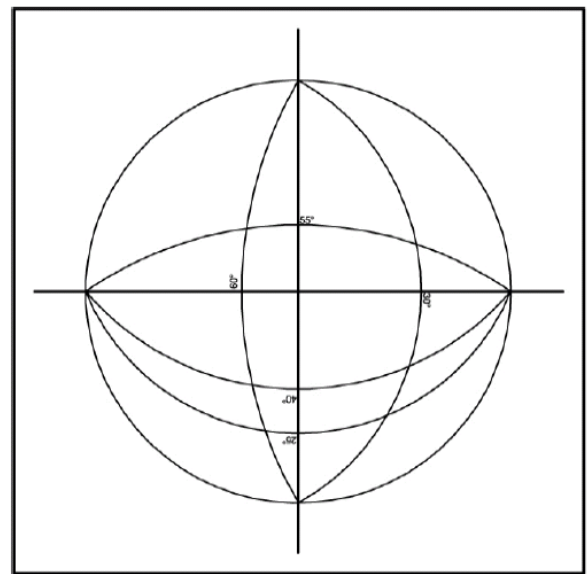


FIGURA 06: Transferidor de ângulos horizontais e verticais. Fonte: SILVA(1992)



ÂNGULOS HORIZONTAIS



ÂNGULOS VERTICAIS

FIGURA 07: marcação das linhas correspondentes aos ângulos horizontais e verticais. Fonte: SILVA (1992)

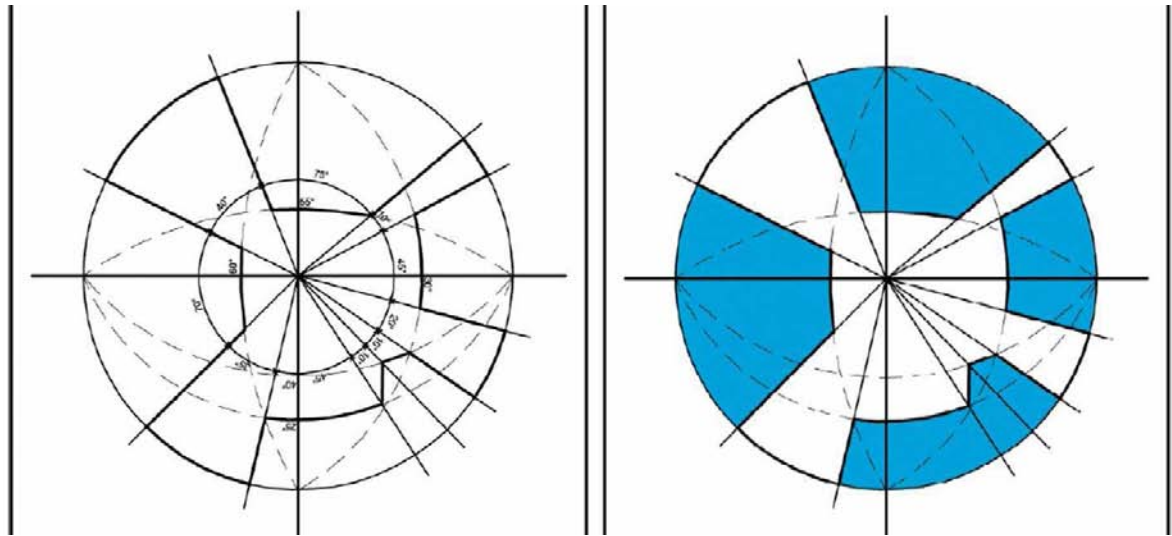


FIGURA 08: Superposição dos ângulos e confecção de máscara. Fonte: SILVA (1992)

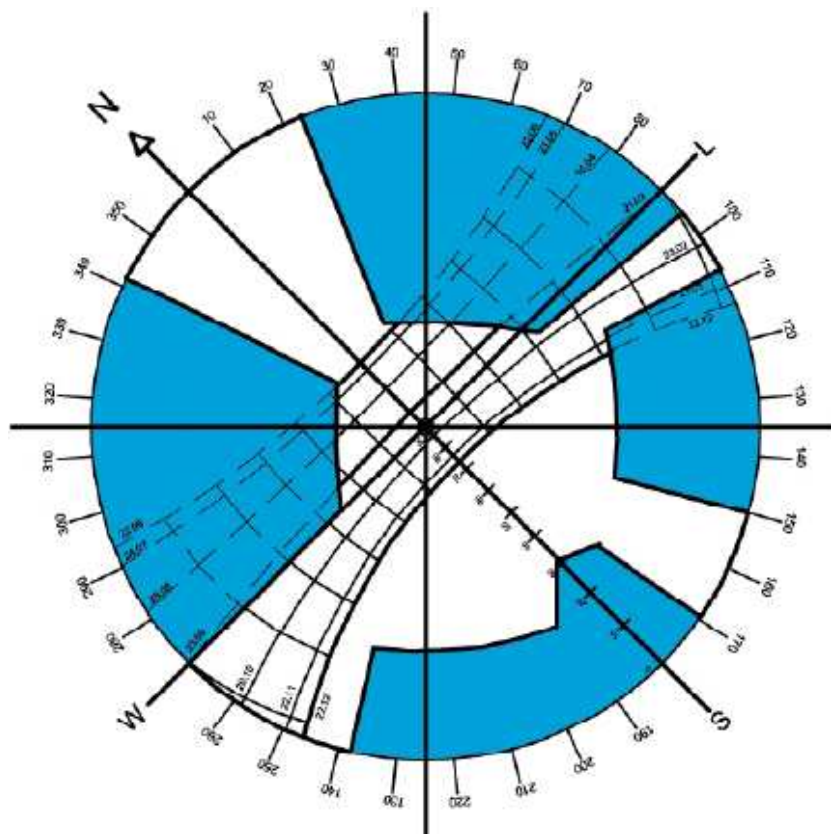


FIGURA 09: Superposição da máscara ao digrama solar. Fonte: SILVA(1992)

A etapa de cálculo tem como base inicial o cálculo do número de pontos entre as linhas que delimitam a área visível do céu, obtidos na superposição da máscara com o diagrama, assim como os valores referentes ao aclaramento externo que alcança as superfícies sem obstruções, definidos em tabelas de acordo com a latitude e as condições de céu, desenvolvendo-se por meio de equações específicas que incluirão variáveis redutoras da quantidade de luz.(FIGURA 10)

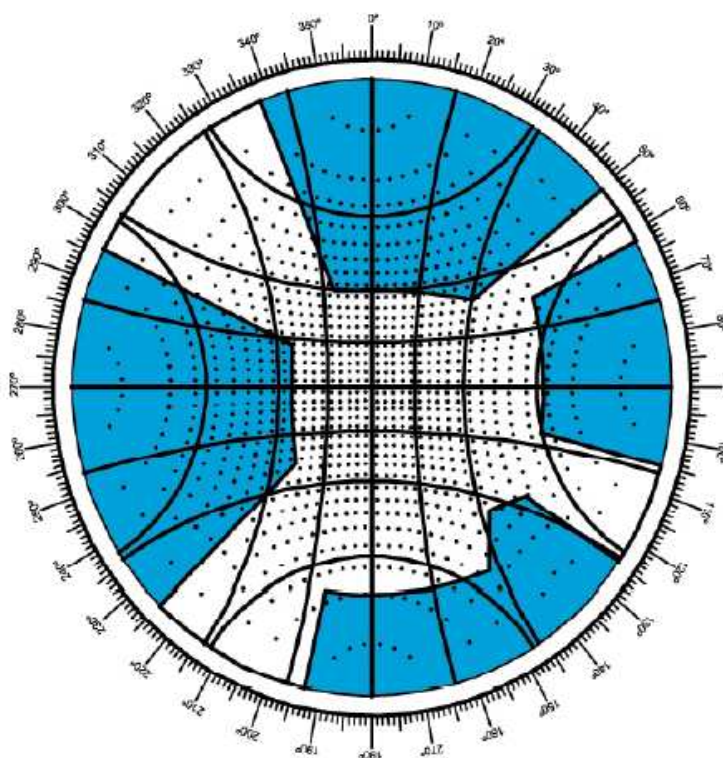


FIGURA 10: Sobreposição da máscara ao diagrama de luz emanante. Fonte: SILVA (1992)

O método desenvolvido por G. Peijel tem como produto final, para iluminação zenital, a superfície iluminante total requerida e o número ideal de domus assim como sua distribuição, ao passo que para iluminação lateral tem-se o aclaramento útil gerado por uma determinada abertura, ou seja, a quantidade de iluminação em “Lux” (iluminância) que chega ao plano de trabalho.

O edifício não só regula as radiações naturais que o atingem, mas, em particular e através de suas características construtivas, permite incorporar as fontes artificiais de iluminação, as quais podem, ocasional ou permanentemente, substituir as naturais ou complementá-las segundo a necessidade e cada caso (SILVA, 1992).

Para Lambert; Dutra, Pereira (1997), cada componente do sistema de iluminação artificial tem desempenho e qualidades diferentes, que dependem do tipo de tecnologia empregada na sua fabricação, o que vai refletir na sua eficiência energética, que também depende da integração feita com o sistema de iluminação natural.

Segundo Silva (1992), a definição do tipo de sistema deve estar embasada no nível de iluminamento condizente com a tarefa visual a ser executada, além de considerar ainda, a forma e a função do ambiente a iluminar, os materiais de acabamento aplicados às suas superfícies internas e suas respectivas cores; a disposição de pilares, vigas, pontes rolantes, dutos de uma forma geral que possam causar obstruções assim como dutos de iluminação natural; a disposição espacial da maquinaria e equipamentos, suas características construtivas e operacionais, a postura do operário frente à máquina a operar e à tarefa visual.

Para o cálculo da iluminação artificial geral pode-se utilizar o *método das eficiências*, também conhecido como *método dos fluxos* ou das *cavidades zonais*, usualmente aceito para cálculos do nível médio de iluminação para áreas internas, levando em consideração o efeito que as refletâncias internas têm no nível de iluminação.

Baseado neste método, o Manual luminotécnico prático OSRAM (2008) aponta sequência de desenvolvimento de projeto luminotécnico, pressupondo as seguintes etapas: a escolha dos componentes adequados (lâmpadas, luminárias e reatores); o cálculo da quantidade de luminárias; a distribuição das luminárias; o cálculo de controle e a definição dos pontos de iluminação.

Para o cálculo da quantidade de luminárias necessária para se chegar à Iluminância Média (Em) exigida por norma, tem-se a Equação 01.

$$n = \frac{E_m \cdot A}{\phi \cdot Fu \cdot BF \cdot Fd} \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

n = quantidade de lâmpadas

E_m = iluminância média determinada na NBR 5413;

A = Área do local;

Φ = fluxo luminoso das lâmpadas em lumens;

F_d = fator de depreciação ($F_d = 0,8$ - boa manutenção e $0,6$ - manutenção crítica);

B_f = fator de fluxo luminoso do reator (considerar apenas quando utilizado com lâmpadas de descarga);

F_u = Fator de Utilização (considera o rendimento da luminária - η_l - e do recinto - η_r - encontrado em tabelas de fabricantes).

O cálculo de controle possibilita a certificação do valor exato da Iluminância média obtida, através da Equação 02.

$$E_m = \frac{Z \cdot N \cdot \Phi \cdot F_u \cdot B_f \cdot F_d}{A} \quad (\text{Equação 02})$$

Finalmente, o cálculo da potencia total instalada (P_t) seguida da densidade de potência instalada (DPI) e densidade de potência instalada relativa (DPI_r), se dá através das equações 03, 04 e 05 possibilitando a avaliação do consumo energético.

$$P_t = \frac{n \times W}{1000} \quad (\text{Equação 03})$$

$$DP = \frac{P_t \cdot 1000}{A} \quad (\text{Equação 04})$$

$$DPr = \frac{Dp \cdot 100}{E} \quad (\text{Equação 05})$$

Onde:

n = unidades utilizadas

W = potência consumida pelo conjunto lâmpada + acessórios
(reatores, ignitores, transformadores)

E = Iluminância média obtida no projeto luminotécnico

2.3 Sistemas naturais e artificiais de climatização do equipamento de saúde

Os sistemas de ar condicionado podem ser usados para fins de conforto, baseados nos parâmetros básicos de projetos definidos na NBR 6401 – Instalações Centrais de ar condicionado para conforto – Parâmetros Básicos de Projeto e para fins de assepsia e conforto de acordo com os parâmetros e exigências da NBR – 7256 – Tratamento de ar em Unidades Médico-Assistenciais, de forma que em ambientes onde se desenvolvem trabalhos e tratamentos destinados à análise e erradicação de doenças infecciosas existam sistemas de filtragem e troca de ar.

De acordo com a RDC nº 50, os sistemas de condicionamento de ar para equipamentos de saúde devem seguir requisitos referentes à tomada de ar, que devem se localizar a uma distância mínima (8 m) de locais onde haja fonte de emissão de gases nocivos ou agentes infecciosos (dutos de exaustão de cozinhas, sanitários, laboratórios, lavanderia, centrais de gás combustível, grupos geradores, vácuo, e estacionamento interno); à renovação de ar através de insuflamento e exaustão de ar do tipo forçado seguindo requisitos quanto a localização de dutos diante de ventiladores, pontos de exaustão e tomada do ar; ao nível de ruído que deve seguir os parâmetros da NB – 10 da ABNT; e à vibração, que não pode ser provocada em piso e estrutura que prejudiquem a estabilidade da construção ou o trabalho normal do EAS.

A portaria 3.523 sobre qualidade de ar (climatização) de 28 de Agosto de 1998 do Ministério da Saúde cita a preocupação com a saúde, a produtividade e o absenteísmo ao trabalho, assim como a correlação da qualidade do ar de interiores com a Síndrome dos Edifícios Doentes, determina regulamento técnico referente às medidas específicas a padrões de qualidade do ar em ambientes fechados climatizados, no que diz respeito à definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, a identificação de poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, bem como pré-requisitos de projetos de instalação e de execução de sistemas de climatização definindo ainda que todos os sistemas devam estar em condições adequadas de limpeza, manutenção, de operação e de controle.

2.4 Condições ambientais do equipamento de saúde

De acordo com Brasil (2004), a dimensão endógena dos sistemas de controle ambiental está amparada por normas técnicas de higiene e segurança do trabalho, enquanto a dimensão exógena é contemplada por instrumentos legais como código de obras e posturas da maioria dos municípios brasileiros, complementadas por normas urbanísticas, ambientais e de saneamento, da legislação federal, que estabelecem limites à implantação de edifícios e abordam as relações dos prédios com a realidade climática local, podendo-se citar os artigos 200 e 225 da Constituição Federal, as Leis 6938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação), Lei 6667 e o Código Florestal (Lei 4771/65, atualizada pela lei 7803).

À dimensão exógena podem-se acrescentar as interferências do hospital sobre o ambiente de mais longo alcance, referentes aos impactos ambientais gerados pela suas grandiosas instalações, sobretudo pelo seu elevado consumo de energia.

A dimensão endógena envolve aspectos relacionados à implantação, ao conforto ambiental e ao controle de infecção hospitalar da edificação de saúde. A proteção das pessoas deve se dar em relação a fatores externos que sejam indesejáveis à saúde e bem-estar, ao passo que aspectos externos positivos podem ser aproveitados para o melhor desempenho das edificações, como em casos, onde as variáveis climáticas locais podem auxiliar no conforto térmico e luminoso, e conseqüente redução do consumo energético com iluminação e climatização artificiais.

2.4.1 Condições termo-higrotérmicas e qualidade do ar

Segundo Brasil (2004), o sistema de controle das condições ambientais higrotérmicas e de controle da qualidade do ar nos ambientes, é estabelecido em função: do nível de assepsia exigido; do desenvolvimento de atividades de produção de odores e ou poluição do ar; dos equipamentos e atividades particulares; e do tempo de permanência dos pacientes, de modo a alcançar as melhores condições

de temperatura, umidade e qualidade do ar por meio de ventilação e exaustão diretas (Salas de observação, quartos, enfermarias e áreas de recreação).

As condições ambientais interferem no controle da infecção de serviços de saúde, questão que possui dois componentes técnicos, indispensáveis e complementares: os procedimentos nos EAS, em relação a pessoas, utensílios, roupas e resíduos; e o componente arquitetônico, referente a padrões de circulação, sistemas de transporte de materiais, equipamentos e resíduos sólidos, sistemas de renovação e controle das correntes de ar, facilidades de limpeza das superfícies e materiais, e instalações para implementação do controle de infecções (BRASIL, 2004).

De acordo com o Manual de infecção hospitalar (BRASIL 1987), tem-se o meio aéreo como um dos mecanismos de transmissão de infecção, através de núcleos de gotículas (<5 micra – tosse, espirro, fala, aspiração e > 5 micra – gotículas, mucosa nasal, boca, conjuntiva) e poeiras contaminadas.

Diante da real possibilidade de propagação de infecções hospitalares por via aérea, destacam-se as portarias e regulamentos técnicos do Ministério da Saúde (ANVISA) como ferramentas essenciais para avaliação das condições da qualidade do ar e conseqüente providência de soluções cabíveis.

O controle adequado das condições higrotérmicas e da qualidade do ar está diretamente ligado à busca da prevenção da infecção nos ambientes de saúde, além de ser indispensável para o desenvolvimento das atividades do estabelecimento de saúde.

A NBR 7256:2005 – Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações, define que o controle das condições termo-higrotérmicas é necessário para, além de proporcionar condições gerais de conforto para os usuários dos serviços de saúde, manter condições ambientais favoráveis a tratamentos específicos, inibindo a proliferação de microorganismos (favorecida em alta umidade), e manter condições específicas de temperatura e ou umidade para operação de equipamentos especiais, devendo-se levar em consideração a temperatura, umidade relativa, direção e velocidade do ar, como variáveis de conforto.

A Resolução nº09 de 16 de Janeiro de 2003 (ANVISA, 2003) traz orientações técnicas sobre “Padrões Referenciais da qualidade do ar de interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo”, com informações que auxiliam

a avaliação da qualidade do ar de edifícios, com climatização artificial, definindo valores máximos recomendáveis para a contaminação biológica e química, bem como parâmetros físicos do ar interior. Esta apresenta descrição de métodos analíticos para avaliação e controle da qualidade de ar referente à concentração de fungos, concentração de dióxido de carbono, aerodispersóides (poeira total) e a características físicas (temperatura, umidade e velocidade do ar) respectivamente através das normas técnicas 001, 002, 003 e 004 anexas.

A qualidade do ar interna das edificações de saúde pode ser prejudicada também por fatores externos presentes no seu entorno. Diante da poluição do ar externa derivada do tráfego de veículos que se constitui num dos mais graves problemas da degradação da qualidade do ar das áreas urbanas, a determinação da concentração de gases veiculares na malha viária torna-se essencial para a avaliação da qualidade do ar interna de edificações de saúde.

A metodologia para identificar espacialmente os níveis de emissão de gases derivados dos veículos automotores nas áreas urbanas, desenvolvida por Taco (2006) utilizando os fluxos de tráfego e valores referenciais de emissão veicular de gases de veículos automotores leves de ciclo Otto (CO, NOx) em reais condições de operação, obtidos por Filizola (2005), possibilita a criação de cenários dos níveis de emissão veicular nas principais vias do sistema viário, identificando os locais mais críticos.

A identificação dos níveis de emissão de gases através da metodologia desenvolvida por Taco (2006) considera como variáveis principais, os fluxos de veículos nas vias e valores referenciais de emissão veicular do Brasil, desenvolvidos por Filizola (2005), que são válidos apenas para veículos leves à gasolina com três variações relacionadas à idade da frota: cenário otimista, normal e pessimista (TABELA 03). Assim a aplicação dos fatores de emissão à proporção do volume total obtido no ponto de contagem do fluxo de veículos, na via em estudo, em função da categoria veicular, tipo de combustível e idade, estabelecidas por Filizola (2005), determina a quantidade de poluentes (CO, CO₂, NOx e HC) emitidos na via.

TABELA 03 - Valores referenciais de emissão de gases para veículos leves do ciclo Otto

CENÁRIO	CO (g/km)	CO ₂ (g/km)	NO _x (g/km)	HC(g/km)
Cenário otimista	1,16	70,27	0,10	3,39
Cenário normal	2,00	112,36	0,21	4,54
Cenário pessimista	2,83	154,45	0,32	5,69

Fonte: Filizola, 2005

O alcance das melhores condições de temperatura, umidade e qualidade do ar dos ambientes dos estabelecimentos de saúde por meio de ventilação e exaustão diretas pode ter como parâmetro o principal índice aplicável às condições brasileiras, que corresponde à adaptação da Carta Bioclimática de Givoni, concebida em 1969, resultado da correção de algumas limitações do diagrama bioclimático de Olgyay (1998).

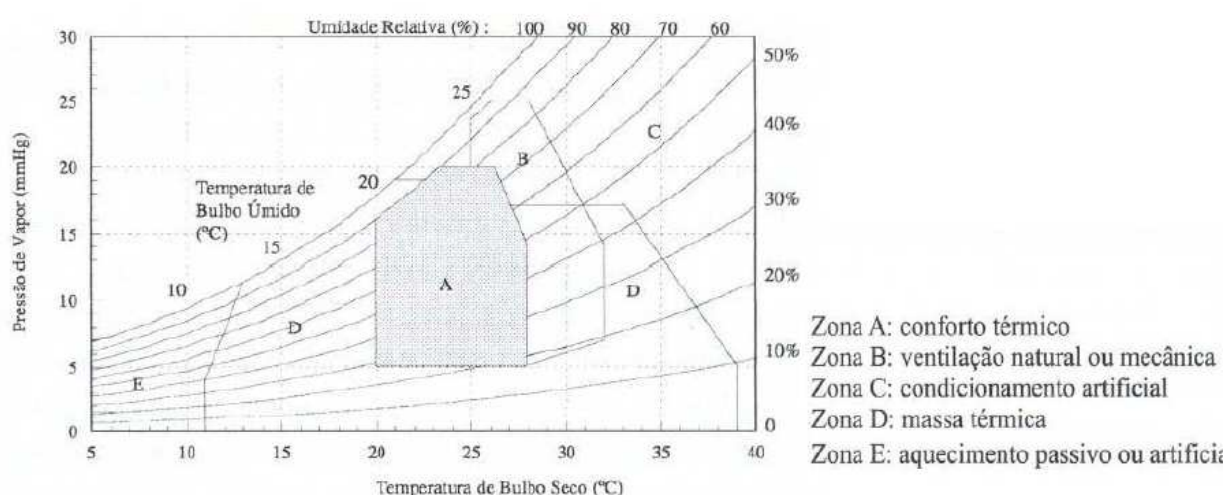


FIGURA 11 - Carta bioclimática de Givoni

Fonte: Almeida, 2006.

Adaptada às zonas bioclimáticas brasileiras e às suas respectivas condições climáticas pelo projeto 02:135.07-001/3 – Desempenho Térmico das Edificações, as cartas bioclimáticas brasileiras, apresentam as normais climatológicas das cidades e diretrizes projetuais, registrando-se e classificando assim localidades do território brasileiro, considerando-se parâmetros e condições de conforto para a formulação de diretrizes construtivas e para o estabelecimento das estratégias de condicionamento térmico passivo. Através de dados sobre as variáveis microclimáticas referentes à temperatura e umidade do entorno do EUS pode-se identificar em que zonas de conforto se encontra seu ambiente interno.

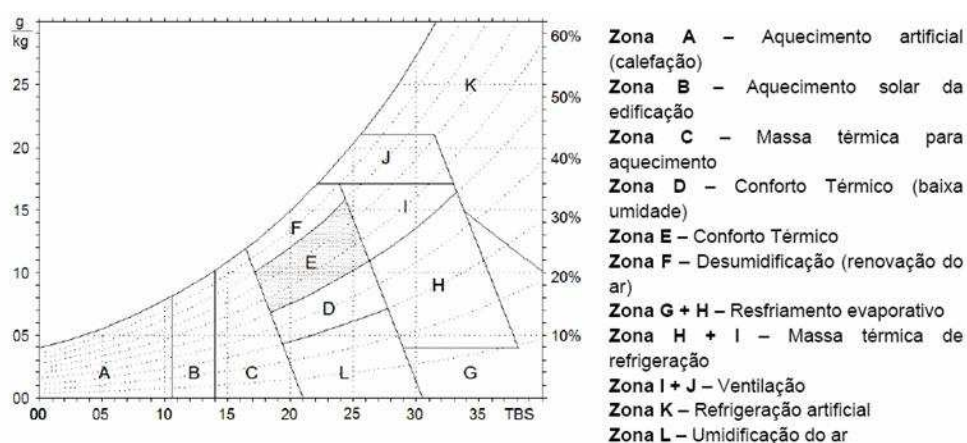


FIGURA 12 - Carta bioclimática adaptada para zona bioclimática 8
Fonte: ABNT, 2005.

2.4.2 Conforto acústico

O conforto acústico do EUS segue os princípios gerais para isolar as pessoas de fontes de ruído, sobretudo de ruídos externos, conforme os limites e níveis estabelecidos por normas brasileiras e internacionais. A RDC nº 50 classifica os ambientes em grupos de sistemas de controle acústico conforme demandas específicas funcionais, características dos usuários, tipos de atividades ou ainda equipamentos neles localizados.

As condições de conforto acústico para os EUS seguem os parâmetros da NBR 10.152/1987 – Nível de Ruído para Conforto Acústico, que estabelece os níveis de ruído aceitáveis para diferentes atividades compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos, podendo ser quantificado por medidor do nível de pressão sonora através dos procedimentos da NBR 10.151/2000 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o Conforto da Comunidade. Os limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente e para ruídos de impacto são definidos pela Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalho - NR 15, e podem ser quantificados por meio de instrumento de pressão sonora – Dosímetro. O ruído contínuo e intermitente são quantificados através de procedimentos da norma técnica NHT-09 - Norma para avaliação de exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitentes, por dosímetros, de 1986 da FUNDACENTRO, substituída a partir de 2001 pela NHO 01 – Norma de higiene ocupacional, que a engloba juntamente com a HHT – 06 R/E – 1985: norma para avaliação da exposição ocupacional ao

ruído contínuo ou intermitente em fase experimental e a NHT – 07 R/E – 1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído de impacto.

Conforme a NBR-10152/1987, em ambientes hospitalares, os níveis devem variar entre 35 e 55 dB (A), encontrando-se entre as curvas NC30 e NC50 (Tabela 14), onde o valor inferior representa o nível sonoro para conforto, e o valor superior o nível sonoro aceitável para o ambiente. Níveis superiores aos estabelecidos são considerados de desconforto, ainda que sem necessariamente implicar em risco de danos à saúde.

TABELA 04 - Níveis sonoros para conforto.

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamento, enfermarias	35 - 45	30 - 40
Berçários, Centros cirúrgicos		
Laboratórios, áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50

Fonte: NBR 10.152/1987

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a partir de 55 decibéis, o ruído ambiental começa a ter efeitos negativos sobre os humanos. O valor se situa entre o provocado por uma tempestade (50 decibéis) e uma conversa entre duas pessoas (60). Segundo a OMS os efeitos mais importantes da exposição ao ruído em hospitais é a perturbação do sono, incômodo e interferência na comunicação. Desta forma, a entidade recomenda que o nível máximo interior no período noturno não pode ultrapassar 40 dB (A), observando-se que tanto para o período noturno como diurno o valor de Leq interior indicado é de 30 dB (A), vendo-se que em ambientes de tratamento e de recuperação de pacientes, os quais apresentam menor habilidade para enfrentar o estresse, o valor do nível máximo não pode ser maior do que 35 dB (A) (Leq), observando-se cuidado maior em unidades de terapia intensiva e centros cirúrgicos.

Os ruídos existentes em um ambiente interno podem ser decorrentes de atividades externas ou de atividades internas à edificação. As fontes de ruído determinam conjuntamente um nível sonoro mínimo nos ambientes internos e externos que é denominado ruído de fundo, que pode corresponder a ruído gerado

por atividades internas ao ambiente ou proveniente de atividades externas, sendo elas urbanas ou ocorridas no ambiente vizinho.

TABELA 05 - Intensidade sonora de algumas fontes de ruído e suas conseqüências

Fonte de ruído	Intensidade sonora dB (A)	Características orgânicas
Avião a jato a 5m	130 – 140	Acima do limiar da dor, produzindo surdez permanente.
Discoteca Martelo pneumático a 5m Impressora de jornal a 5m Buzina de automóvel	110 – 130	Desconfortavelmente alto, atingindo o limiar da dor e, muitas vezes, surdez instantânea.
Caminhão carregado a 5m Motor sem silenciador Motosserra a 5m Betoneira a 5m	90 – 110	Extremamente excitante, provocando dependência.
Despertador a 1m Televisão a 2m Maquina de lavar roupa a 1m	70 – 90	Estressante e bastante excitante
Tráfego ouvido no interior das habitações Conversação a 5m	50 – 70	Aceitável, mas marca o início do estresse auditivo
Ambiente calmo	30 – 50	Confortável
Vento suave Cochicho no ouvido Balançar das folhagens	10 – 30	Silencioso
	0	Teoricamente, o início da capacidade de audição.

Fonte: Barros, 2001 apud Almeida *et al.*, 2006

2.5 A avaliação da eficiência energética do equipamento urbano de saúde

Apesar de alguns estudos nacionais sobre a avaliação de edificações habitacionais, a ausência de regulamentações no Brasil tem estimulado a iniciativa de estudo e escolha de métodos e parâmetros internacionais mais adequados à realidade local diante da consideração dos problemas, limitações e entraves no tocante à eficiência energética das edificações, sobretudo de edificações de saúde. No entanto, a aprovação recente do Regulamento Técnico da Qualidade para

Eficiência Energética dos Edifícios de Serviços, Comerciais e Públicos, pelo Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade industrial (INMETRO), através da portaria nº 53 de 27 de Fevereiro de 2009, pode representar a primeira iniciativa bem sucedida para a definição de parâmetros de avaliação adaptáveis à realidade brasileira.

Segundo o regulamento, incluem-se como comerciais e de serviços os edifícios públicos e/ou privados, usados com finalidade que não a residencial e industrial, sendo considerados: escolas; instituições ou associações de diversos tipos, incluindo prática de esportes; tratamento de saúde de animais ou humanos, tais como hospitais, postos de saúde e clínicas; vendas de mercadorias em geral; prestação de serviços; bancos; diversão; preparação e venda de alimentos; escritórios e edifícios empresariais, de uso de entidades, instituições ou organizações públicas municipais, estaduais e federais, incluindo sedes de empresas ou indústrias, desde que não haja a atividade de produção nesta última; edifícios destinados à hospedagem, sejam eles hotéis, motéis, resorts, pousadas ou similares.

O regulamento especifica requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação, quanto à eficiência energética, para edificações com área total útil mínima de 500 m² e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV, incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados. Este segue um sistema de etiquetagem onde a concessão da etiqueta poderá ser realizada nas fases de projeto de nova edificação ou em edificação existente sendo de caráter voluntário para edificações novas e existentes e passando a ter caráter obrigatório para edificações novas em prazo a definir.

A etiquetagem de eficiência energética dos edifícios contempla os requisitos relativos ao desempenho da envoltória, à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação e à eficiência do sistema de condicionamento de ar, onde para cada requisito são atribuídos níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Parcelas dos edifícios, submetidos a tal regulamento, podem ter os requisitos avaliados, porém separadamente, recebendo uma classificação parcial do nível de eficiência referente a cada um. Para classificação da envoltória, o nível de eficiência energética deve ser estabelecido para a edificação completa enquanto que para

classificação do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas.

A classificação final do edifício resulta da classificação dos requisitos avaliados, para os quais são atribuídos pesos em equação final, que tem como produto um equivalente numérico referente ao nível de eficiência que varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente), apresentada na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.

Além da proposta de classificação do nível eficiência de edificações o regulamento proposto pode servir de parâmetro para a concepção de edificações de saúde mais eficientes, baseada nos requisitos básicos abordados que envolvem as questões de climatização e iluminação artificiais, assim como a configuração da envoltória.

CAPÍTULO III - METODOLOGIA

Baseado na observação direta e levantamento de dados da situação real do objeto de estudo e na utilização de experimentos envolvendo análise e compreensão dos principais condicionantes para avaliação da eficiência energética do equipamento de saúde, o trabalho foi desenvolvido em oito etapas metodológicas que seguem:

Etapla 1: Caracterização do objeto de estudo, que se dividiu em três fases:

Fase 1: Levantamento físico da edificação através de jogos de plantas de arquitetura e visitas “in situ”, e atualização das mesmas. Na sequência analisou-se a inserção da edificação na malha urbana do bairro, considerando-se a malha viária local e os elementos tridimensionais que pudessem interferir nas condições de ventilação e insolação (sombreamento), através de plantas da cidade cedidas pela Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP).

Fase 2: De posse das informações resultantes da fase 1 procedeu-se a caracterização da edificação através de levantamento dos equipamentos elétricos dos sistemas de iluminação e climatização artificial com o objetivo de conhecer e avaliar seus consumos energéticos.

Fase 3: Sistematização e análise dos resultados obtidos das fases 1 e 2.

Etapla 2: Levantamento da variáveis microclimáticas internas e externas, que se dividiu em três fases:

Fase 1: Seleção dos pontos nos quais foram instalados instrumentos para medição de temperaturas/umidades, velocidades do ar/ direções. Internamente à edificação foram instaladas estações climatológicas portáteis da marca La Crosse, modelo WS-230W (ANEXO E1), nos pontos E1 (recepção principal) e E2 (circulação da unidade de internação⁰¹) (ANEXO A1 e A2), ambos livres da interferência de climatização artificial, adotando-se ainda os mesmos pontos para medição da velocidade interna média do ar através de anemômetro de fio quente da marca

AIRFLOW, modelo TA2 ANEMOMETER-THERMOMETER (ANEXO E7). Externamente foi instalada uma estação climatológica da mesma marca e modelo, no ponto E3 localizado à frente da fachada principal da edificação, que mediu simultaneamente as mesmas variáveis climáticas internas.

Fase 2: Medição da velocidade média do vento nos pontos interno E1 e E2 através de anemômetro de fio quente 3 vezes ao dia, nos horários de 8h00min, 14h00min e 20h00min, durante os períodos de inverno (22 de Julho a 04 de Setembro) e Verão (12 de Dezembro a 20 de Janeiro)

Fase 3: Coleta dos dados registrados, de hora em hora, nos períodos de Verão e de Inverno, 22 de julho a 04 de setembro e 12 de dezembro a 20 de janeiro, a fim de investigar as condições internas térmicas da edificação.

Fase 4: Identificação dos níveis de aclaramento útil referentes aos elementos tridimensionais do entorno através do método de Pleijel (1945), visando analisar a disponibilidade de luz natural interna.

Etapa 3: Identificação da concentração de gases veiculares, cuja divisão deu-se em 3 fases:

Fase 1: Delimitação da avenida Rui Barbosa devido suas características mais relevantes em relação ao fluxo veicular e a sua posição diante do objeto de estudo, seguida da caracterização da frota veicular de João Pessoa, baseado em dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), a fim de verificar a sua aplicabilidade à metodologia de Taco (2006).

Fase 2: Levantamento dos dados de fluxo de veículos, referentes à caracterização, comportamento do tráfego, variação temporal e volume através de contagem volumétrica manual na via delimitada (APÊNDICE A), em dia da semana e mês do ano típicos (quarta-feira do mês de Março de 2009), no período das 06:00 às 20:00 horas, com volume quantificado e categorizado em intervalos de 15 minutos, expressos em tabelas e gráficos.

Fase 3: Cálculo da concentração de poluentes baseado nos fatores de emissão determinados por Filizola (2005), através da Equação 06:

$$E_{ijt} = FE_i \times N_{jt} \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

E_{ijt} : quantidade emitida do poluente i , durante o período de tempo t de estudo de uma determinada via delimitada;

FE_i : fator de emissão (g/km) do poluente i ;

N_{jt} : fluxo de veículos na via ou ponto de contagem j , em um período de tempo t expresso em veículo/h.

Etapa 4: Medição de níveis de ruído interna e externamente à edificação, dividida em duas fases:

Fase 1: Seleção dos pontos de medição de ruído. Externamente em ponto RE, situado no passeio público da avenida Rui Barbosa em frente ao Hospital. Internamente, em ponto RI que corresponde a apartamento de internação, voltado para mesma avenida, a fim de analisar as interferências do ruído gerado pelo tráfego de veículos internamente ao HMSF (ANEXO A1 e A3).

Fase 2: Medição de ruído por meio de instrumento de pressão sonora – Áudio Dosímetro, da marca INSTRUTHERM, modelo DOS-450, seguindo-se os procedimentos da NHT-09 - Norma para avaliação de exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitentes, por dosímetros, de 1986 da FUNDACENTRO, com doses de quinze minutos que simulam a exposição ocupacional referente a 8h00min de trabalho, realizada durante o horário de pico de fluxo veicular, identificado na Fase 2 da Etapa 3, em dia típico no meio da semana (quarta-feira) do mês de março de 2009, a fim de comparar os resultados obtidos com os parâmetros da NR 15. (ANEXO C1)

Fase 3: Medição de ruído por meio de decibelímetro da marca MINIPA, modelo MSL1351C (ANEXO E2), de acordo com os procedimentos da NBR 10.151/2000, realizada durante o horário de pico de fluxo veicular, identificado na Fase 2 da Etapa 3, em dia típico no meio da semana (quarta-feira) a fim de

comparar os resultados obtidos com os parâmetros de conforto da NBR-10152/1987 (ANEXO C2).

Etapas 5: Análise da qualidade interna do ar e em ponto externo de referência, dividida em duas fases:

Fase 1: Seleção dos pontos de coleta das amostras, escolhidos em locais de permanência transitória ou constante de pacientes, que corresponderam ao ponto Qe (externo em frente da fachada principal), aos pontos internos Qi1 (Recepção), Qi2 (Circulação de acesso ao Centro cirúrgico ambulatorial e à hemodiálise), Qi3 (hall do elevador/térreo), Qi4 (Circulação da internação - Pav1) e Qi5 (apartamento de internação frontal) (ANEXOS A1, A2 e A3).

Fase 2: Medição da qualidade do ar interna, através de coleta de uma amostra de ar por ponto definido na fase 1, a fim de analisar as condições físicas (temperatura, umidade e ventilação), microbiológicas e químicas, através de leitura direta em triplicata de acordo com equipamentos (ANEXO E6) e metodologias das normas técnicas 002 e 003 da RE/ANVISA nº 09 de 16/01/03 (ANEXO B).

Etapas 6: Aplicação do Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética dos edifícios de serviços, comerciais e públicos, anexo da portaria INMETRO nº 53/09, seguindo seus métodos e requisitos, estando dividida em 4 fases:

Fase 1: Avaliação do nível de eficiência da envoltória, através da análise dos requisitos específicos referentes à transmitância (U) e absorptância térmica (α) das coberturas e paredes e dos limites dos intervalos dos níveis de eficiência. Os últimos obtidos por meio do Índice de consumo da envoltória (ICenv), com dados do objeto de estudo, e dos Índices de consumo máximo e mínimo, IC_{máx} e IC_{mín}, com parâmetros fixos propostos, calculados através da Equação 02, aplicada para edificações com área de projeção de cobertura maior que 500 m² pertencentes à zona bioclimática 8, caso do objeto de estudo, e por meio da equação 02 e dos parâmetros que seguem:

$$IC(env) = -160,36.FA + 1277,29.FF - 19,21.PAFt + 2,95.FS - 0,36.AVS - 0,16.AHS + 290,25.FF.PAFt + 0,01.PAFt.AVS.AHS - 120,58 \quad (\text{Equação 02})$$

Onde:

IC: Indicador de Consumo (adimensional);

Ape: Área de projeção da edificação (m²);

Atot: Área total de piso (m²);

Aenv: Área da envoltória (m²);

AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento, entre 0° e 45° (graus);

AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento, entre 0° e 45° (graus);

FF: (Aenv/ Vtot), Fator de Forma;

FA: (Apcob/ Atot), Fator Altura;

FS: Fator Solar,

PAFt: Percentual de Abertura na Fachada total (adimensional, para uso na equação);

Vtot: Volume total da edificação (m³).

TABELA 06 - Parâmetros do ICmáxD

PAFt	FS	AVS	AHS
0,60	0,61	0	0

Fonte: INMETRO, 2009

TABELA 07 - Parâmetros do ICmín

PAFt	FS	AVS	AHS
0,05	0,87	0	0

Fonte: INMETRO, 2009

$$i = \frac{(ICmáxD - ICmín)}{4}$$

(Equação 03)

TABELA 08 - Limites dos intervalos dos níveis de eficiência

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim Mín	-	ICmáxD - 3i +0,01	ICmáxD - 2i +0,01	ICmáxD - i+0,01	ICmáxD+0,01
Lim Max	ICmáxD - 3i	ICmáxD - 2i	ICmáxD - i	ICmáxD	-

Fonte: INMETRO, 2009

Fase 2 - Avaliação do nível de eficiência do sistema de iluminação, através da classificação dos ambientes em função dos limites de densidade de potência instalada relativa limite (DPIrl) e final (DPIrf), de acordo com o índice de ambiente do

recinto, estabelecidos na TABELA 09, por meio dos cálculos da iluminância no final da vida útil do sistema de iluminação (24 meses, utilizando coeficiente de manutenção de 0,80), considerando-se o número de conjuntos de lâmpada/luminária/reator de todos os ambientes da edificação, levantados na Etapa 1, e da densidade de potência instalada final, em W/m² por 100 lux de iluminância no final da vida útil do sistema de iluminação existente nos ambientes, de acordo com as equações 04, 05 e 06 (APÊNDICE C).

TABELA 09 - Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação relativa (DPIrl) em cada nível de eficiência

Índice de ambiente K	DPIrl W/m ² /100lux NÍVEL A	DPIrl W/m ² /100lux NÍVEL B	DPIrl W/m ² /100lux NÍVEL C	DPIrl W/m ² /100lux NÍVEL D
0,60	2,84	4,77	5,37	6,92
0,80	2,50	3,86	4,32	5,57
1,00	2,27	3,38	3,77	4,86
1,25	2,12	3,00	3,34	4,31
1,50	1,95	2,75	3,00	3,90
2,00	1,88	2,53	2,77	3,57
2,50	1,83	2,38	2,57	3,31
3,00	1,76	2,27	2,46	3,17
4,00	1,73	2,16	2,33	3,00
5,00	1,71	2,09	2,24	2,89

Fonte: INMETRO, 2009

$$K = C.L / h(C + L)$$

(Equação 04)

Onde:

K : índice de ambiente (adimensional);

C : comprimento total do ambiente (m);

L : largura total do ambiente (m);

h : altura média entre a superfície de trabalho e o plano das luminárias no teto.

$$E = Z . N . \varphi . Fu . Bf . Fd / A$$

(Equação 05)

Onde:

Z: quantidade de lâmpadas por luminária;

N: quantidade de luminárias;

ϕ : Fluxo luminoso nominal de cada lâmpada;

Fu: Fator de utilização da luminária;

Fd: Fator de depreciação da luminária;

Bf: Fator de fluxo luminoso do reator.

$$DPIr = Pt / A.E \div 100$$

(Equação 06)

Onde:

PT: Potência total do conjunto lâmpadas + reatores. $PT = n. W / 1000$;

A: área do recinto;

E: iluminância do sistema de iluminação.

Fase 3 - A avaliação do nível de eficiência do sistema de climatização artificial deu-se a partir do levantamento dos equipamentos utilizados em cada ambiente, onde foram levantados marcas, modelos e pesquisadas suas especificações técnicas, principalmente referentes à capacidade de refrigeração e potência consumida, de modo a correlacioná-las à classe de eficiência energética em que se encontram, de acordo com as tabelas do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE/INMETRO), e ao consequente nível de eficiência energética, vendo-se que os equipamentos com Classe A fora dos requisitos específicos de sombreamento e ventilação foram considerados como de nível B (APÊNDICE D). Finalmente fez-se a média ponderada dos equivalentes numéricos referentes aos níveis de eficiência dos equipamentos identificados pela área total dos ambientes por eles atendidos, obtendo-se o nível de eficiência energética do sistema de climatização artificial.

Fase 4: Avaliação do nível de eficiência geral do edifício através do cálculo do número de pontos obtidos (PT), por meio da distribuição dos pesos estipulados para cada requisito (Envoltória = 30%, Sistema de Iluminação = 30%, Sistema de Condicionamento de Ar = 40%) e seus respectivos equivalentes numéricos obtidos nas fases 1, 2 e 3 (obtidos através da TABELA 10), de acordo com a Equação 07 e classificação constante da TABELA 11.

TABELA 10 - Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: INMETRO, 2009

$$P = 0,30 \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 (\text{EqNumDPI})$$

$$+ 0,40 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b_0^1$$

(Equação 07)

Onde:

EqNumEnv : equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI : equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla
DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA : equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: é o equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados
naturalmente

APT: área de piso de ambientes de permanência transitória não condicionados

ANC: área dos ambientes não condicionados de permanência prolongada

AC: área de piso dos ambientes condicionados;

Au: área útil.

TABELA 11 - Classificação geral da eficiência energética

PT	Classificação Final
≥4,5 a 5 A	A
≥3,5 a <4,5 B	B
≥2,5 a <3,5 C	C
≥1,5 a <2,5 D	D
<1,5 E	E

Fonte: INMETRO, 2009.

Etapla 7: Análise e discussão dos resultados obtidos.**Etapla 8: Conclusões.**

CAPÍTULO IV - UNIVERSO DE ESTUDO

O Hospital Memorial São Francisco, objeto de estudo deste trabalho, está localizado no bairro da Torre próximo à reserva florestal de 515 ha da mata do Buraquinho, região Nordeste da cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, que situada na porção Nordeste do Brasil, a 7°08' latitude Sul e 34°53' longitude Leste, possui área de 211km², contando com 674.762 habitantes, de acordo com os dados de 2007 do IBGE, distribuídos em seus 64 bairros (FIGURAS 13 e 14).

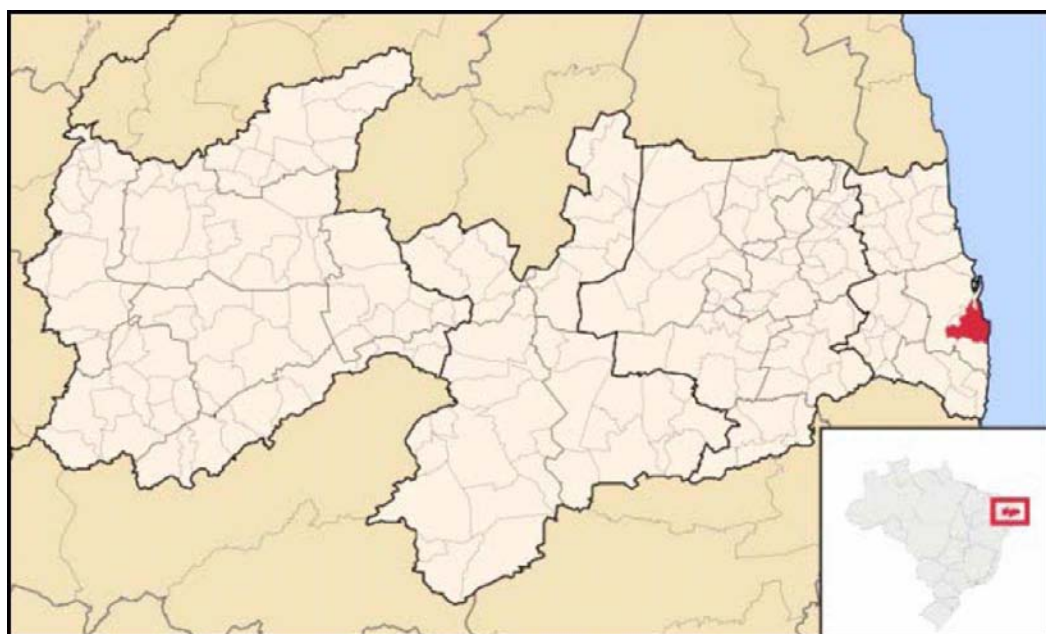


FIGURA 13 - Localização da cidade de João Pessoa no Estado da Paraíba
Fonte: <http://commons.wikimedia.org/>

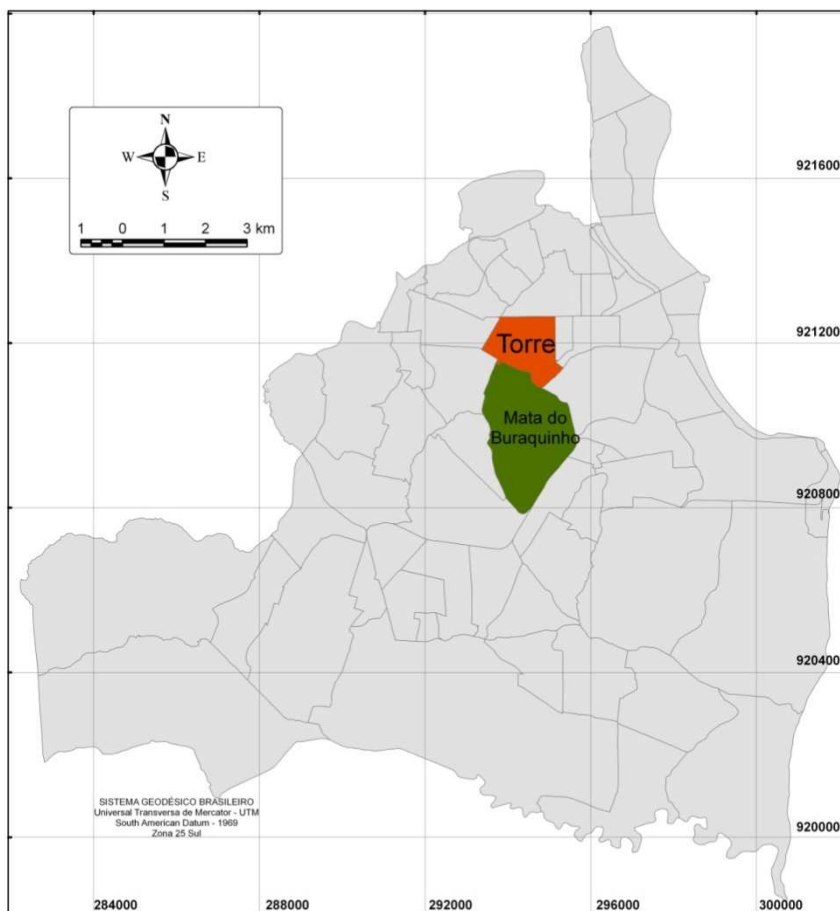


FIGURA 14: Mapa do município de João Pessoa.
Fonte: Mapa digital elaborado pela autora.

A cidade se configura com relevo formado predominantemente por formas planas, com altitudes médias de 37 metros, atingindo, nas cercanias do rio Mumbaba, sua cota máxima de 74 metros de altitude em relação ao nível do mar.

De acordo com o Projeto 02:135.07-001/3 – Desempenho Térmico das Edificações - Parte 3, a cidade de João Pessoa está localizada na Zona bioclimática Z8, possuindo carta bioclimática que destaca como estratégias a utilização de grandes e sombreadas aberturas para ventilação, parede e cobertura leve refletora, assim como a ventilação cruzada permanente, como principal estratégia de condicionamento térmico passivo.

O município de João Pessoa tem estações diferenciadas predominantemente pela ocorrência de chuvas, que delimitam o período de inverno, não pela variação de temperatura, que apresenta amplitude térmica baixa. A temperatura média da cidade varia entre 26,8°C no mês mais quente (Março) e 23, 6°C nos meses menos quentes (Julho e Agosto) (GRÁFICO 01). Todavia, observam-se temperaturas de ate 30,8°C no mês de Março e de 20,2°C no mês de Agosto (GRÁFICOS 02 e 03).

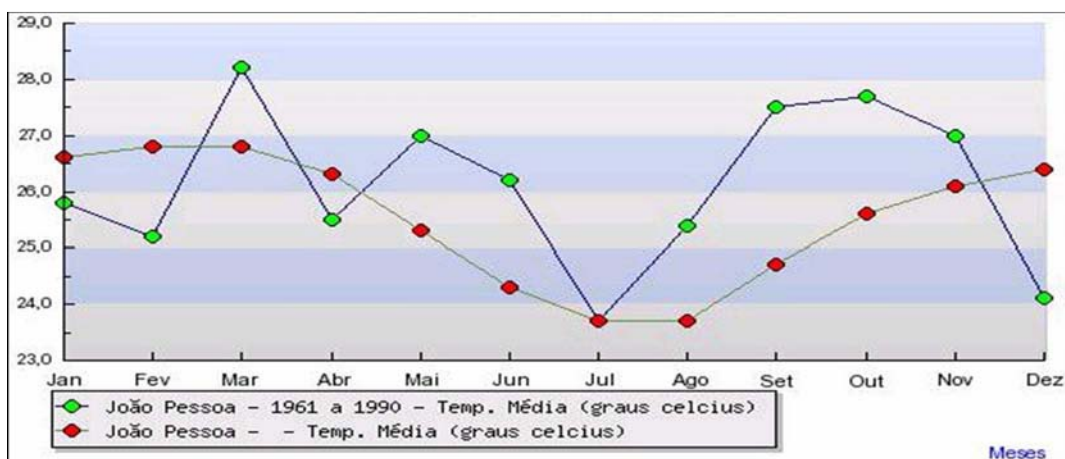


GRÁFICO 01 - Temperatura média anual João Pessoa

Fonte: INMET, 2008.

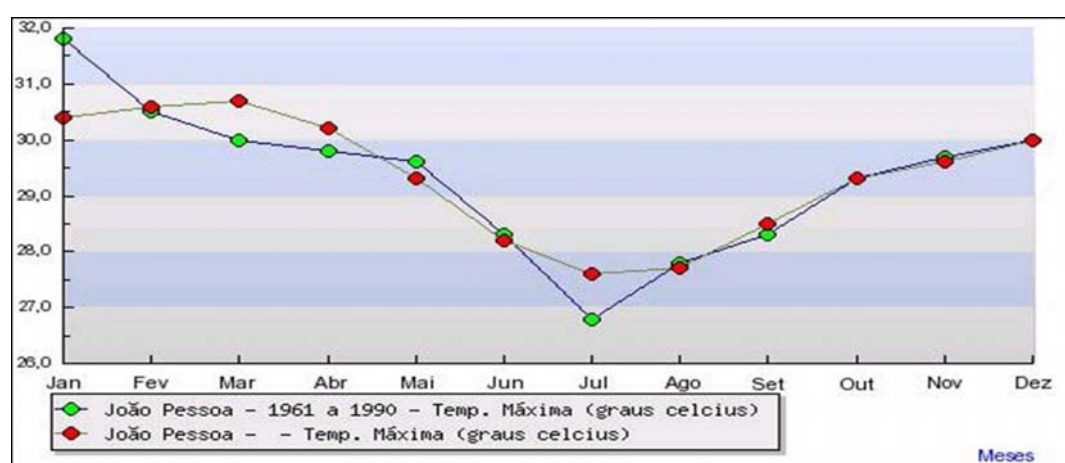


GRÁFICO 02 - Temperatura máxima anual no município de João Pessoa

Fonte: INMET, 2008.

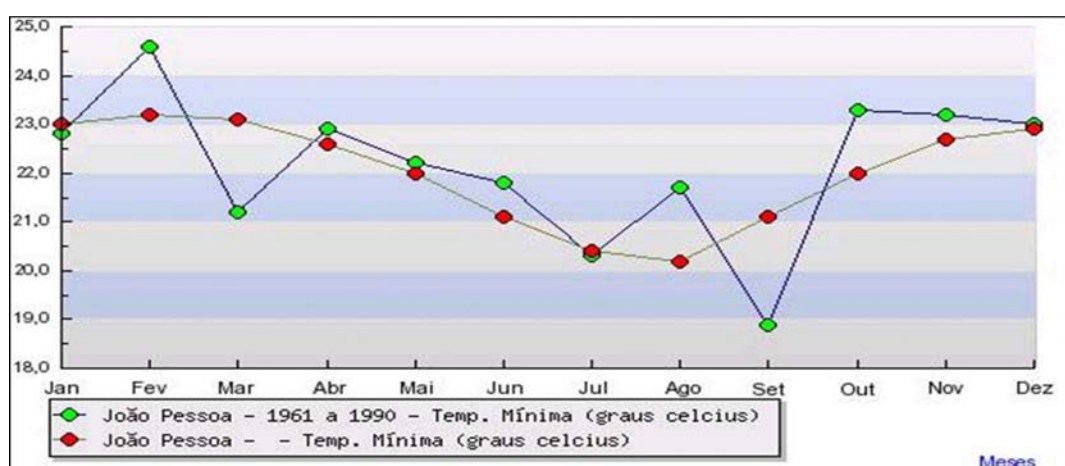


GRÁFICO 03 - Temperatura mínima anual no município de João Pessoa

Fonte: INMET, 2008.

O período de chuvas corresponde ao intervalo entre os meses de Abril e de Agosto. Em Junho, a precipitação alcança 400 mm (GRÁFICO 05) e a umidade

relativa do ar 84% (GRÁFICO 4). Janeiro é o mês menos úmido, mas é em Fevereiro e Novembro que há menor precipitação, apenas em torno dos 20 mm. A média anual de umidade relativa do ar é de 80%. Entre os meses de Maio e Julho, esse índice atinge o máximo, de 87%, correspondendo a “época das chuvas”. No período mais seco, reduz-se para 68%.

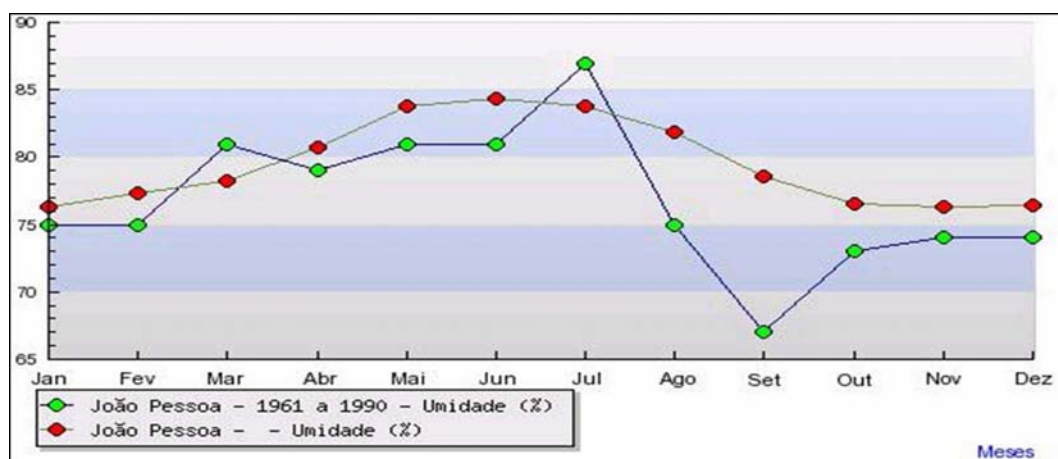


GRÁFICO 04 - Umidade anual no município de João Pessoa
Fonte: INMET, 2008.

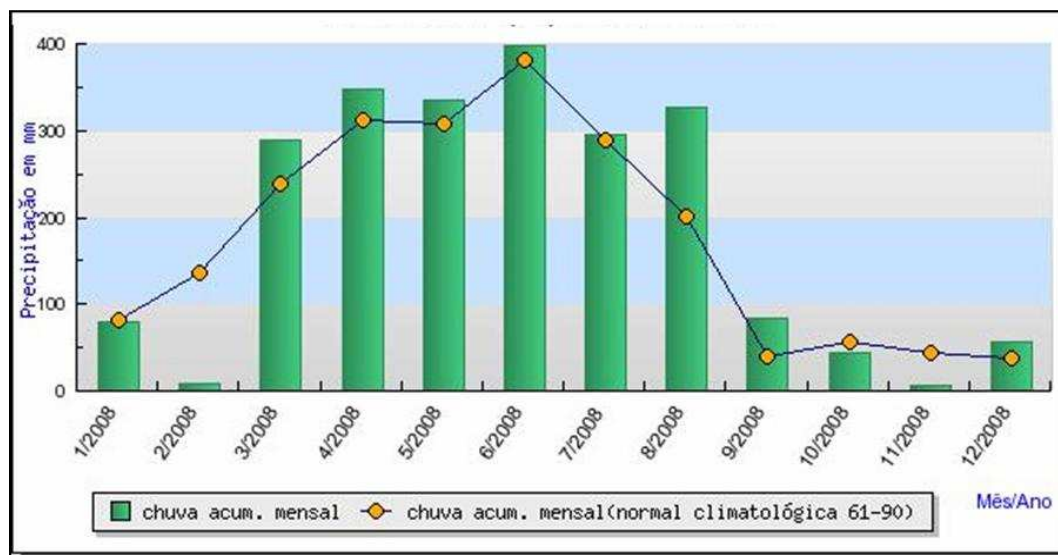


GRÁFICO 05 - Precipitação anual no município de João Pessoa
Fonte: INMET, 2008.

Observa-se ainda que a influência dos ventos marítimos torna a umidade relativa do ar da cidade elevada e a temperatura mais baixa.

O índice de insolação de João Pessoa é mais elevado entre os meses de Setembro e Janeiro, sendo que no mês de Novembro, ele pode alcançar 275 horas

de exposição à radiação solar. Entre Maio e Julho, ocorre a maior queda observando-se exposição solar média de 150 horas no mês de Julho.

O índice de nebulosidade, numa escala de 0 a 10, mostra a cidade com 4,0 a 6,5, correspondendo a uma grande e constante variação entre céu claro e encoberto (GRAFICO 06). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, a insolação total anual da cidade é de 2.591 horas, diante do total de aproximadamente 3000 horas de insolação em outras localidades na linha do Equador (TABELA 12).

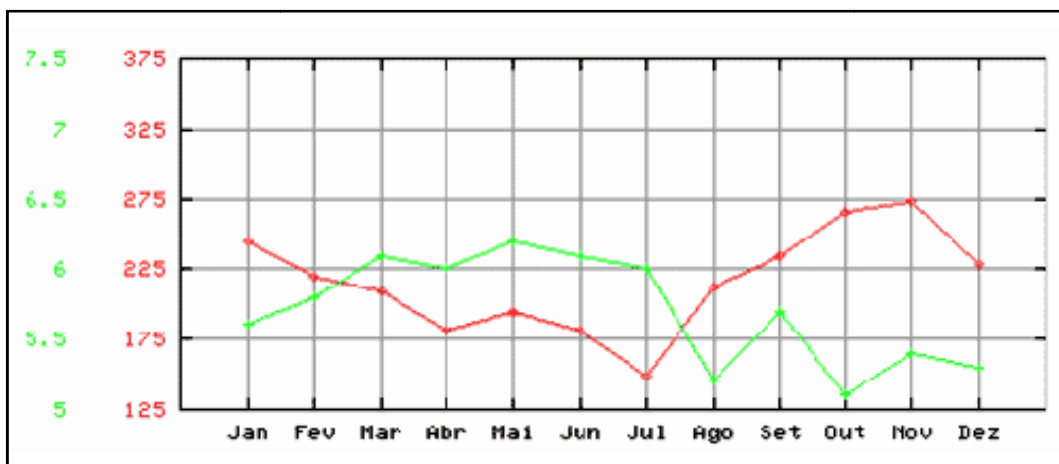


GRÁFICO 06 – Índices de Insolação e Nebulosidade.
Fonte: INMET, 2008.

TABELA 12 - Dados de clima

Estado: Paraíba				
Cidade: João Pessoa				
Latitude: 07° 06' S				
Longitude: 34° 52' W				
Altitude: 07 m				
Mês	Março	Junho	Setembro	Dezembro
Dados de Clima				
Média aritmética mensal de temperatura (°C)	28,2	26,2	27,5	24,1
Média mensal das temperaturas máximas diárias (°C)	30,0	28,3	28,3	30,0
Média mensal das temperaturas mínimas diárias (°C)	21,2	21,8	18,9	23,0
Temperatura máxima do mês – média max. e max. abs. (°C)	31,8	30,1	30,2	31,4
Temperatura mínima do mês – média min. e min. abs. (°C)	20,7	19,4	18,6	21,5

Média aritmética mensal da umidade relativa (%)	73	77	66	60
Total mensal de chuva caída – precipitação- (mm)	238	382	41	37
Nebulosidade (0-10)	6,0	5,0	3,0	4,0
Insolação mensal (horas)	209	181	235	229
Insolação anual (horas)	2.591			

Fonte: Ministério da Agricultura; INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

Considerando a ventilação predominante, a cidade recebe a influência, principalmente, dos ventos de Sudeste. De acordo com Silva (1999), os Atlas de vento do bairro do Bessa e do aeroporto Castro Pinto acusam que a frequência das ocorrências e sua distribuição em termos de direção e velocidade dos ventos concentram-se no quadrante Sudeste e apresentam uma grande dispersão nas outras orientações. Quanto às velocidades, estas variam no intervalo de 0m/s a 9m/s detectando-se uma velocidade média de 3,2 m/s para o Bessa e de 3,3 m/s para o aeroporto (ponto adotado como sendo o mais continental para o estudo citado).

CAPÍTULO V - O HOSPITAL MEMORIAL SÃO FRANCISCO

O Hospital Memorial São Francisco (HMSF) corresponde a um estabelecimento assistencial de saúde de médio porte, pertencente à rede privada, com especialidade cardiológica, que oferece serviços ambulatoriais, de pronto atendimento e de apoio ao diagnóstico, contando com um total de 70 leitos.

O HMSF está implantado com afastamentos reduzidos, em terreno com forma geométrica regular e área aproximada de 2.400 m², que se limita nas faces laterais e na posterior com lotes lindeiros, e na fachada frontal com a avenida Rui Barbosa, estando inserido, conforme o zoneamento de uso e ocupação do solo constante no Código de Urbanismo do Município de João Pessoa, na Zona Comercial de Bairro - ZB (FIGURA 15).



FIGURA 15 - Vista aérea do HMSF

O partido arquitetônico da edificação é do tipo monobloco vertical, com poucas aberturas, composto por quatro pavimentos e um subsolo (FIGURA 16).



FIGURA 16 - Fachada do HMSF

No térreo estão localizadas as unidades de pronto atendimento, hemodiálise, centro cirúrgico de pequeno porte (ambulatorial), ambulatório, serviço de nutrição e dietética (SND) e recepção principal, além de uma área de apoio ao diagnóstico, desativada na ocasião desta pesquisa. No primeiro pavimento está localizada a primeira unidade de internação e parte do apoio técnico, composta por farmácia, almoxarifado e central de esterilização. No segundo pavimento se encontram a segunda unidade de internação, o ambulatório (área de consultórios) e setor administrativo. No terceiro pavimento encontram-se a UTI e centro cirúrgico e área administrativa, desativada para reforma, na ocasião da pesquisa. No subsolo se encontram a lavanderia e o setor de manutenção e equipamentos (FIGURAS 17 a 21).

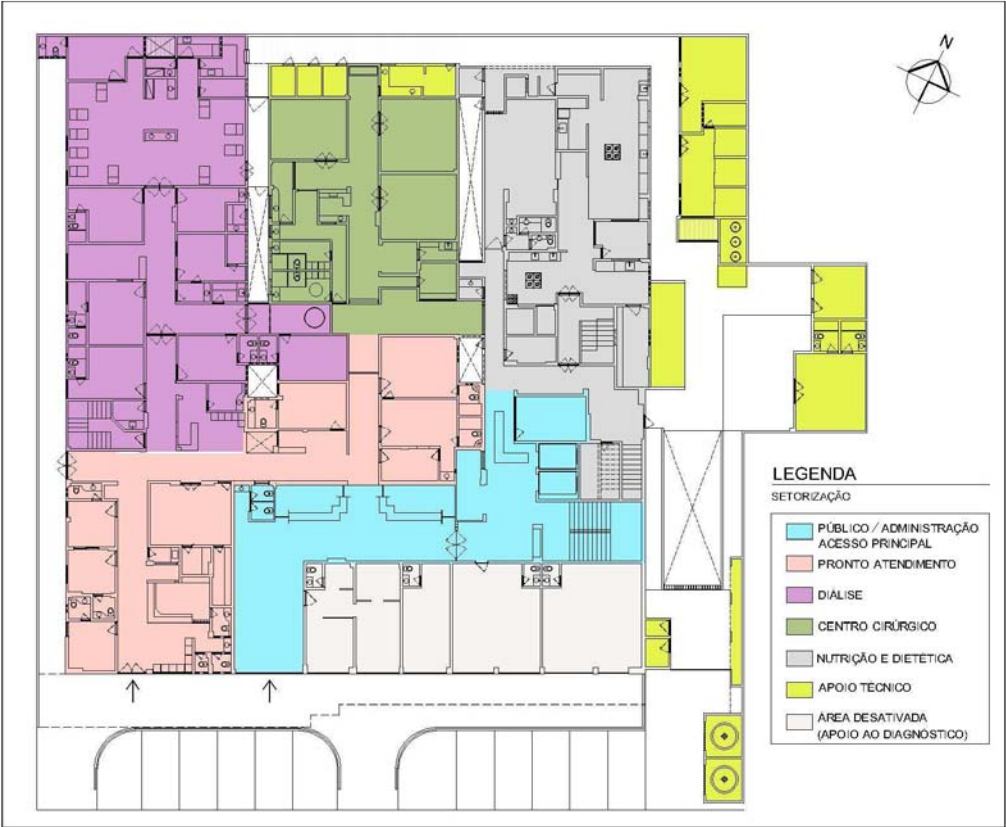


FIGURA 17 - Pavimento térreo do HMSF

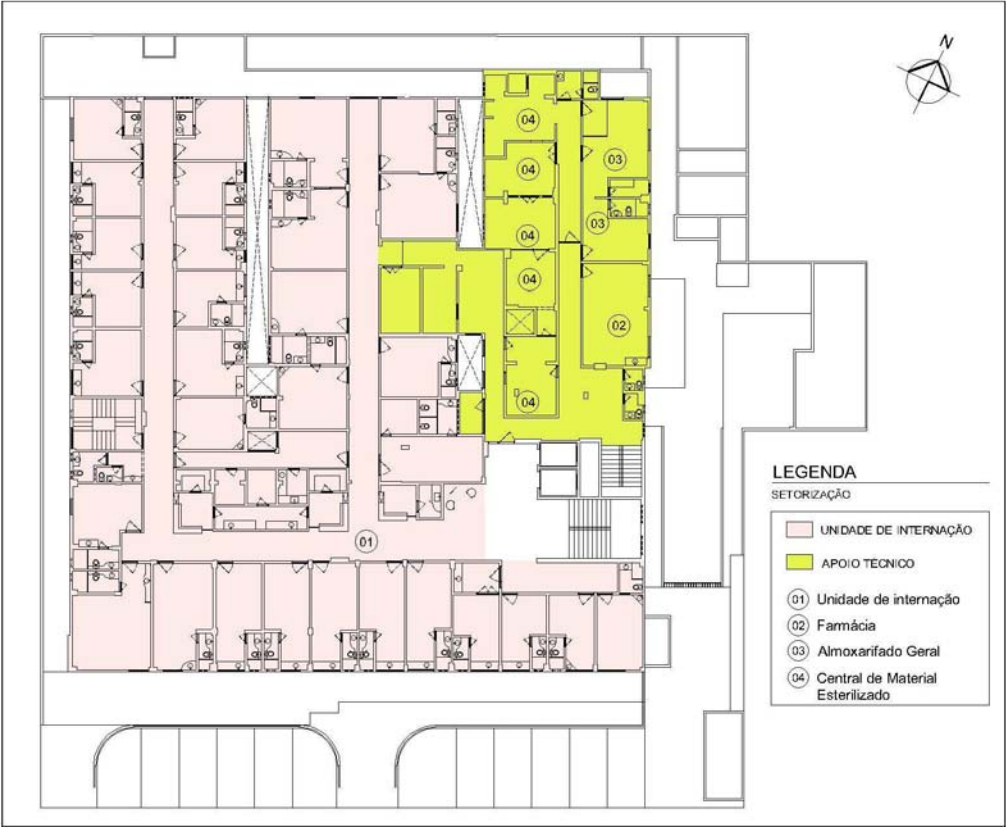


FIGURA 18 - Primeiro pavimento do HMSF



FIGURA 19 - Segundo pavimento do HMSF



FIGURA 20 - Terceiro pavimento do HMSF



FIGURA 21 - Subsolo do HMSF

A profundidade, em planta, dos pavimentos, exceto a do terceiro, e a conseqüente elevada quantidade de ambientes sem contato com o meio externo decorrentes do partido arquitetônico, exigem a utilização predominante do sistema de iluminação artificial, visto que poucos são os ambientes que podem ser favorecidos pela iluminação natural lateral e pela iluminação zenital.

As aberturas correspondem a janelas em alumínio e vidro, com películas protetoras, que em sua grande maioria permanecem fechadas na maior parte do tempo.

A climatização da edificação se dá por sistema artificial, com predomínio de uso de aparelhos compactos (de janela) e splits, não instalados apenas na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), onde se observa o sistema MultiSplit e na lavanderia que possui ventilação e exaustão mecânicas.

No entorno da edificação predominam o uso residencial unifamiliar, com edificações de único pavimento, seguido do comercial e de estabelecimentos de saúde, com gabaritos de dois a três pavimentos.

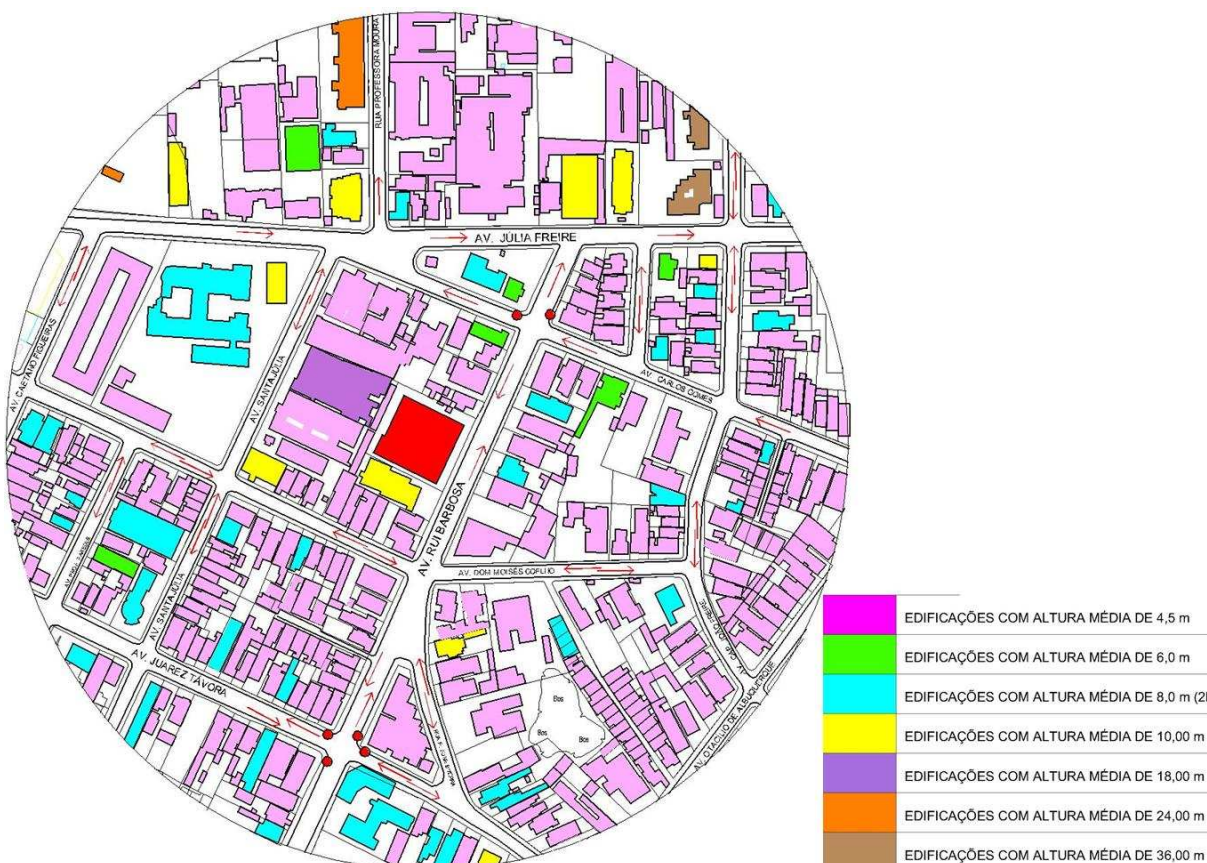


FIGURA 22 - Perfil do gabarito do entorno do HMSF

A malha viária junto a qual o hospital está inserido é composta por vias locais de mão dupla de médio fluxo, em maior número, seguida das vias coletoras com fluxos mais intensos, representadas pelas avenidas Carlos Gomes, Júlia de Freire, Juarez Távora e Rui Barbosa (FIGURA 23). Os fluxos mais intensos são identificados na avenida Juarez Távora, decorrente de atividades comerciais, e na avenida Rui Barbosa, com fluxo superior às já citadas, por ser uma das principais vias de ligação entre a avenida Beira Rio e avenida Eptácio Pessoa, com maiores fluxos por serem vias arteriais de ligação entre o centro e o litoral da cidade.



FIGURA 23 - Malha viária junto à qual se insere o HMSF

Na avenida Rui Barbosa, para onde está voltada a fachada principal da edificação, observa-se tráfego com velocidade média baixa, uma vez que a presença dos semáforos no cruzamento com a Juarez Távora e no cruzamento com avenida Carlos Gomes restringe o desenvolvimento de velocidades mais elevadas. Além disso, o fluxo constante e mais intenso em determinados horários do dia ocasiona congestionamentos na frente ao Hospital.

CAPÍTULO VI - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo-se do levantamento das características arquitetônicas da edificação, das variáveis microclimáticas, medidas “in loco”, e do entorno - elementos tridimensionais e malha viária urbana - analisaram-se e discutiram-se os resultados obtidos sobre as implicações da inserção do HMSF na malha urbana, no âmbito energético e de conforto térmico e acústico, a fim de avaliar sua eficiência energética.

A incidência direta da radiação solar nas fachadas conduz a soluções paliativas ineficientes, que se repetem em toda a edificação, como o uso de películas protetoras nas esquadrias de alumínio e vidro e a limitação de suas aberturas, situações que reduzem consideravelmente a disponibilidade de iluminação e ventilação natural, em ambientes com características favoráveis à utilização de sistemas naturais, visto que estes correspondem em sua maioria a apartamentos de internação e ambientes de apoio técnico e logístico.

O estudo do clima local e da análise do microclima relativo à área de implantação do equipamento de saúde, através do registro das variáveis microclimáticas no entorno imediato, ponto E3 (à frente da fachada frontal), assim como nos pontos internos E1 (recepção principal) e E2 (circulação da unidade de internação 1), identificados no ANEXO A, nos períodos verão e inverno possibilitou a identificação mais fiel dos dados na microesfera urbana na qual se insere o equipamento de saúde estudado, possibilitando a interpretação das relações entre as variáveis referentes a precipitações, temperatura, umidade e velocidade do vento, assim como entre estas e as condições de conforto térmico e qualidade do ar do HMSF.

Os índices de precipitação atingiram grandes valores (registrados) no período de medição de inverno, podendo-se observar índice de precipitação total de 170 mm, distribuídos quase que diariamente, identificando-se ausência de chuva em poucos dias, enquanto que no período de verão vê-se a ocorrência de baixos índices de precipitação, onde o total registrado em mm não chega a 60, observando-se maior espaçamento entre dias com ocorrência de chuvas (GRÁFICOS 07 a 10).

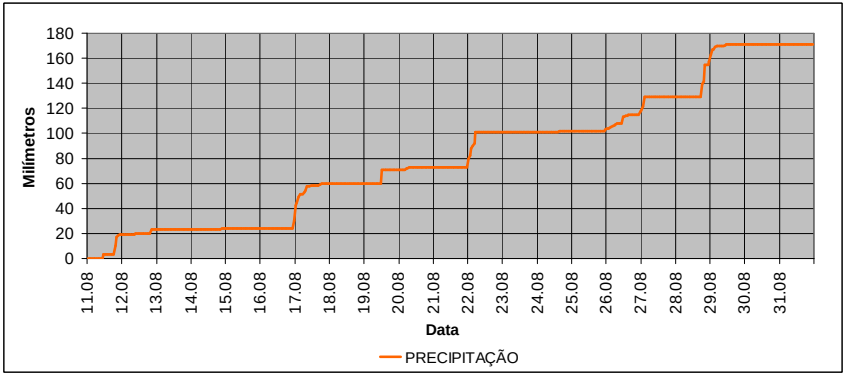


GRÁFICO 07 - Curva de precipitação total no período de inverno

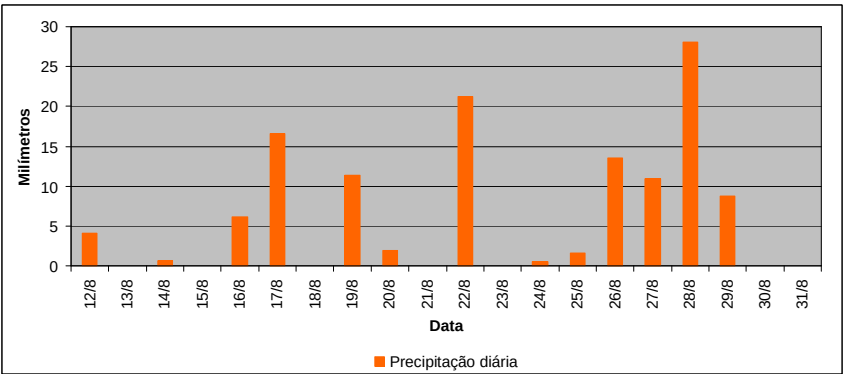


GRÁFICO 08 - Precipitação diária no período de inverno

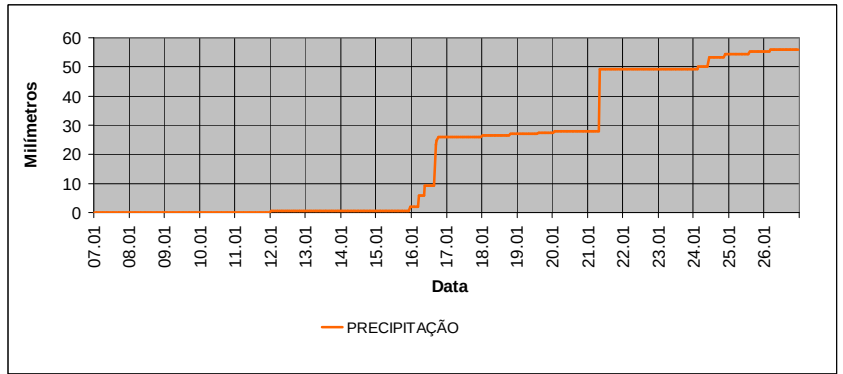


GRÁFICO 09 - Curva de precipitação total no período de verão

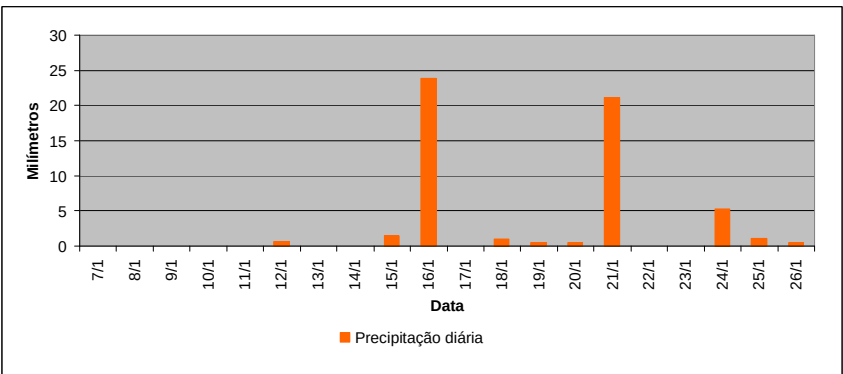


GRÁFICO 10 - Precipitação diária no período de verão

No Inverno, percebem-se nos pontos internos E1 e E2 temperaturas mais altas do que as do entorno no período da noite e da madrugada, observando-se, durante a maior parte da manhã e da tarde, temperaturas mais amenas do que as externas. No verão, observa-se comportamento semelhante, sendo que no ponto E2, têm-se temperaturas semelhantes à externa no período da noite e madrugada, indicando no comportamento das curvas de temperatura acúmulo de calor dentro da edificação (GRÁFICOS 11 e 12).

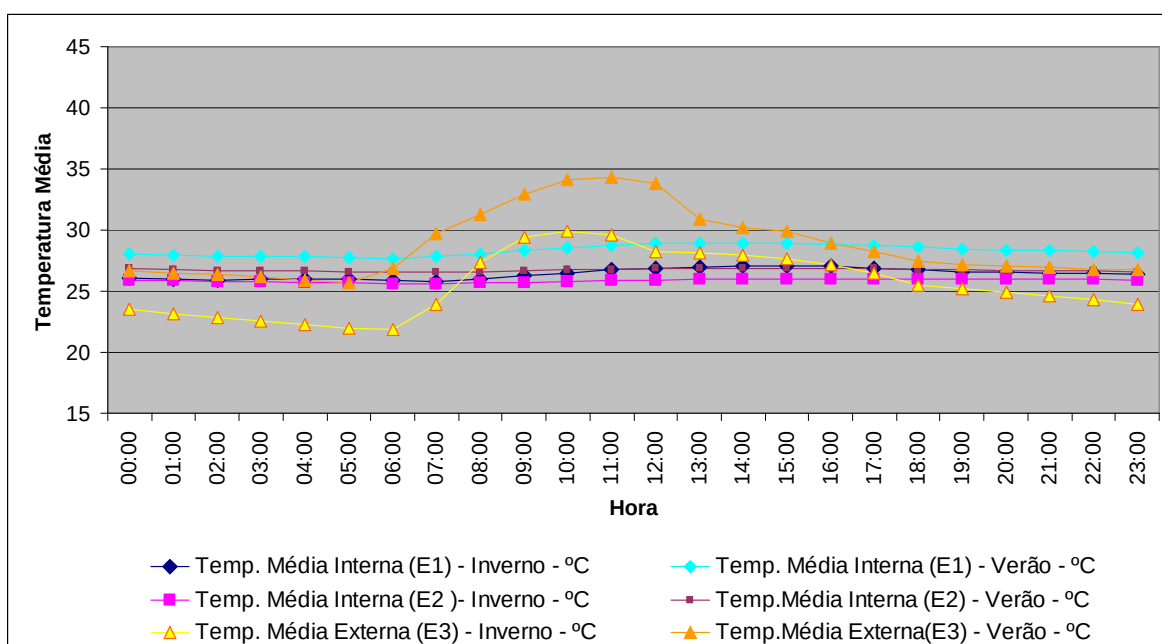


GRÁFICO 11 - Curva de variação de temperatura média nos pontos E1, E2 e E3 nos períodos de inverno e verão

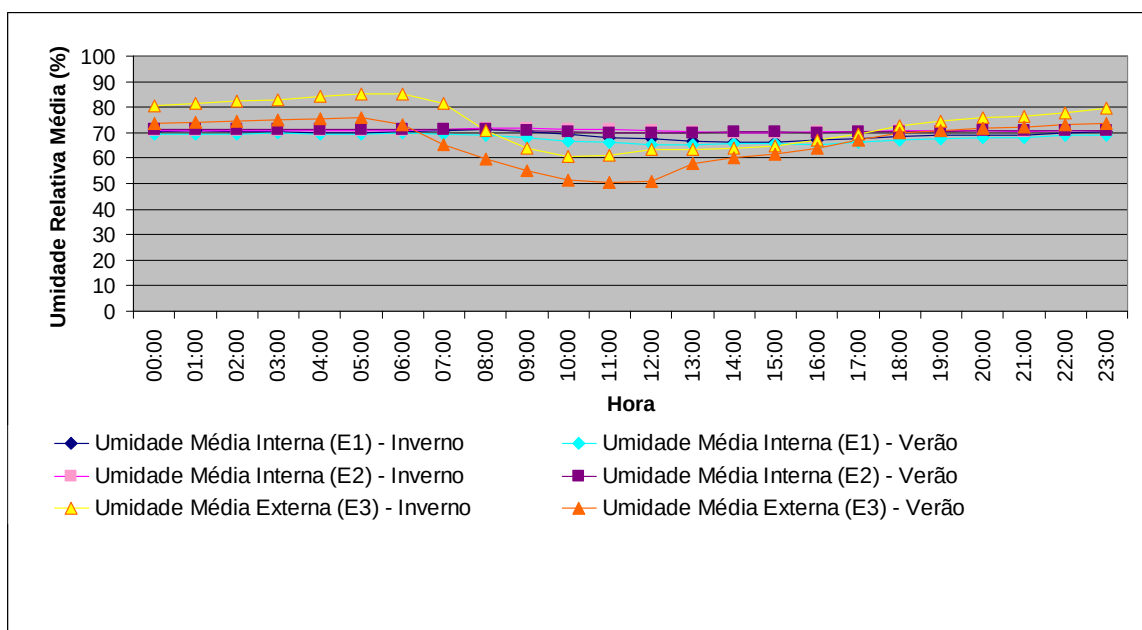


GRÁFICO 12 - Curva de variação de umidade relativa média nos pontos E1, E2 e E3 nos períodos de inverno e verão

A elaboração da carta bioclimática, baseada na NBR 15220 – Desempenho Térmico das Edificações, através das médias de umidade e de temperatura registradas no ponto E3 nos períodos de Inverno e verão, demonstram que durante os dois períodos, as condições internas requerem ventilação cruzada mais efetiva (Zona I + J), exigindo níveis de ventilação compatíveis com a umidade relativa do ar e com as temperaturas. Vê-se que na época menos quente (Inverno), as condições internas atingem a zona F, de desumidificação e renovação de ar, fato que indica alta umidade nos ambientes internos, atingindo também, em reduzida proporção a zona E de conforto térmico. No período de Verão, as condições ambientais atingem a zona K, em menor proporção, que requer estratégias de refrigeração artificial, fato que indica “calor” nos ambientes internos (FIGURA 24).

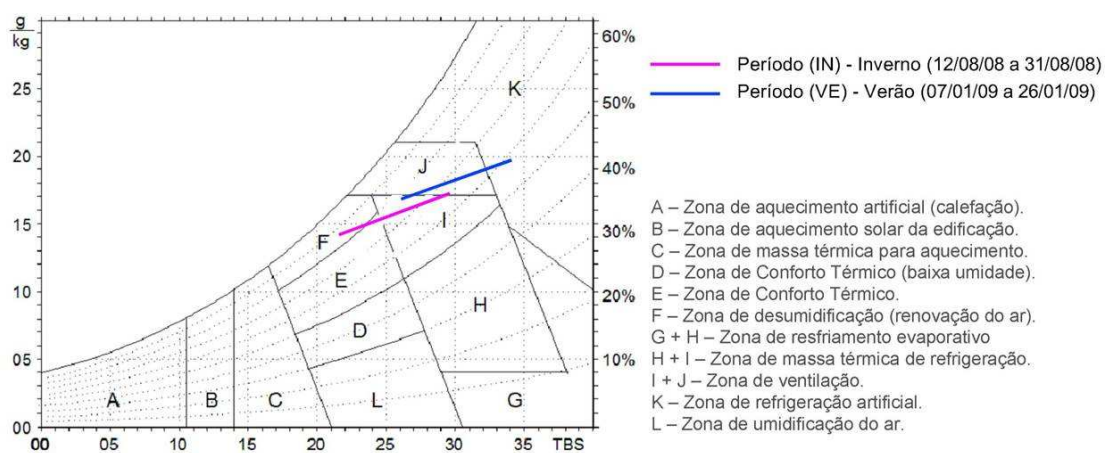


FIGURA 24 - Carta bioclimática para o ponto E3

As médias de temperatura e umidade registradas internamente, analisadas em acordo com a carta bioclimática elaborada indicam condições internas desfavoráveis de conforto térmico, que comprometem ainda a qualidade do ar interna, já que as condições higrotérmicas encontradas são potencialmente favoráveis à proliferação de fungos.

Os resultados obtidos mediante análise física da qualidade do ar, a partir das normas técnicas constantes na RE nº 09 - Resolução nº 09 de 16 de Janeiro de 2003 (ANVISA, 2003) demonstram condições de temperatura, de umidade e de ventilação interna abaixo dos parâmetros mínimos exigidos pela mesma.

Da análise física, referente às condições internas de temperatura e umidade puderam-se relacionar as características higrotérmicas dos ambientes analisados

com a análise microbiológica, já que condições higrotérmicas inadequadas correspondem ao principal fator favorável à proliferação de fungos (TABELA 13).

Os valores referentes ao total de fungos (UFC/m³) e sua relação com o meio externo (I/E) encontram-se acima dos parâmetros legais da RE n° 9 apenas no ponto Qi4, que corresponde à circulação do primeiro pavimento, localização do ponto E2 de instalação de uma das estações meteorológicas portáteis utilizadas na pesquisa (ANEXO A2). Embora a umidade registrada neste ambiente, na ocasião da coleta de amostras, não corresponder a mais elevada entre os ambientes analisados, pode-se considerar suas condições higrotérmicas como favoráveis à proliferação de fungos, já que as médias de umidade e de velocidade do vento interno foram respectivamente as mais altas e as mais baixas, encontradas nos pontos de medição, além de se tratar de uma área desprovida de contato com a radiação solar direta.

A segunda maior concentração de fungos encontrou-se no ponto Qi5 (apartamento frontal), que apesar de ter a umidade mais elevada dentre os ambientes analisados, não possui concentração de fungos acima da RE n° 9, realidade que pode ser interpretada diante de seu maior contato com a radiação solar direta e melhores condições de ventilação neste ambiente, já que na ocasião da coleta a janela orientada para o rumo predominante do vento, encontrava-se aberta (ANEXO A3).

TABELA 13: Resultados das análises físicas e microbiológicas do ar

Ambiente	Temperatura (°C)	Umidade %	Vento (m/s)	Fungos (total)	
				UFC/m ³	I / E
Qi1- Recepção	29.1	67.4	< 0.25	47.6	0.80
Qi2 - Circulação/hemodiálise/Centro Cirúrgico ambulatorial	26.1	68.3	< 0.25	59.5	1.00
Qi3 - Hall elevador (térreo)	29.1	66.1	< 0.25	59.5	1.00
Qi4 - Circulação do 1º pav.	28.9	65.3	< 0.25	107.1	1.80
Qi5 - Apartamento frontal/1º pav.	29.5	68.3	< 0.25	71.4	1.20
Qe - Meio externo	30.0	65.7	0.27	59.5	-

Temperaturas internas e umidades elevadas foram encontradas no ponto E2, que reforçam as condições de desconforto térmico assim como favorecem a proliferação de fungos, como pode ser observado nos resultados da análise microbiológica do ar (ANEXO A2 e ANEXO B2). Situação atribuída ao fechamento

das janelas e à profundidade da planta, que limitam o contato das áreas internas com a radiação solar e ventilação externa.

As condições de ventilação externa são favoráveis, pois de acordo com os dados registrados no ponto E3, a fachada frontal (Leste) e as laterais (Norte e Sul) estão expostas às direções predominantes do vento. No período de inverno os ventos predominantes ocorrem no rumo Sul-Sudeste (SSE), embora os de maior velocidade média sejam de Sul (S) – segunda direção de procedência com maior ocorrência, conforme a rosa dos ventos constante da FIGURA 25. Enquanto que a ventilação no período de Verão se dá através dos ventos predominantes no rumo Sul-Sudoeste (SSW), seguida de ventos no rumo Norte (N), apresentando maiores velocidades médias, porém mais baixas que os de Norte-Nordeste (NNE), com maior velocidade média, conforme a rosa dos ventos constante da FIGURA 26.

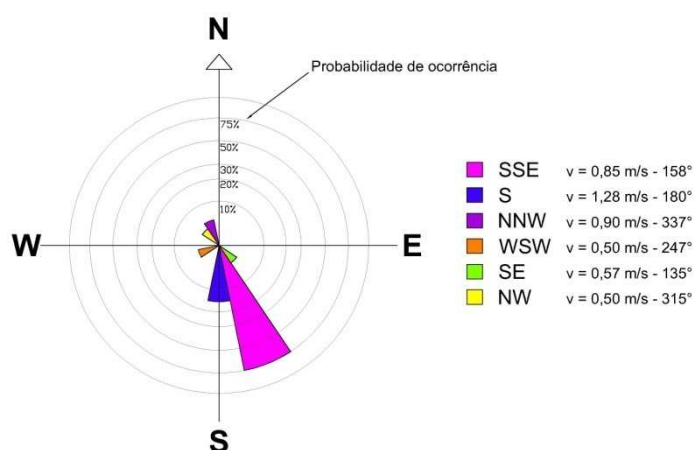


FIGURA 25 - Rosa dos ventos para o período de inverno

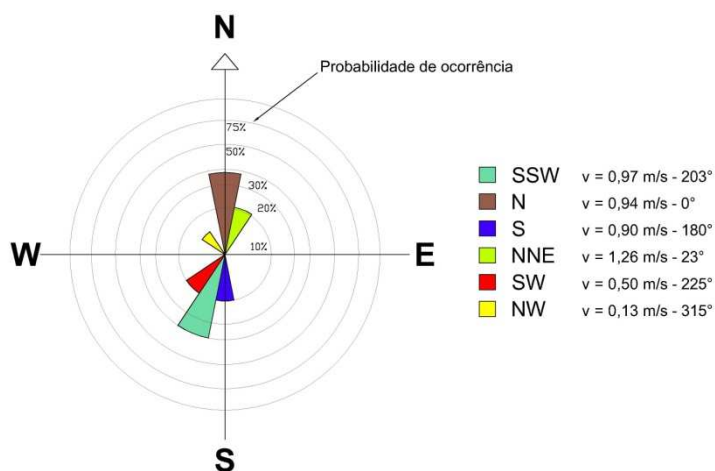


FIGURA 26 - Rosa dos ventos para o período de verão

A relação entre as velocidades médias horárias do vento, as temperaturas e as sensações térmicas horárias nos períodos de Inverno e de Verão, demonstra que

a velocidade do vento aumenta à medida que a temperatura se eleva e que a sensação térmica, todavia, não é amenizada pelo aumento da ventilação. O período da tarde detém ventos com maior velocidade média (GRÁFICOS 13 e 14).

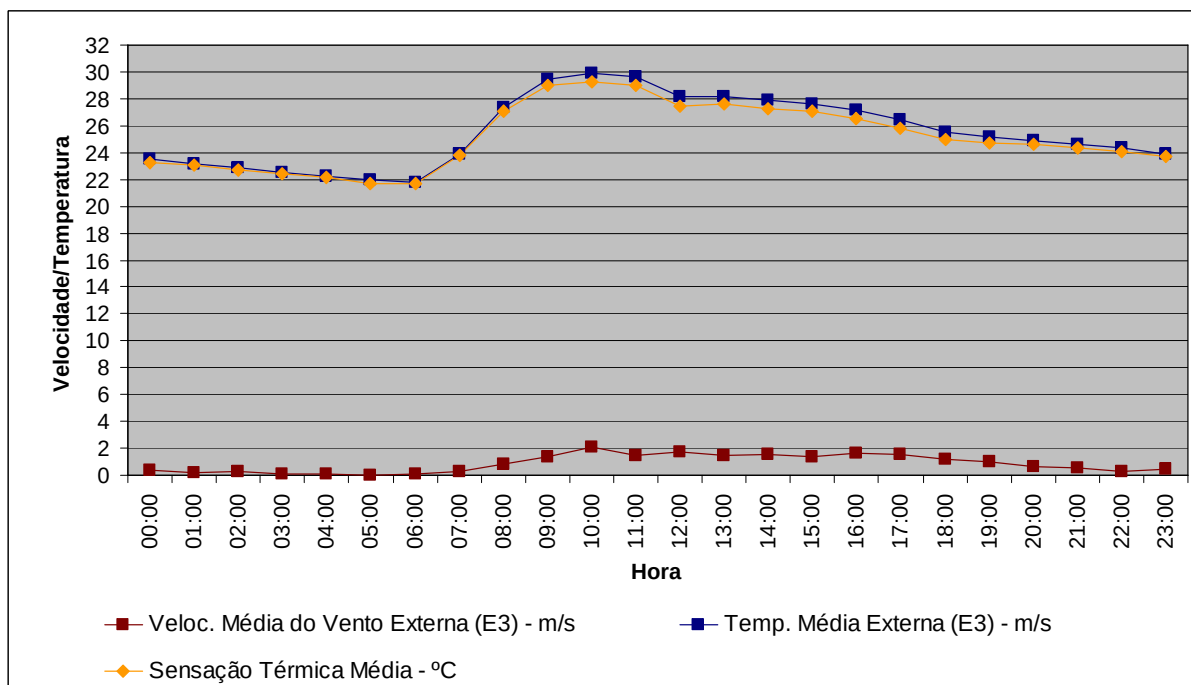


GRÁFICO 13 - Curvas de variação de temperatura, velocidade e sensação térmica no período de inverno

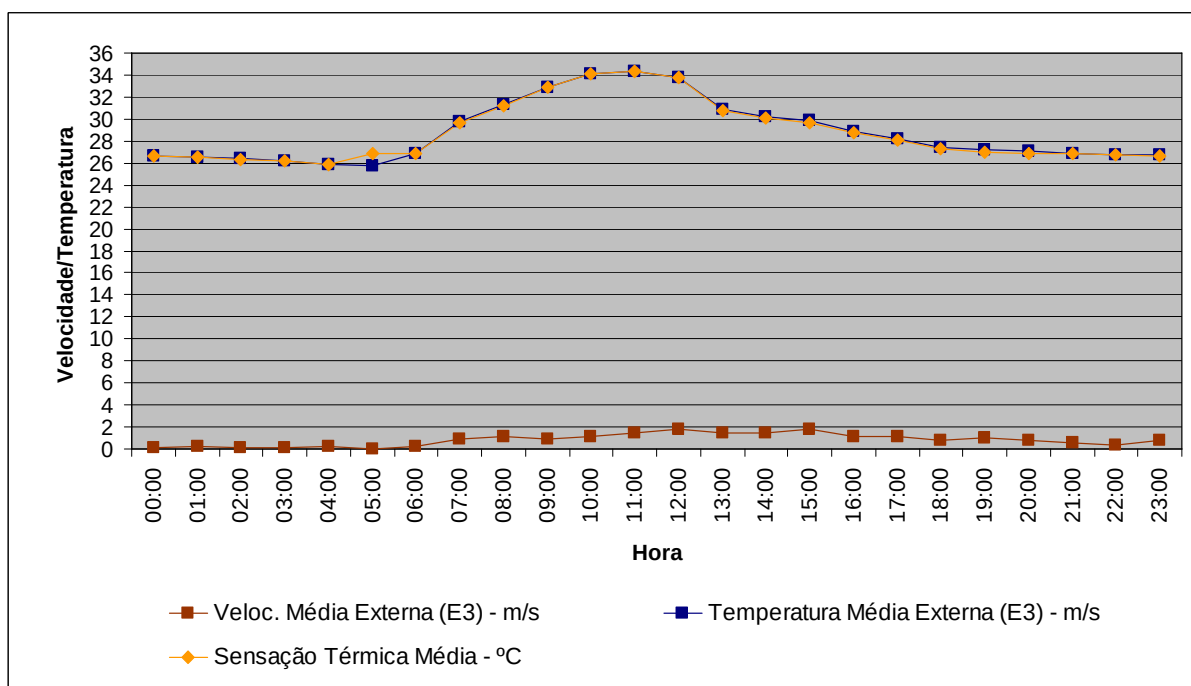


GRÁFICO 14 - Curvas de variação de temperatura, velocidade e sensação térmica no período de verão

O comportamento da ventilação interna, nos pontos E1 e E2, representado nos gráficos B e J, demonstra que as velocidades médias do vento mais relevantes são encontradas no ponto E1. No período de inverno, no ponto E2 registraram-se velocidades que se aproximaram de zero, enquanto que no verão estas tenderam a ser sensivelmente mais altas, assim como as velocidades médias do ponto E1 tenderam a diminuir. Este fato pode ser explicado por mudanças nos rumos dos ventos predominantes e suas respectivas velocidades, já que neste caso o vento de rumo Norte, com velocidade média de 0,94 m/s, favorece a ventilação no ponto E2 (GRÁFICOS 15 e 16).

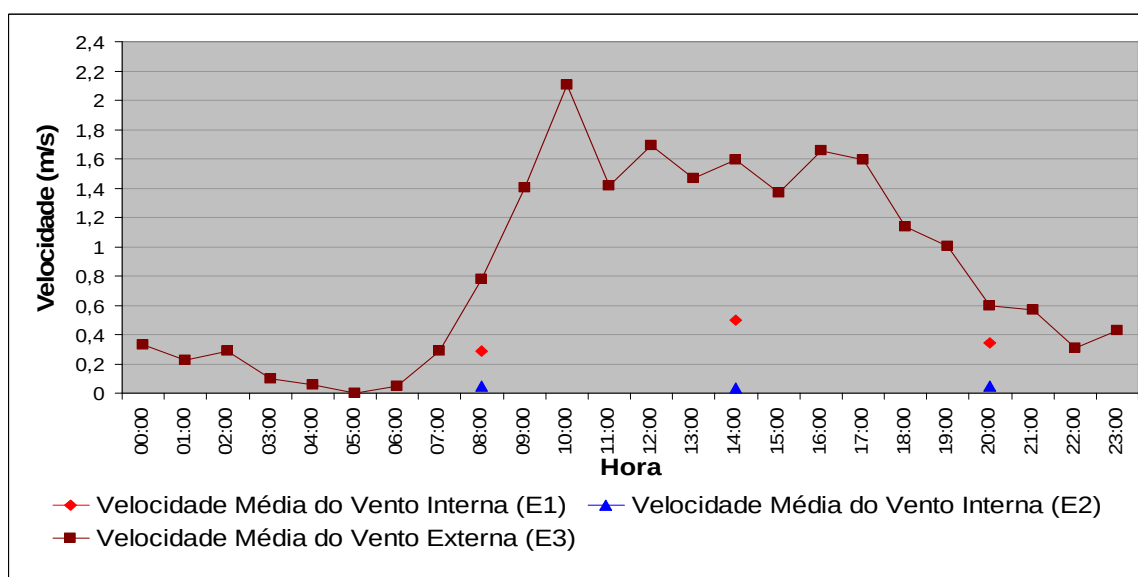


GRÁFICO 15 - Velocidade média do vento no período de inverno (12/08/08 a 31/08/08)

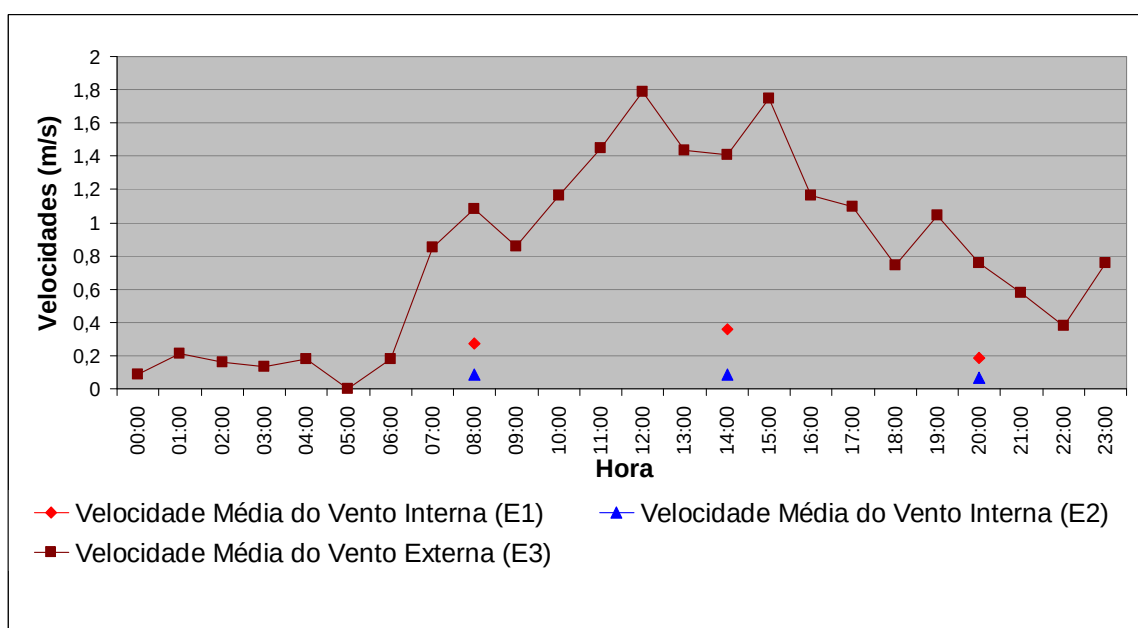


GRÁFICO 16 - Velocidade média do vento no período de verão (07/01/09 a 26/01/09)

Com relação à análise de qualidade do ar interna, esta demonstra que, junto à umidade e à temperatura, a ventilação interna é fator influente na qualidade microbiológica dos ambientes internos, uma vez que nos demais ambientes analisados, mesmo apresentando umidades altas, observam-se valores dentro dos parâmetros da resolução específica. Nestes são encontradas melhores condições de ventilação, durante as medições com anemômetro de fio quente, na recepção, ponto E1 de instalação de estação meteorológica.

Apesar da média externa de temperatura no verão encontrar-se acima do limite para o alcance de conforto térmico na edificação através de sistemas passivos, as condições favoráveis de temperatura e ventilação na época de inverno e as condições de ventilação no verão são favoráveis, já que estas amenizam o desconforto térmico proveniente do clima quente e úmido, provocado pelo excesso de umidade, além de tornarem os ambientes mais saudáveis sob o ponto de vista da qualidade interna do ar.

No que se refere às variáveis da malha urbana, fizeram-se aferições de ruído no horário de pico de fluxo veicular assim como a identificação dos níveis de emissão de gases poluentes provenientes do tráfego veicular, limitados à avenida Rui Barbosa, via coletora, devido a sua orientação geográfica frente à edificação e seu tráfego veicular intenso.

O fluxo veicular identificado a partir de contagem manual volumétrica (APÊNDICE A) é constante, entre os patamares de 300 a 400 veículos por hora (Ve/h), com picos nos horários das 08h00min às 9h00min e das 14h00min às 16h00min, observando-se maior quantidade de veículos leves a gasolina seguidos de motocicletas, como pode ser visto nos GRÁFICOS 17 e 18.

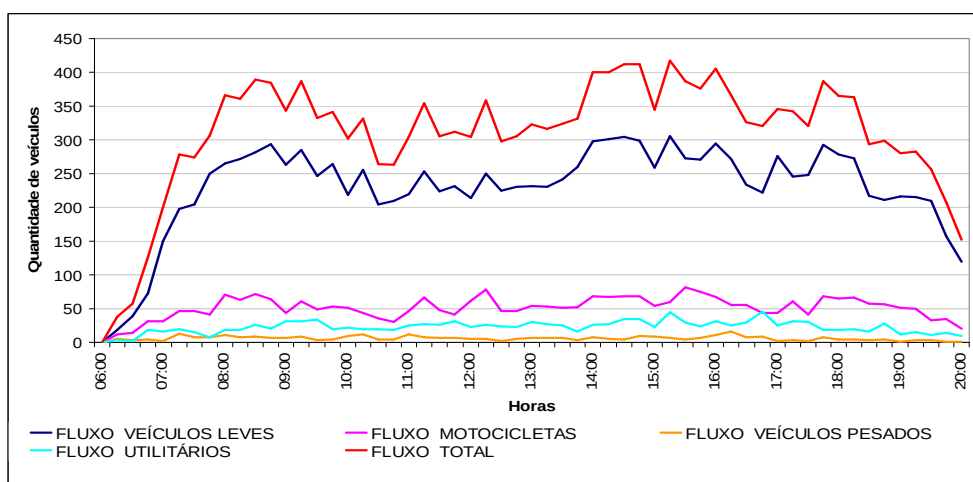


GRÁFICO 17 - Fluxo de veículos na avenida Rui Barbosa

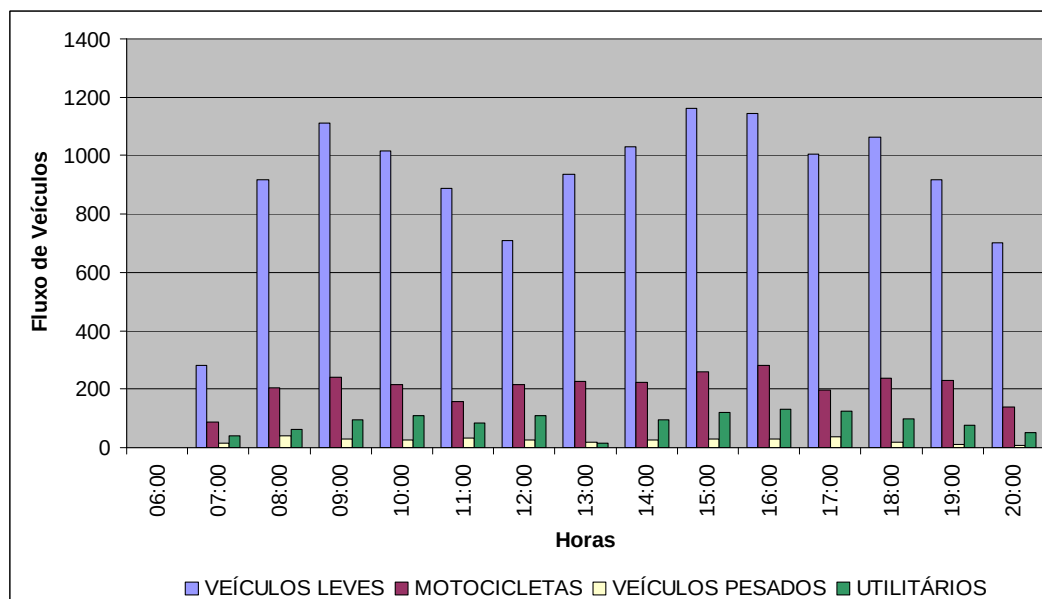


GRÁFICO 18 - Fluxo de veículos por categoria

A identificação dos níveis de gases poluentes teve como ponto de partida o levantamento das características da frota veicular de João Pessoa, relacionadas ao tipo predominante de veículo e à idade da frota como subsídio para a aplicação da metodologia de TACO (2006) e utilização dos padrões determinados por Filizola (2005). De acordo com Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2009) o município de João Pessoa tem uma frota predominantemente de veículos leves a gasolina de ano de fabricação superior a 2000, o que constitui uma frota de idade jovem (TABELAS 14 e 15).

TABELA 14 - Frota de veículos emplacados por ano de fabricação no Estado da Paraíba

Ano de fabricação	Total de veículos emplacados no Brasil	Total de veículos emplacados na Paraíba
< 2000	28.131.213	223.041
2000	2.115.608	23.264
2001	2.338.647	24.693
2002	2.307.429	25.802
2003	2.248.934	25.858
2004	2.603.797	27.623
2005	2.850.262	32.547
2006	3.329.080	42.495
2007	4.319.943	57.734
2008	4.955.396	70.713
Abril/2009	736.726	9.908

Fonte: DENATRAN (2009)

TABELA 15 - Frota de João Pessoa no ano de 2009, segundo tipo de veículo.

Tipo de Veículo	Meses do ano				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Total	185.255	186.609	188.672	190.279	191.769
Leves à gasolina e/ou Flex	118.815	119.463	120.576	121.394	122.122
Bonde	0	0	0	0	0
Caminhão	4.043	4.063	4.069	4.099	4.126
Caminhão/Trator	252	255	256	260	260
Caminhonete	12.056	12.105	12.273	12.415	12.500
Camioneta	4.807	4.855	4.925	4.907	4.948
Chassi plataforma	18	18	16	15	15
Ciclomotor	41	41	41	41	41
Micro-ônibus	611	613	619	625	632
Motocicleta	38.483	39.958	39.577	40.115	40.628
Motoneta	2.445	2.477	2.515	2.548	2.571
Ônibus	978	979	965	974	998
Quadriciclo	0	0	0	0	0
Reboque	793	805	812	822	827
Semirreboque	567	573	576	581	588
Side-Car	15	15	15	15	15
Outros	18	18	17	16	16
Trator esteira	0	0	0	0	0
Trator rodas	15	15	15	15	15
Triciclo	27	27	27	27	27
Utilitário	1.271	1.329	1.378	1.410	1.440

Fonte: DENATRAN (2009)

Baseado na caracterização da frota, constituída, em sua maioria, de veículos leves à gasolina e Flex, compatível com a metodologia escolhida, e no fluxo de veículos na avenida Rui Barbosa, obteve-se os níveis de emissão de poluentes na via em questão, utilizando os padrões de Filizola (2005) para o cenário otimista, atribuído à idade jovem da frota local, de acordo com a TABELA 16 e com o GRÁFICO 19.

TABELA 16 - Níveis de emissão de gases veiculares na Avenida Rui Barbosa.

TEMPO	FLUXO	NÍVEIS DE EMISSÃO g/Km			
		CO	CO ₂	NO _x	HC
06:00 às 07:00 hs	280	324,8	19675,6	28	949,2
07:00 às 08:00 hs	917	1.063,72	64437,59	91,7	3108,63
08:00 às 09:00 hs	1.111	1.288,76	78069,97	111,10	3766,29
09:00 às 10:00 hs	1.015	1.177,4	71324,05	101,5	3440,85
10:00 às 11:00 hs	889	1.031,24	63470,03	88,9	3013,71
11:00 às 12:00 hs	709	822,44	49821,43	70,9	2403,51
12:00 às 13:00 hs	937	1086,92	65842,99	93,7	3176,43
13:00 às 14:00 hs	1.029	1193,64	72307,83	102,9	3488,31
14:00 às 15:00 hs	1.163	1349,08	81724,01	116,3	3942,57
15:00 às 16:00 hs	1.144	1327,04	80388,88	114,4	3878,16
16:00 às 17:00 hs	1.004	1164,64	70551,08	100,4	3403,56
17:00 às 18:00 hs	1.064	1234,24	74767,28	106,4	3606,96
18:00 às 19:00 hs	917	1063,72	64437,59	91,7	3108,63
19:00 às 20:00 hs	703	815,48	49399,81	70,3	2383,17

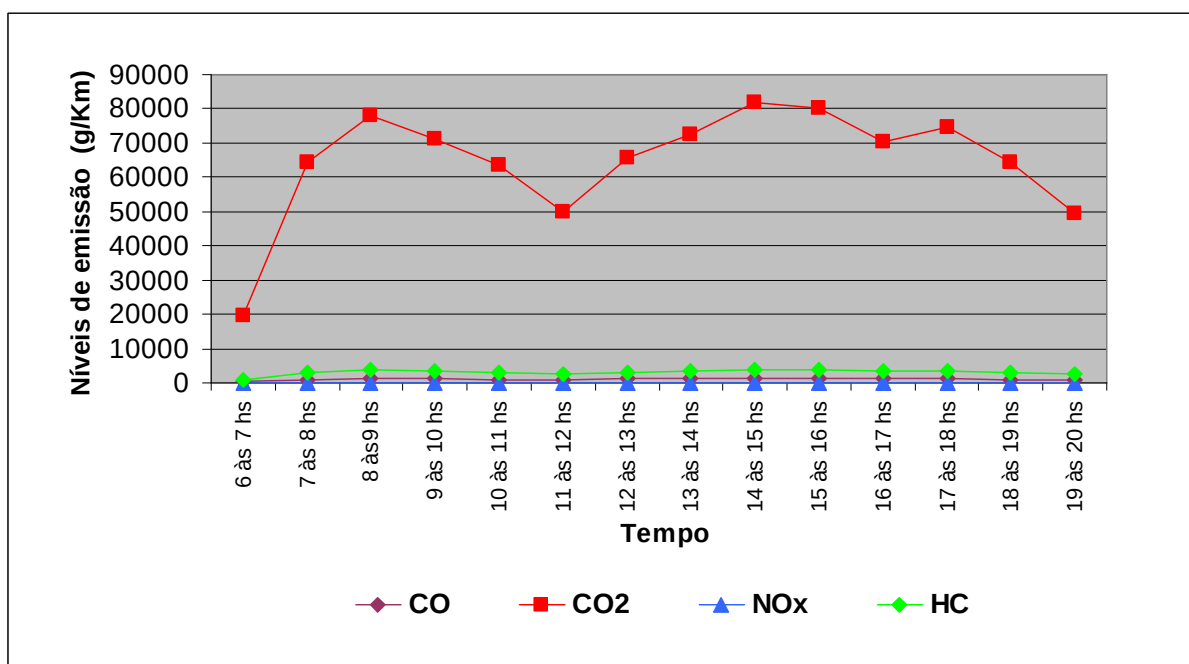


GRÁFICO 19 - Curva de variação de níveis de emissão de gases na avenida Rui Barbosa.

As relações entre a concentração de gases poluentes externos e a eventual concentração interna não foram realizadas por limitações técnicas dos equipamentos e métodos de medição, não acessíveis na ocasião. No entanto, através das recomendações da Resolução nº 9 (RE 9), fez-se a análise da matéria particulada assim como de particulados totais em suspensão e de partículas de CO₂, com coleta realizada no horário de maior fluxo veicular, de forma a identificar as relações entre particulados provenientes do meio externo, e os particulados internos,

aerotransportadas para o interior da edificação. No entanto, os níveis encontrados estavam dentro dos parâmetros máximos permitidos da Resolução nº 9 (RE 9).

Apesar dos valores encontrados de CO₂ estarem dentro dos limites da RE 9 e da não realização da comparação entre os gases externos e internos por restrições de equipamentos de medição, os níveis de emissão de gases veiculares na avenida em questão pode ser tomada como indesejáveis para os pacientes do HMSF, a título de conforto olfativo-respiratório, pois diante da relação entre o sentido predominante e variação da velocidade do vento, com a variação horária do fluxo de veículos (GRÁFICOS 20 e 21) e orientação geográfica da avenida Rui Barbosa, pode-se afirmar que grande parte dos gases veiculares é direcionada para o HMSF.

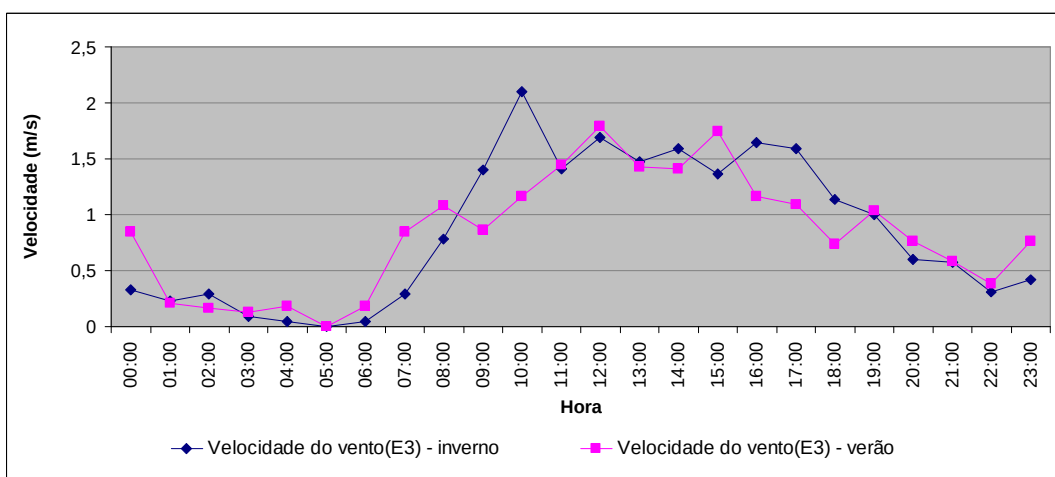


GRÁFICO 20 - Curva de variação horária da velocidade do vento

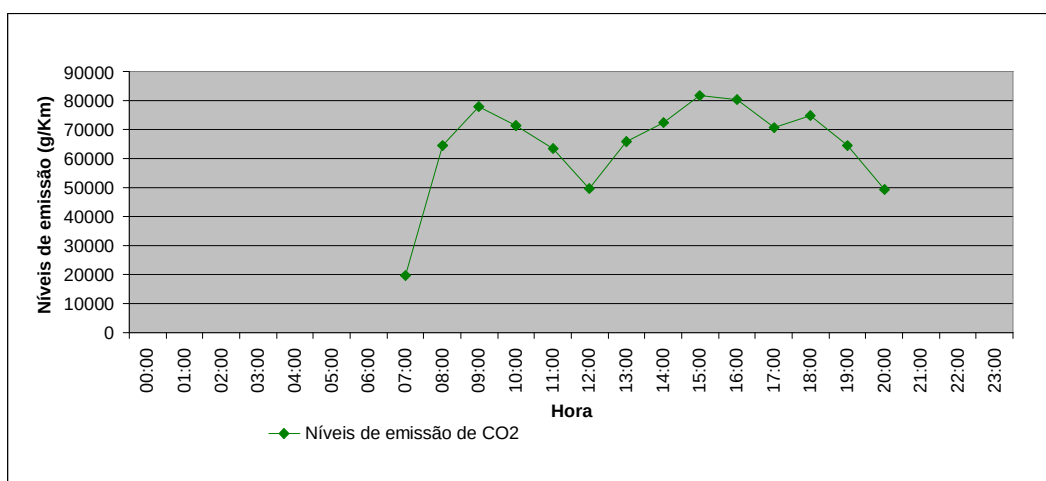


GRÁFICO 21 - Curva de variação de níveis de emissão de gases na avenida Rui Barbosa

Já com referência aos níveis de ruído, as relações entre a direção predominante de ventilação, coincidente com o sentido fonte-receptor, e suas maiores médias horárias de velocidade com as médias horárias das temperaturas mais elevadas e com os horários de maior fluxo veicular, favorecem a propagação de ruído para o interior da edificação, que é potencializado pelo reduzido afastamento da edificação à avenida Rui Barbosa, pois de acordo com estudos desenvolvidos por Ribas e Oliveira (1995), os EUS situados em interstícios urbanos, sobretudo próximas a vias de tráfego intenso, devem ser implantados o mais distante possível das fontes sonoras, visto que a duplicação da distância reduz o nível de ruído em 6 dB.

Para a identificação do nível de ruído proveniente da malha viária, realizaram-se medições por dosimetria baseadas nos procedimentos da NHT-09 (Norma para avaliação de exposição ocupacional ao ruído contínuo e intermitente) com resultados comparados com os parâmetros da NR15, além de medição por decibelímetro a partir dos procedimentos da NBR – 10151/1987, ambos em ponto externo na frente do HMSF e em apartamento de internação voltado para a avenida Rui Barbosa, durante o horário de maior fluxo veicular, entre 14h00min e 16h00min. (ANEXO C1 e C2)

A medição por dosimetria que simula e correlaciona, através de regulação, para uma medição de 25 min., a exposição referente a uma jornada de 8h00min de trabalho, resultou em níveis sonoros abaixo dos limites tolerância para ruído contínuo, no entanto, os valores obtidos, apresentados na TABELA 17, encontram-se perto do limiar de tolerância de 80, que diante da situação de debilidade dos pacientes, assim como de conforto auditivo destes e do staff médico durante o período de exposição, tornam-se insatisfatórios.

TABELA 17 - Resultados das medições de ruído por dosimetria

CARACTERÍSTICAS	Ponto externo calçada do HMSF (RE)	Quarto de internação segundo pav. (RI)
Medição (dB)	78,8	73,20
Valor acima de 115 (dB)	SIM	SIM
Valor acima de 140 (dB)	NÃO	NÃO
Tempo de avaliação (hh:mm)	00: 24	00: 23

Os níveis de ruído aferidos por decibelímetro estão acima das referências máximas para conforto da NBR -10152/1987. No ambiente externo, ponto RE, foram registrados ruídos com $LeqdB(A)$ de 69,6, enquanto que para o ponto interno RI, apartamento de internação registraram-se $LeqdB(A)$ de 48,4 com a janela fechada e $LeqdB(A)$ de 59,0 com janela aberta, diante dos valores máximos para conforto de 55 dB para áreas de hospitais e de 45 dB para quartos e enfermarias aceitáveis pela referida norma regulamentadora.

A manutenção das janelas fechadas, mesmo nos horários em que os raios solares não atingem diretamente a fachada frontal e mesmo diante da ventilação com constância e velocidades favoráveis, pode ser atribuída ao ruído proveniente da malha viária, assim como ao direcionamento de gases veiculares para o ambiente interno. As medições de ruído em apartamento voltado para a via coletora, mesmo na condição de janela fechada, mostram valores acima dos limites de conforto acústico e olfativo para ambientes hospitalares ao mesmo tempo em que as relações entre concentração de gases veiculares e a direção do vento apontam para a interferência de gases no interior destes ambientes.

Quanto à disponibilidade de luz natural, diante dos elementos tridimensionais do entorno, assim como a sua relação com as iluminâncias internas, foram verificados os aclaramentos em relação à fachada Sul (lateral esquerda), Oeste (posterior) e Norte (lateral direita), uma vez que apenas estas sofrem interferência das duas únicas edificações mais próximas ao objeto de estudo com maior gabarito, edificações ED1 e ED2 (FIGURA 27).

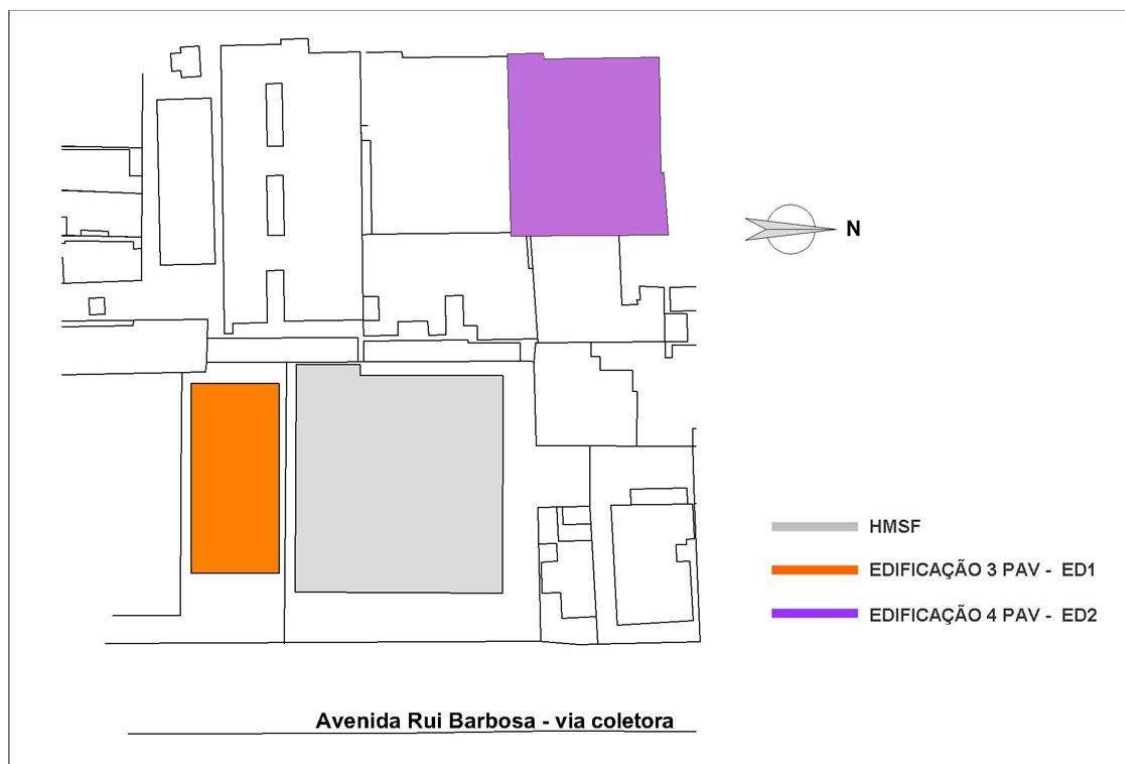


FIGURA 27 - Elementos tridimensionais do entorno – edificações ED1 e ED2

Através de máscaras de Sol elaboradas a partir de ângulos horizontais e verticais de obstrução (APÊNDICE B) e dos diagramas de G. Pleijel, assim como através dos cálculos de aclaramento no plano externo (Ee) e do aclaramento útil no plano de trabalho (Eu) para as janelas pertencentes aos três pavimentos das fachadas que sofrem interferência, chegou-se a uma comparação entre as médias encontradas e a disponibilidade de iluminação natural na abóbada celeste (Eh) para a latitude 8° Sul, entre os horários 9h00min e 15h00min, referente ao período de equinócio. As médias encontradas se referem às janelas dos ambientes considerados como de maior permanência, não sendo consideradas as janelas dos banheiros por serem altas e subdimensionadas.

A fachada Sul (lateral esquerda) sofre considerável interferência da edificação ED1, devido ao seu afastamento reduzido e a sua altura considerável (três pavimentos), constatados por seus ângulos de obstrução horizontais rasos e ângulos verticais acentuados, que geram maiores áreas de obstrução da abóbada celeste (FIGURAS 28 a 30).

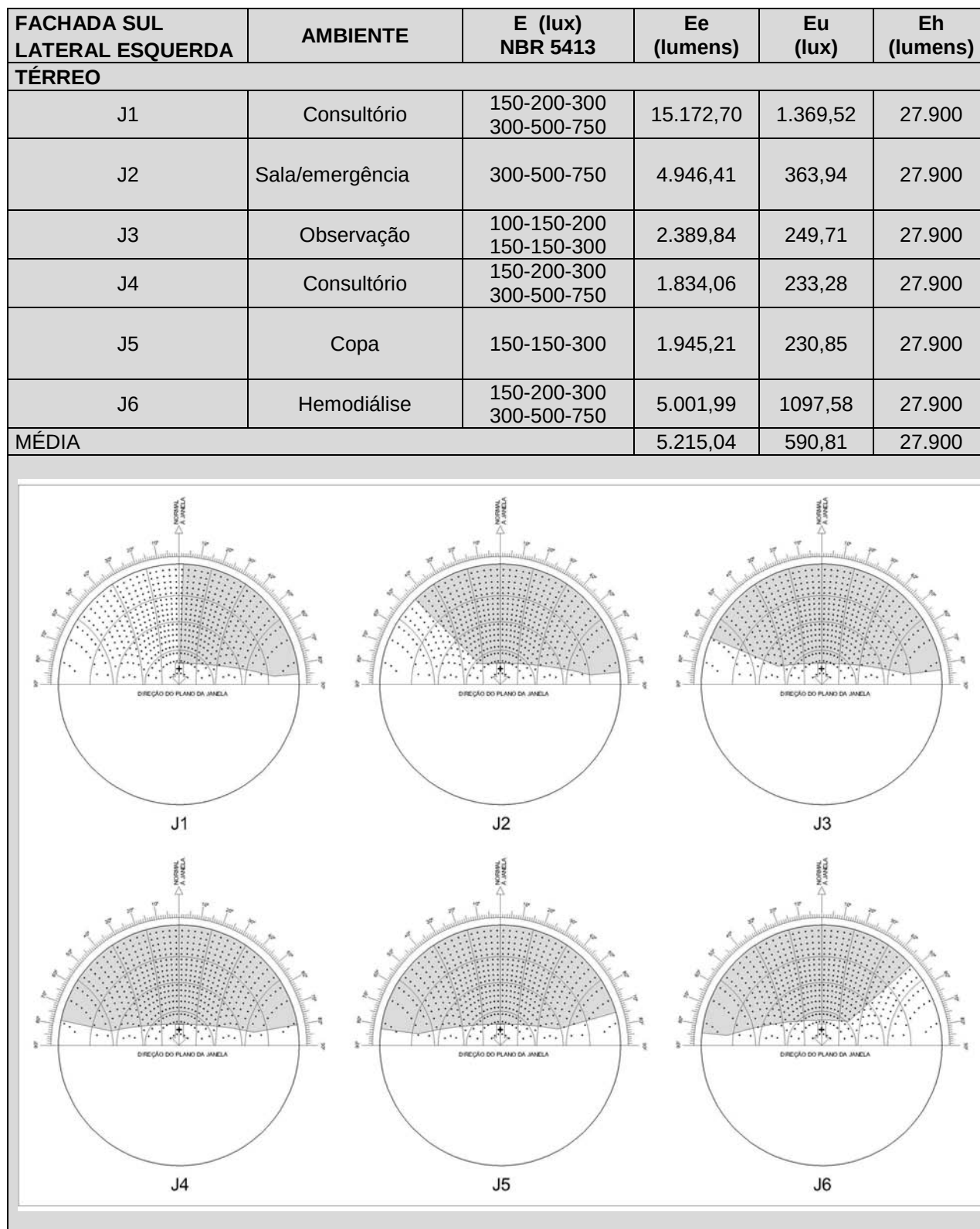


FIGURA 28 - Aclaramentos e máscaras de Sol do térreo da fachada lateral esquerda

FACHADA SUL LATERAL ESQUERDA	AMBIENTE	E (lux) NBR 5413	Ee (lumens)	u (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 1					
J1	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	5.168,72	533,41	27.900
J2	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	4.779,68	680,69	27.900
J3	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	4.557,37	592,6	27.900
J4	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	4.668,52	393,46	27.900
J5	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	5.502,19	681,39	27.900
J6	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	6.891,63	938,8	27.900
MÉDIA			5.261,35	636,725	27.900

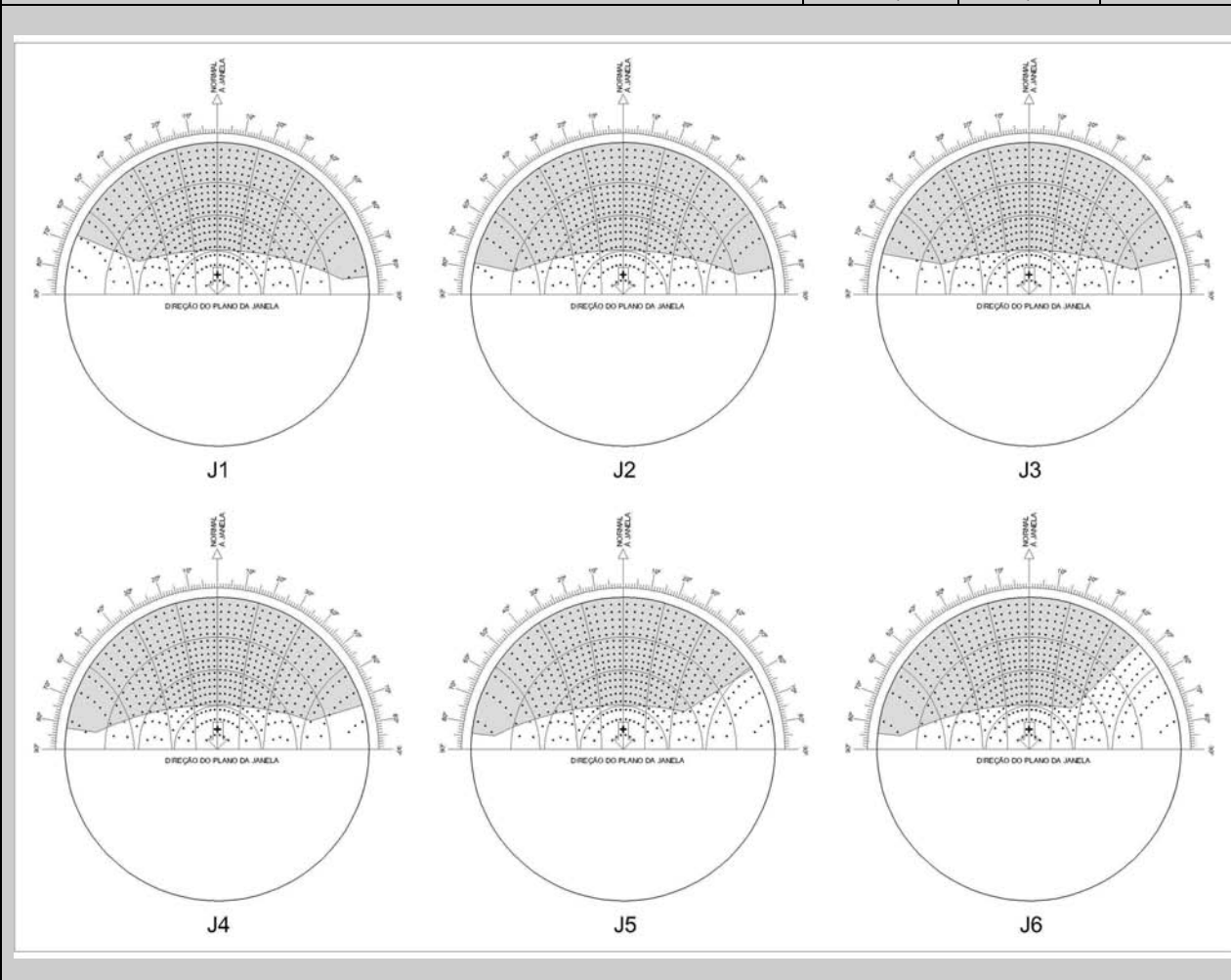


FIGURA 29 - Aclaramentos e máscaras de sol do primeiro pavimento da fachada lateral esquerda

FACHADA SUL LATERAL ESQUERDA	AMBIENTE	E (lux) NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 2					
J1	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	14.505,77	1.496,99	27.900
J2	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	14.172,31	1.901,35	27.900
J3	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	13.894,42	1.806,71	27.900
J4	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	14.005,57	1.180,39	27.900
J5	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	14.505,77	1.796,39	27.900
J6	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	15.228,28	2.074,45	27.900
MÉDIA			14.385,35	1.709,38	27.900

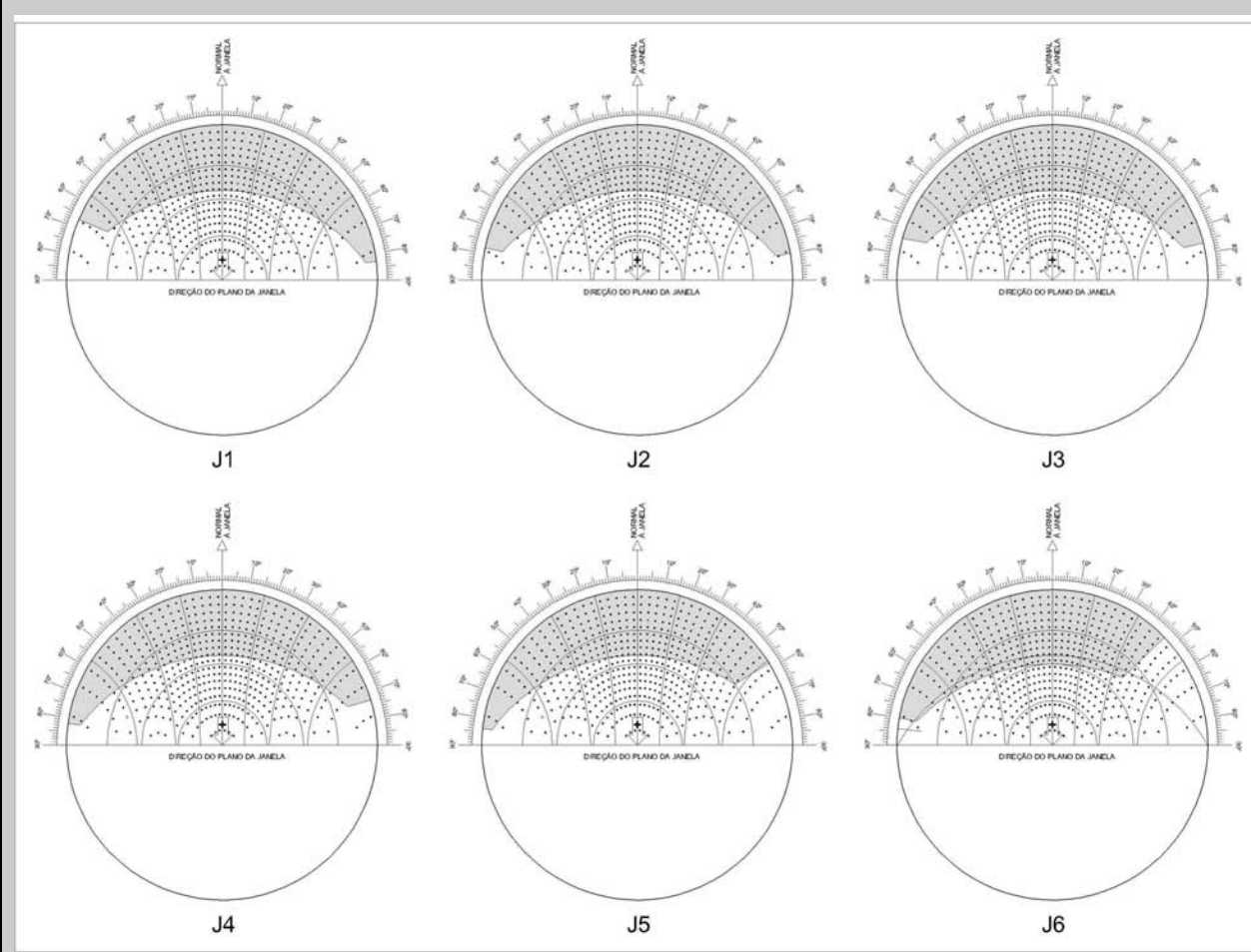


FIGURA 30 - Aclaramentos e máscaras de sol do segundo pavimento da fachada lateral esquerda

Observam-se no pavimento térreo da fachada Sul, onde as janelas consideradas iluminam as salas de procedimentos e consultórios no setor de emergência e hemodiálise, e no primeiro pavimento, onde as janelas iluminam os apartamentos de internação, maiores áreas de obstrução assim como valores de (Ee) e (Eu) consideravelmente baixos principalmente se comparados a (Eh), notando-se que níveis de aclaramento útil médio no plano de trabalho são condicionados por características das esquadrias e dos ambientes internos.

A fachada Oeste sofre menor comprometimento, uma vez que a interferência da edificação ED2 é amenizada por sua localização e seu maior afastamento, observando-se, no entanto, que no térreo o elemento de obstrução corresponde ao muro limite do terreno.

As médias calculadas são bem superiores às encontradas na fachada Sul, tendo-se menores valores no térreo e primeiro pavimento, onde as janelas iluminam os apartamentos de internação, observando-se valores mais aproximados ao (Eh) de acordo com as FIGURAS 31 a 34.

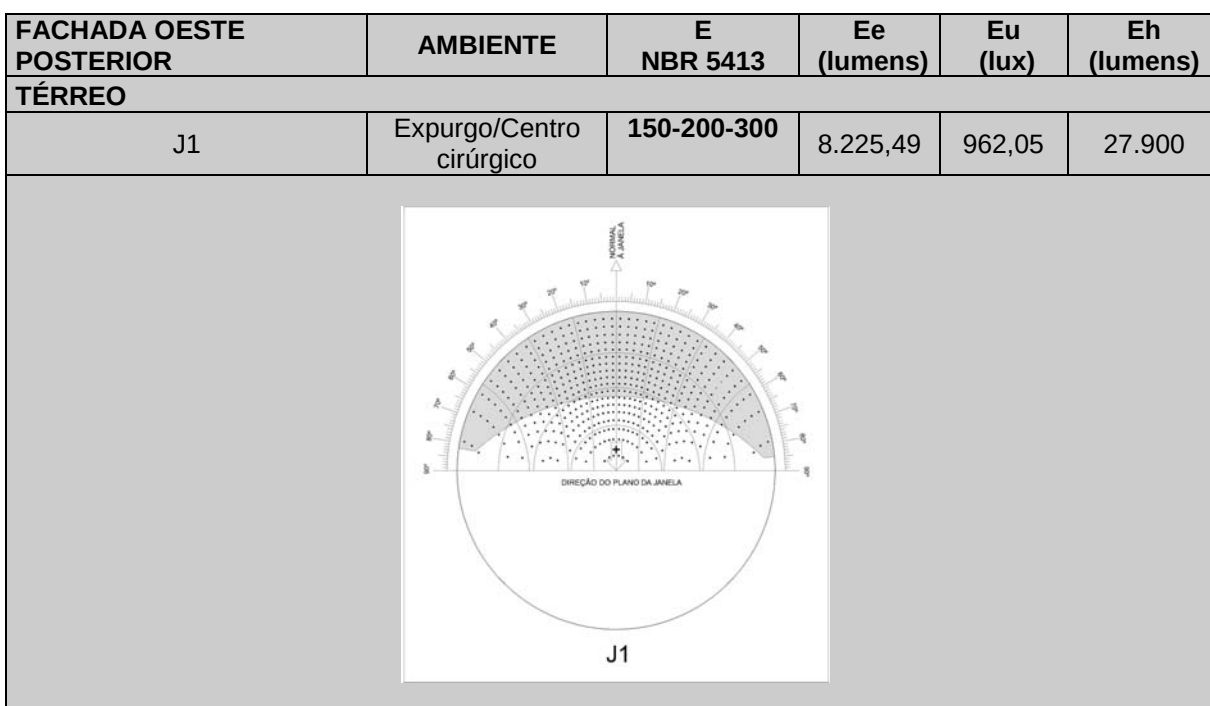


FIGURA 31 - Aclaramento e máscara de sol do térreo da fachada posterior

FACHADA OESTE POSTERIOR	AMBIENTE	E NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 1					
J1	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	25.565,73	4.429,18	27.900
J2	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	25.176,69	2.599,31	27.900
J3	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	24.620,91	2.801,31	27.900
J4	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	24.176,29	4.247,97	27.900
J5	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	23.787,25	2.602,13	27.900
J6	Almoxarifado	150-150-300 300-500-750	14.894,82	2.116,13	27.900
MÉDIA			23.036,95	3.132,67	27.900

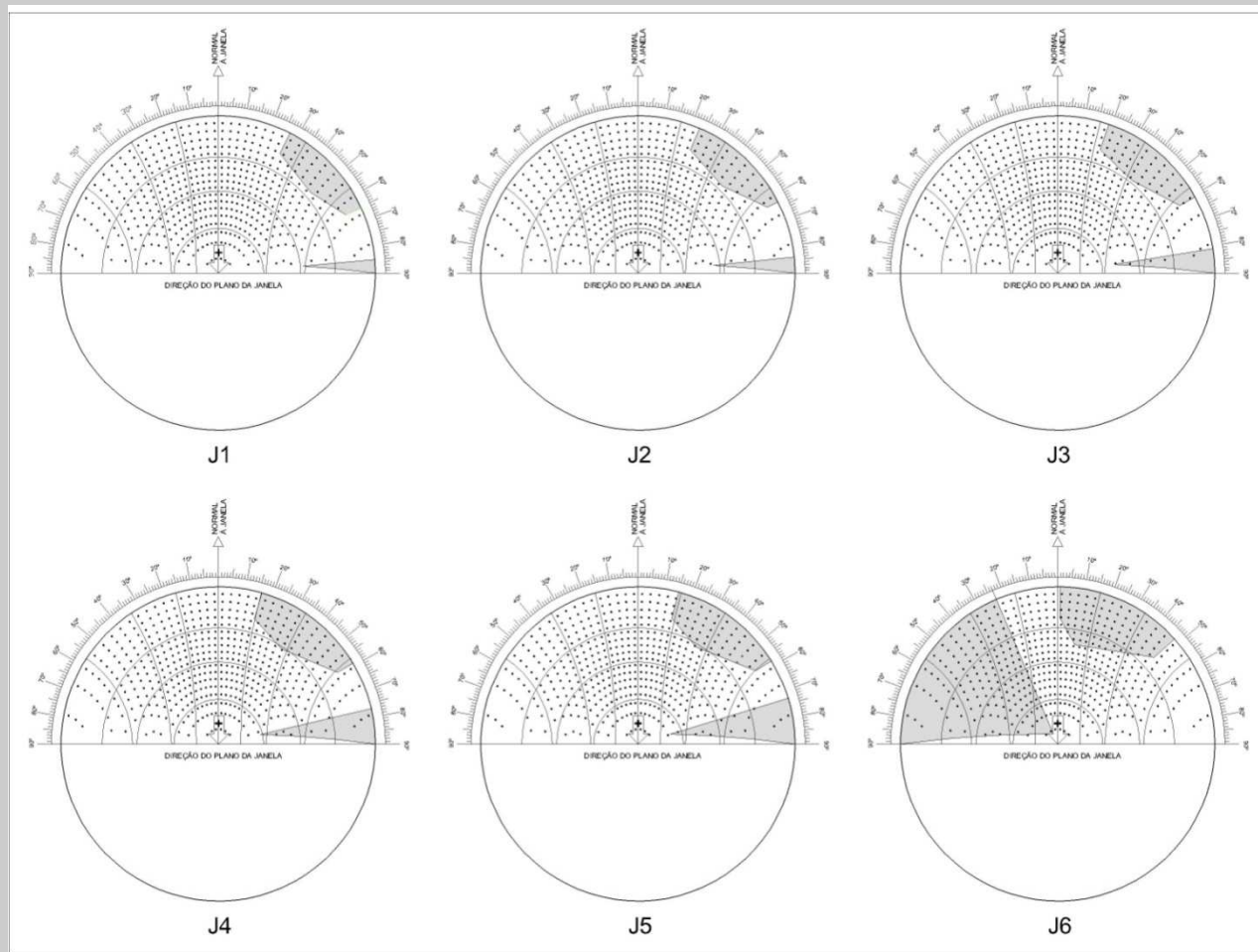


FIGURA 32 - Aclaramentos e máscaras de sol do primeiro pavimento da fachada posterior

FACHADA OESTE POSTERIOR	AMBIENTE	E NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 2					
J1	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	25.954,78	4.496,58	27.900
J2	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	25.676,89	2.650,95	27.900
J3	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	25.399,00	2.889,84	27.900
J4	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	25.009,96	4.247,94	27.900
J5	Apartamento/Internação	100-150-200 150-150-300	24.898,80	2.723,72	27.900
J6	Administração	300-500-750	18.007,17	2.645,03	27.900

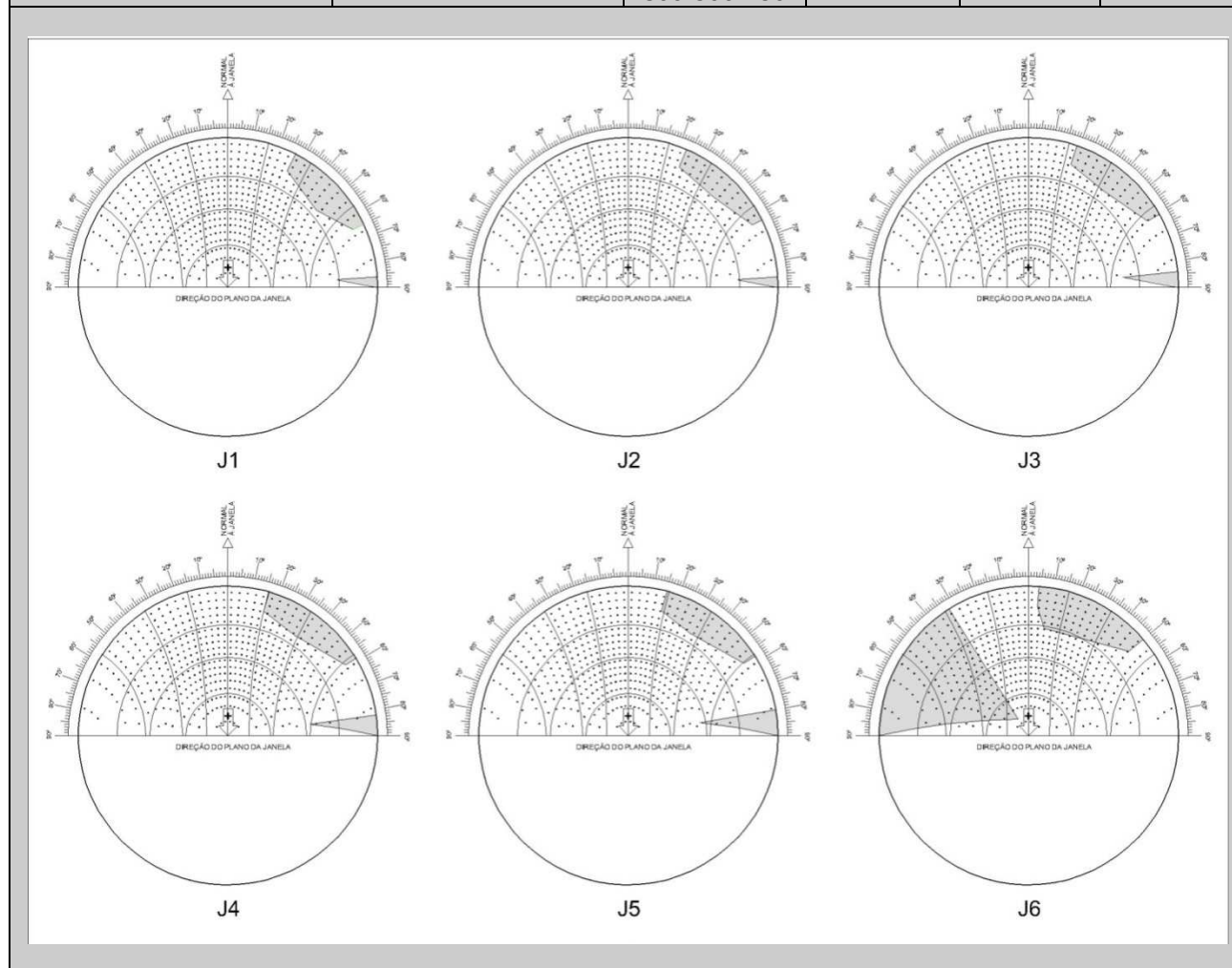


FIGURA 33 - Aclaramentos e máscaras de sol das Janelas J1, J2, J3, J4, J5 e J6 do segundo pavimento da fachada posterior

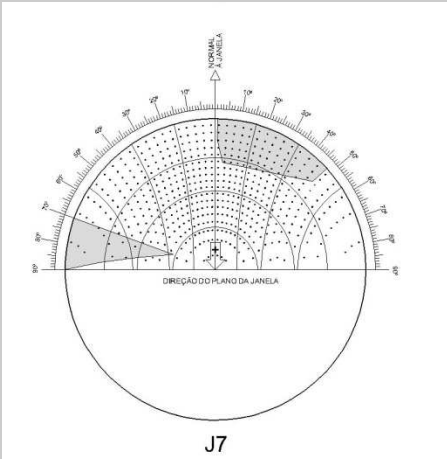
FACHADA OESTE POSTERIOR	AMBIENTE	E NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 2					
J7	Administração	300-500-750	23.509,36	3.161,09	27.900
MÉDIA			24.065,14	3.259,31	27.900
					

FIGURA 34 - Aclaramento e máscara de sol da janela J7 do segundo pavimento da fachada posterior

A fachada Norte sofre interferência quase nula da edificação ED2, observando-se maior comprometimento do térreo devido ao muro e às edículas dentro do próprio limite do terreno do Hospital (FIGURAS 35 a 38).

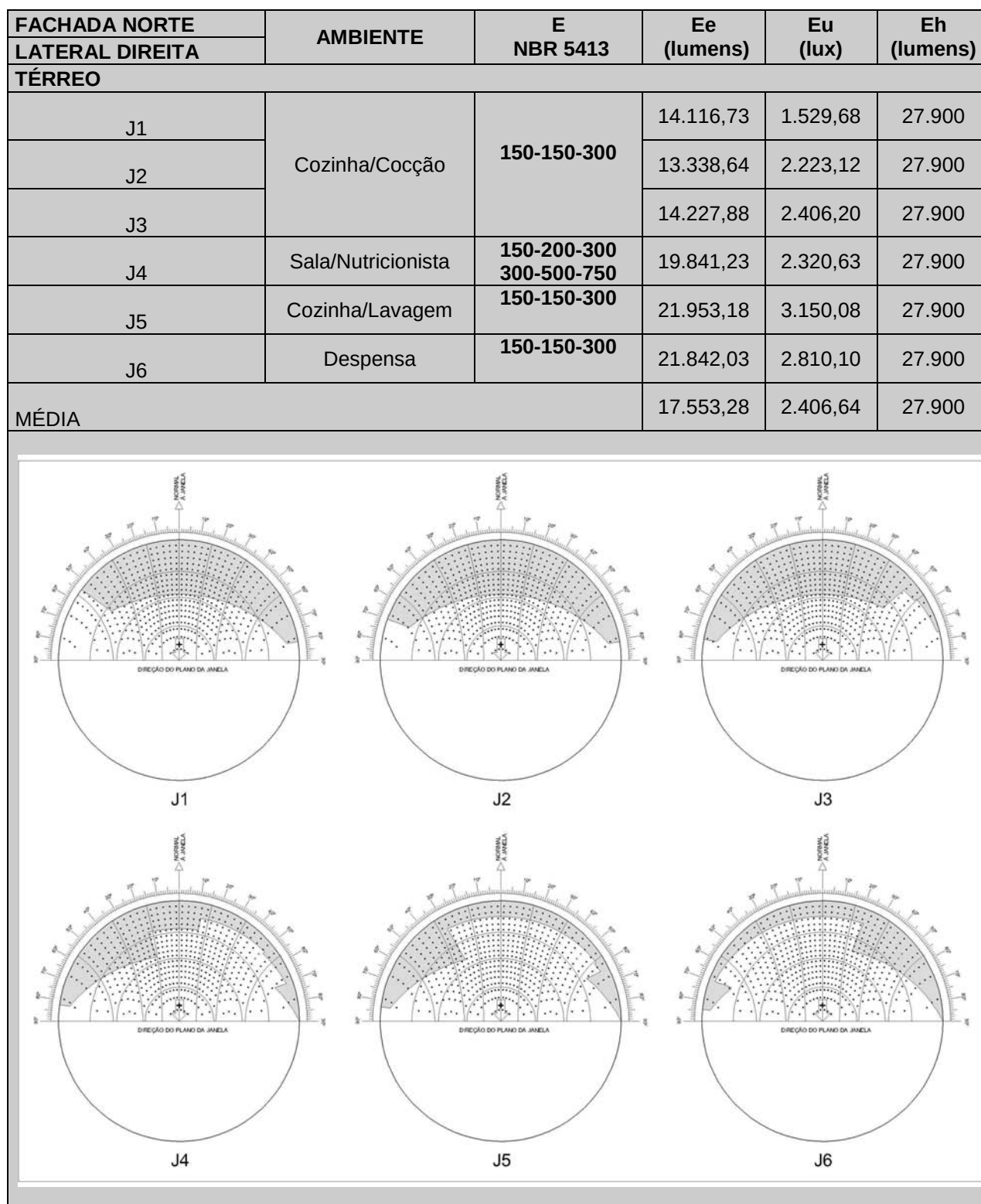


FIGURA 35 - Aclaramentos e máscaras de sol do pavimento térreo da fachada lateral direita - Norte

FACHADA NORTE LATERAL DIREITA	AMBIENTE	E NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 1					
J1	Almoxarifado	150-150-300 300-500-750	26.955,17	3.829,57	27.900
J2	Almoxarifado	150-150-300 300-500-750	27.288,64	2.759,86	27.900
J3	Farmácia	100-150-200 150-150-300	27.510,95	4.116,73	27.900
J4			27.622,11	4.133,37	27.900
J5	Escada 1	100-150-200 150-150-300	27.622,11	4.674,98	27.900
J6	Escada 2	100-150-200 150-150-300	27.733,26	5.845,78	27.900
MÉDIA			27.455,37	4.226,72	27.900

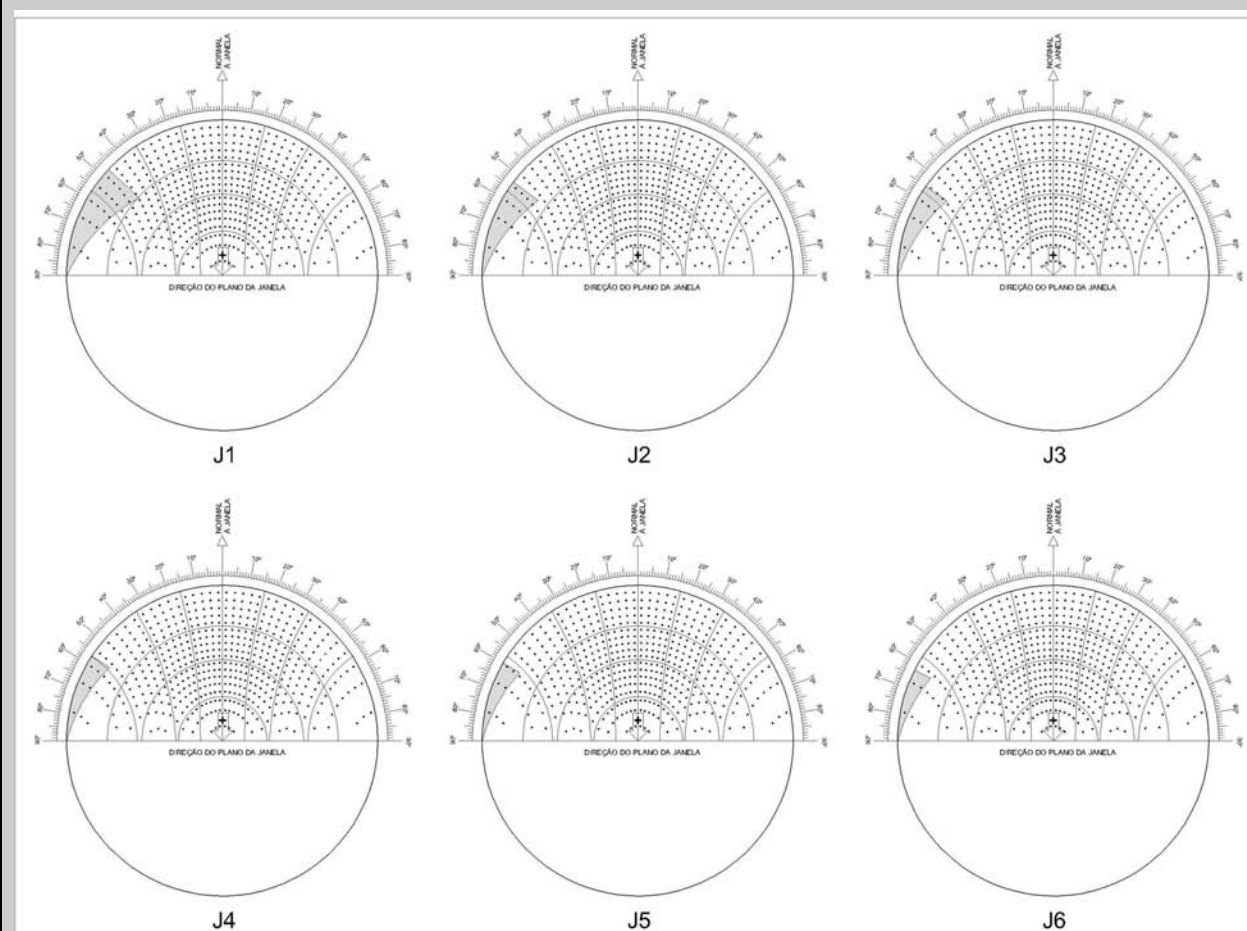


FIGURA 36 - Aclaramentos e máscaras de sol do primeiro pavimento da fachada lateral direita

FACHADA NORTE LATERAL DIREITA	AMBIENTE	E NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
PAVIMENTO 2					
J1	Administração	300-500-750	27.177,49	3.641,92	27.900
J2	Administração	300-500-750	27.177,49	3.641,92	27.900
J3	Consultório	100-150-200 150-150-300	27.455,37	2.776,72	27.900
J4	Consultório	100-150-200 150-150-300	27.455,37	3.123,81	27.900
J5	Consultório	100-150-200 150-150-300	27.733,26	2.804,83	27.900
J6	Escada 1	100-150-200 150-150-300	27.733,26	4.693,79	27.900

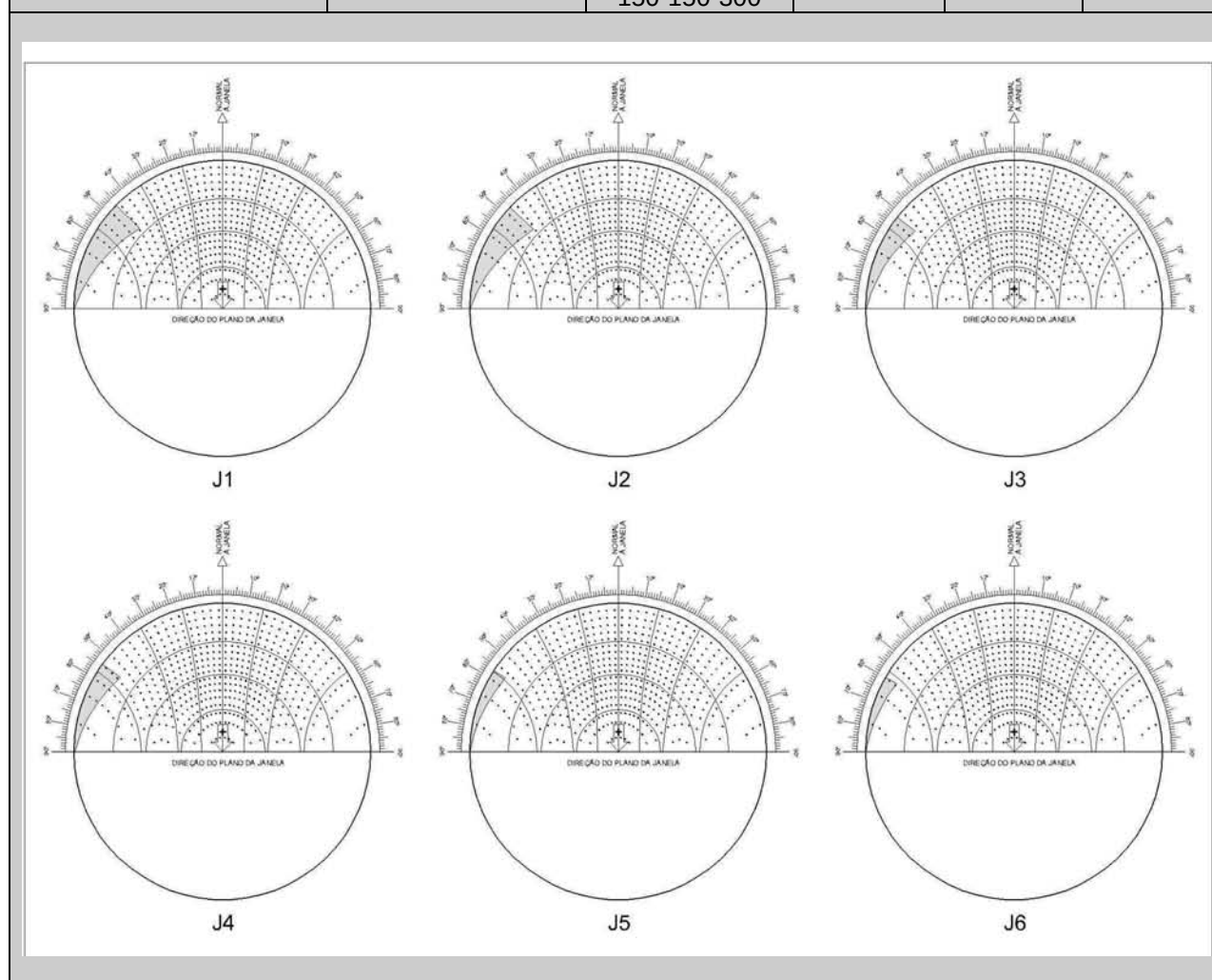


FIGURA 37 - Aclaramentos e máscaras de sol das janelas J1, J2, J3, J4 J5 e J6 do segundo pavimento da fachada lateral direita

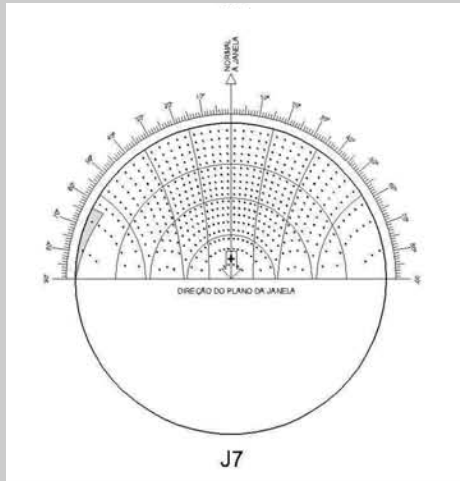
FACHADA NORTE	AMBIENTE	E NBR 5413	Ee (lumens)	Eu (lux)	Eh (lumens)
LATERAL DIREITA					
PAVIMENTO 2					
J7	Escada 2	100-150-200 150-150-300	27.733,26	5.845,78	27.900
MÉDIA			27.495,07	3.789,82	27.900
					

FIGURA 38 - Aclaramento e máscara de sol da janela J7 do segundo pavimento da fachada lateral direita

Diante da ausência de elementos tridimensionais de obstrução relevantes no entorno, exceto no que se refere às edificações ED1, que causa obstrução considerável e a ED2 com contribuição pouco relevante, observou-se que além da latitude as condições de implantação nas quais se encontra o HMSF são bastante favoráveis à utilização de sistemas naturais de iluminação.

A considerável disponibilidade de iluminação natural local, diante da pequena interferência de elementos tridimensionais do entorno, sobretudo na fachada frontal é comprometida pelas películas protetoras e pela instalação de aparelhos de ar condicionado nas esquadrias, numa postura radical de negação das condições naturais de climatização e iluminação, observando-se maior limitação de iluminação natural nos ambientes componentes do setor de pronto atendimento e hemodiálise, que estão voltados para a fachada Sul, comprometida pela edificação ED1. Além disso, o partido arquitetônico adotado com planta baixa profunda reduz a proporção de aberturas voltadas para o exterior da edificação.

6.1 Avaliação da eficiência energética

De acordo com os requisitos e métodos do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, anexo da portaria nº 53 de 27 de Fevereiro de 2009, obtiveram-se os níveis de eficiência energética da envoltória, dos sistemas de iluminação e de condicionamento artificiais a seguir analisados e comentados.

Através do cálculo do Índice de consumo da envoltória (IC_{env}), de acordo com as características da edificação, seguido do cálculo de IC_{min} e IC_{max} , baseado nos parâmetros determinados na regulamentação utilizada, e da consideração dos pré-requisitos referentes a cada nível, chegou-se à avaliação da eficiência da envoltória.

As relações entre a área total de piso (A_{tot}), a da envoltória (A_{env}), a de projeção da edificação (A_{pe}) e a somatória das áreas de abertura ($\Sigma aberturas$), representadas pelo percentual de abertura na fachada total (PAF_t), pelo fator de altura ($FA = A_{pe} / A_{tot}$) e pelo de forma ($FF = A_{env} / V_{tot}$), assim como o fator solar (FS) adotado para os vidros das esquadrias e os ângulos verticais e horizontais de sombreamento (AVS e AHS), classificam como A o nível de eficiência da envoltória com respectivo EqNumEnv correspondendo a 5, mediante os valores representados na TABELA 18 e intervalos definidos por valores de i e de $IC_{máx}$, observados nas TABELAS 19 e 20.

TABELA 18 - Valores referentes às características da envoltória da edificação

A_{tot}	5.611,61
A_{env}	3.843,66
A_{pe}	1.620,00
Volume (m^3)	15.263,57
$\Sigma aberturas$ (m^2)	297,72
Fachada (m^2)	2.358,91
PAF_t	0,12
FF	0,25
FA	0,28
FS	0,72
AVS	0°
AHS	0°
IC_{env}	162,36

TABELA 19 - Valores encontrados nos cálculos de i , IC_{env} , $IC_{máx}$ e $IC_{mín}$

IC_{env}	$IC_{máx}$	$IC_{mín}$	i
162,36	187,64	159,06	7,14

Tabela 20: Limites dos intervalos dos níveis de eficiência para a edificação

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim Mín	-	$IC_{m\acute{a}x} - 3i + 0,01$ 166,14	$IC_{m\acute{a}x} - 2i + 0,01$ 173,37	$IC_{m\acute{a}x} - i + 0,01$ 180,23	$IC_{m\acute{a}x} + 0,01$ 187,37
Lim Max	$IC_{m\acute{a}x} - 3i$ 166,13	$IC_{m\acute{a}x} - 2i$ 173,36	$IC_{m\acute{a}x} - i$ 180,22	$IC_{m\acute{a}x}$ 187,36	-

Observou-se no cálculo do (IC_{env}), que o (PAFt) corresponde ao parâmetro de maior relevância na eficiência energética da envoltória, onde quanto menores forem as proporções de superfícies transparentes e translúcidas menor será o Índice de Consumo da Envoltória (IC_{env}), e portanto maior o nível de eficiência. O nível de eficiência “A” obtido para a envoltória do objeto de estudo, está relacionado à baixa proporção de aberturas na fachada, fato favorável para a climatização artificial, mas desfavorável para a iluminação artificial. Portanto, em regulamento aplicado, a relevância apenas do consumo de energia para climatização artificial em detrimento da iluminação e ventilação natural, mesmo sabendo-se que menores proporções de aberturas nas fachadas aumentam o consumo de energia destinado aos sistemas de iluminação artificiais.

Viu-se também que, apesar de o (IC_{env}) obtido eleger a envoltória da edificação como de nível A, diante dos pré-requisitos relacionados a cada nível de eficiência, observou-se que as características relacionadas às transmitâncias térmicas (U) das áreas de cobertura em laje e telha de fibrocimento e à absorptância térmica das áreas de paredes, com valores obtidos por meio de suas médias ponderadas classificam a envoltória da edificação como de nível E, já que os valores encontrados para (U), superior a $2,0 \text{ W} / \text{m}^2\text{K}$, e para (α) acima de 0,4, decorrentes das cores superficiais em maior proporção de preto, vermelho e bege, apresentaram-se abaixo dos limites aceitos para os níveis C e D de eficiência.

Além da relevância dos aspectos relacionados ao consumo de energia para climatização artificial em detrimento aos relacionados com o aumento de consumo para iluminação artificial, a determinação da eficiência energética da envoltória através do (IC_{env}) não inclui parâmetros que se inter-relacionam com os pré-requisitos específicos de transmitância e absorptância para cada nível de eficiência pretendido, o que resulta em níveis de eficiência divergentes, comprometendo tanto o diagnóstico da envoltória quanto a classificação geral do nível de eficiência

energética da edificação em estudo. No entanto para efeito de cálculo do número de pontos total (PT) para a classificação geral da edificação adotou-se o nível de eficiência E para envoltória.

Para os ambientes analisados consideraram-se as refletâncias de teto e piso correspondendo respectivamente a 70% e 10% e as refletâncias das paredes variando de 30% a 50% dependendo das cores e materiais existentes, além de altura útil de 1,87 m, diante da altura do plano de trabalho adotada de 0,90 m e pé direito da edificação de 2,77 m.

No que se refere ao sistema artificial de iluminação, as lâmpadas identificadas no sistema de iluminação corresponderam às fluorescentes de 40 W e 20 W e às fluorescentes compactas de 20 W, com fluxos luminosos nominais (ϕ) adotados de 2.700 lumens, 1.060 lumens e 945 lumens, padronizados respectivamente para efeito de cálculo. Foram considerados reatores fluorescentes eletrônicos-Poup-AFP, da marca INTRAL, predominantemente encontrados no sistema de iluminação da edificação, como modelo padrão, que apresenta fator de fluxo luminosos (FB) de 0,9 e consumo de 38 W e 71 W para uma e duas lâmpadas de 40 W respectivamente e de 19 W e 36,5 W para uma e duas lâmpadas de 20 W respectivamente. (ANEXO D)

Grande parte da iluminação da edificação se dá através de nichos rebaixados no forro de gesso com fechamento em vidro jateado, seguida das luminárias tipo calha externa para lâmpadas tubulares e luminárias circulares de embutir para lâmpadas compactas (ANEXO A). Diante da variedade de marcas e da ausência de especificações técnicas referentes aos nichos de iluminação no gesso, determinou-se a padronização do fator de utilização das luminárias, considerando-se para os nichos, valores equivalentes ao modelo de luminária de embutir com fechamento translúcido, com características mais adequadas às suas configurações e para as outras luminárias valores equivalentes a seus respectivos modelos padronizados, ambos obtidos nos catálogos técnicos das luminárias escolhidas como padrão (ANEXO D).

Após determinação do nível de eficiência para cada ambiente e da subsequente média ponderada dos seus respectivos equivalentes numéricos com suas áreas, estimou-se o EqNumDPI final do sistema de iluminação correspondente a 1,4 que equivale ao Nível E de eficiência do sistema de iluminação artificial da edificação (APÊNDICE C).

Apesar de alguns ambientes atenderem o pré-requisito referente ao controle instalado manual, para acionamento independente de ponto de luz mais próximo à janela, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível, exigido para o nível A e B, considerou-se o nível E predominante no sistema de iluminação da edificação. Entendeu-se que de acordo com o regulamento específico, o baixo nível de eficiência está associado aos tipos de luminárias utilizadas, seguida da relação inadequada entre a quantidade e distribuição destas nos ambientes.

Diante dos métodos e parâmetros para a determinação de eficiência energética do sistema artificial de iluminação, constatou-se que o regulamento específico não considera aspectos relevantes sobre a proporção de iluminação natural utilizada para a redução do consumo energético, visto que, a iluminação natural é considerada apenas em um dos requisitos específicos para o alcance dos níveis A e B de eficiência, referente à utilização de sistemas com acionamento independentes para luminárias próximas às janelas, não considerando as características das aberturas, tais como proporção, tipo de fechamento e caixilhos, além dos fatores de obstrução externos.

A determinação do nível de eficiência do sistema de climatização artificial deu-se a partir do levantamento dos equipamentos utilizados em cada ambiente, já que toda a climatização da edificação faz-se através de aparelhos de ar condicionados dos tipos compactos e splits, observando-se apenas na área limpa da lavanderia e na área de cocção da cozinha a presença de ventiladores e exaustores mecânicos. Para efeito de cálculo não foram considerados os equipamentos de ventilação e exaustão mecânicas, por não representarem amostragem relevante diante da elevada proporção de aparelhos de ar condicionado, considerando suas respectivas áreas de influência como não climatizadas, frente à classificação geral do sistema de climatização artificial da edificação.

Com a determinação do nível de eficiência dos equipamentos de ar condicionado para cada ambiente, seguida da média ponderada dos seus respectivos equivalentes numéricos com as áreas por eles climatizadas, estimou-se o EqNumCA final do sistema de condicionamento de ar correspondente a 3,1 que equivale ao Nível C de eficiência (APÊNDICE D).

Quanto à ventilação natural para áreas não condicionadas artificialmente, diante de dados reais de temperatura, umidade e velocidade do ar obtidos nas estações meteorológicas instaladas, utilizaram-se as informações sobre conforto

térmico mediante interpretação da carta bioclimática elaborada para os períodos de inverno e verão em detrimento de simulação computacional proposta no regulamento específico para a determinação do equivalente numérico da ventilação natural de ambientes não climatizados (EqNumV), que varia de acordo com o Percentual de horas ocupadas em conforto (POC).

Comparando-se as condições de desconforto, presentes na maior parte do tempo nos ambientes internos, comprovadas através da carta bioclimática, com o $POC \leq 60\%$, chegou-se (EqNumV) 1, que corresponde a situação menos eficiente.

O nível de eficiência energética geral da edificação finalmente foi determinado através do cálculo do número de pontos (PT), obtidos mediante a distribuição dos pesos estipulados para cada requisito com seu respectivo EqNum e os valores da área útil (AU), área condicionada (AC), área não condicionada de permanência transitória (APT) e área não condicionada de permanência prolongada (ANC) da edificação.

Com EqNumEnv, EqNumDPI, EqNumCA e EqNumV correspondendo a 1, 1, 3 e 1 respectivamente e com valores de 4.082,5 m², 1.762,25 m², 1.684,72 m² e 635,57 m² para AU, AC, APT e ANC, classificou-se a eficiência energética da edificação como de nível D, uma vez que o número total de pontos PT encontra-se entre o intervalo de $\geq 1,5$ a $< 2,5$.

Apesar de, no cálculo do número total de pontos (PT), serem incluídas as áreas não climatizadas de permanência prolongada (ANC) e condicionadas (AC), observou-se que as correlações entre os sistemas artificiais e naturais e suas implicações no consumo energético não são fatores de relevância no regulamento aplicado, uma vez que não são consideradas a proporção de aberturas e as condições externas favoráveis à ventilação natural nos métodos propostos para a avaliação da eficiência energética da edificação.

O regulamento utilizado para avaliação da eficiência energética do HMSF apresenta limitações, no que se refere à não consideração da proporção de utilização de sistemas naturais, como requisito para o maior nível de eficiência da edificação, diante da limitada inclusão de parâmetros referentes às variáveis externas e suas inter-relações e implicações sobre o consumo de energia. No entanto, o baixo nível de eficiência energética da edificação frente aos sistemas artificiais, obtido após aplicação do regulamento proposto no Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e

Públicos, anexo da portaria nº 53 de 27 de Fevereiro de 2009, ao lado da análise dos resultados sobre as variáveis microclimáticas e da malha viária e os efeitos de suas inter-relações sobre o aumento do consumo de energia para os sistemas artificiais de iluminação e climatização, constataram a ineficiência energética do Hospital Memorial São Francisco.

CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES

O estudo das relações entre as variáveis construtivas do edifício do HMSF e do seu entorno, representadas por características microclimáticas, ruído e emissão de gases poluentes provenientes da malha viária e por elementos tridimensionais circunvizinhos, junto aos instrumentos de ordenamento urbano, é essencial no processo de planejamento e concepção de equipamentos urbanos, sobretudo os de saúde inseridos em interstícios urbanos, frente às interferências sobre a eficiência energética das edificações. A desconsideração do entorno e seu microclima urbano, onde o equipamento se insere e, portanto, das relações entre os aspectos referidos leva à grande inadequação com elevado prejuízo ao consumo de energia.

No que se refere às variáveis construtivas, constatou-se que a planta baixa do projeto de arquitetura do HMSF não é dotada de espacialização com proporções de profundidade satisfatórias para o aproveitamento das variáveis climáticas favoráveis de ventilação e iluminação naturais, assim como não tem dimensionamento e proporção de aberturas adequadas para a ventilação cruzada (entrada e saída de vento), características que tornam a maioria dos ambientes internos sem contato exterior e sem ventilação, incentivando a utilização de sistemas artificiais de iluminação e climatização. Além disso, tais características não condizem com as estratégias de alcance de conforto térmico sugeridas pelo Projeto 02:135.07-001/3 – Desempenho Térmico das Edificações - Parte 3 sobre a necessidade efetiva de ventilação cruzada, renovação do ar e desumidificação dos ambientes internos do HMSF, comprometendo as condições de conforto térmico e ainda a qualidade interna do ar, que assume características físicas de temperatura e umidade favoráveis à proliferação de fungos de acordo com a Resolução - RE nº 9 de 16 de Janeiro de 2003.

A ausência de dispositivos de proteção eficientes quanto ao bloqueio da radiação solar direta e aproveitamento da iluminação natural induz à utilização de películas protetoras nas esquadrias, reduzindo consideravelmente a disponibilidade de luz natural e resultando no acionamento do sistema artificial de iluminação durante todo o dia, já ineficiente frente à sua avaliação mediante aplicação do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética dos Edifícios de Serviços, Comerciais e Públicos, anexo da Portaria INMETRO nº 53.

As variáveis do entorno, referentes à malha viária, representadas pelo ruído e gases veiculares, associadas às variáveis climáticas e as leis de uso e ocupação do solo, interferem no aproveitamento dos recursos naturais potencialmente aproveitáveis, como ventilação e iluminação naturais, aumentando o uso dos sistemas artificiais de iluminação e climatização, e o aumento das áreas providas por sistemas artificiais, interferindo no consumo energético da edificação.

As direções predominantes e velocidades constantes do vento no entorno do objeto de estudo, conduzem o ruído e os gases veiculares para o HMSF. Este está exposto a maiores interferências frente a seu afastamento reduzido em relação à avenida Rui Barbosa, fonte de ruídos acima dos parâmetros de conforto acústico para áreas hospitalares e de gases veiculares que comprometem o conforto respiratório-olfativo de pacientes internos e profissionais. A proximidade de quartos de internação à avenida limita a abertura de janelas e o conseqüente aproveitamento da ventilação favorável, mesmo em horários de menor incidência de radiação solar direta, como uma estratégia de proteção aos efeitos indesejáveis da malha viária.

Diante da análise das interferências das variáveis do entorno urbano para a edificação em estudo, com afastamento frontal de 8,00 m, constatou-se que o afastamento frontal mínimo de 5,00 m exigido no Código de Urbanismo do Município de João Pessoa configura-se como subdimensionado para a implantação de Equipamentos Especiais (CI2), dentre os quais está incluído o uso do HMSF. Além do mais, julga-se incoerente a permissão de tal uso para a Zona Comercial de Bairro (ZB) em que se encontra o equipamento estudado, observando-se consulta prévia falha para tal localização e a desconsideração dos fatores relacionados à malha viária. Este fato conduz à discussão do Código de Urbanismo do município de João Pessoa, diante da consideração mais veemente das variáveis estudadas.

Quanto à análise dos resultados obtidos, referentes aos níveis de eficiência da envoltória e dos sistemas artificiais de iluminação e climatização para o HMSF, através do método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética dos Edifícios de Serviços, Comerciais e Públicos, anexo da Portaria INMETRO nº 53, constatou-se que este não considera de forma efetiva as interrelações analisadas entre as variáveis construtivas do edifício e do entorno urbano, do mesmo modo que não contempla a relação entre a potencialidade de uso

dos recursos naturais favoráveis e a proporção de sua utilização como requisito de avaliação, que vise à economia da energia destinada aos sistemas artificiais.

Além da reduzida consideração dos aspectos referentes à iluminação natural, nos métodos de avaliação do nível de eficiência dos sistemas artificiais de iluminação, observou-se a desconsideração dos mesmos, nos métodos referentes à avaliação do nível de eficiência da envoltória, que tem como principal determinante a proporção entre área de aberturas e área das fachadas, numa relação inversamente proporcional, beneficiando o sistema artificial de climatização, mas comprometendo o uso de iluminação e ventilação natural. Vê-se que, apesar do resultado satisfatório para envoltória, que atinge nível A de eficiência, frente ao Índice de Consumo da Envoltória (ICenv) obtido, os requisitos para tal avaliação comprometem a iluminação e ventilação naturais, fato que demonstra maior atenção voltada ao consumo energético para climatização artificial em detrimento do consumo para iluminação artificial

Frente à ausência de uma abordagem efetiva a respeito das variáveis microclimáticas e da potencialidade dos usos dos sistemas naturais de iluminação e climatização, e frente à valorização do sistema artificial de climatização em detrimento da iluminação e ventilação natural, constatou-se que o regulamento aplicado apresenta limitações em seu método prescritivo induzindo a utilização de sistemas artificiais de iluminação e climatização.

Diante do exposto, conclui-se que no planejamento do HMSF, tanto na escolha da área de implantação quanto na concepção do projeto arquitetônico, não foram consideradas relações entre as variáveis construtivas do edifício e do entorno urbano, assim como as variáveis de conforto térmico, acústico e olfativo-respiratório. resultantes destas, vendo-se que tal negação compromete a eficiência energética do equipamento urbano de saúde frente à sua inserção na malha urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Manuela Guedes de; BRAGANÇA, Luis; SOUZA, Lea Cristina Lucas de. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**. São Paulo: EdUFSCar, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15**: Segurança e Saúde do Trabalho. Rio de Janeiro, 2000. 6p.

_____. **NB-5382**: Verificação de iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1985. 6p.

_____. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 6401**: Instalações centrais de ar-condicionado para conforto – Parâmetros de projeto. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 7256**: Tratamento de ar em unidades médico-assistenciais. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1991. 13p.

_____. **NBR 10.151**: Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o Conforto da Comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 10.152**: Nível de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **Projeto 02:135.07-001/3**: Desempenho Térmico de Edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2004.

BITENCOURT, Fábio Oliveira. **A sustentabilidade em ambientes de serviços de saúde**: um componente de utopia ou de sobrevivência. In Quem tem medo da arquitetura hospitalar?/ Antônio Pedro (Org.). Salvador: Quarteto, 2006.

BRAZ, Renato; GAMA, Pedro; LANHAM, Ana, **Arquitetura Bioclimática** Perspectivas de inovação e futuro. Seminários de Inovação, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (http://www.gsd.inesc-id.pt/~pgama/ab/Relatorio_Arq_Bioclimatica.pdf), 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de controle de infecção hospitalar**. Brasília, 1987.

_____. **Portaria 3.523** de 28 de Agosto de 1998. Dispõe sobre a qualidade de ar (climatização). Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

_____. Secretaria de assistência à saúde. Agência nacional de vigilância sanitária. **Resolução. Regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.** Resolução – RDC 50, de 21/02/2002, Brasília, DF, 20 de Março de 2002.

CARVALHO, Antônio Pedro (Org.). **Temas de arquitetura de estabelecimentos assistenciais de saúde.** 2. ed. Salvador: Quarteto, 2003.

CARVALHO, Cláudio Elias; FADIGAS, Eliane A. Amaral; DOS REIS, Lineu Bélico. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável.** Barueri: Manole, 2005.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (1997). **Relatório Anual de Qualidade de Ar no Estado de São Paulo.** São Paulo, SP, 1996.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simons. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental.** Rio de Janeiro: Revan, 2003.

_____. **Relatório Anual de Qualidade de Ar no Estado de São Paulo.** São Paulo, SP, 2005.

_____. **Emissões veiculares.** Disponível em www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/proconve.asp, 1997. Acessado em Agosto de 2008.

COSTA, J. M. S.; ARAÚJO, V. M. D. **Qualidade do ar e conforto térmico:** Um estudo avaliativo em espaços de estacionamento em Natal/RN. In Núcleo de pesquisa em tecnologia da arquitetura e urbanismo da Universidade de São Paulo. Anais. São Paulo: NUTAU, 2004.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos por Ano de Fabricação segundo as Regiões e Unidades de Federação.** Setembro de 2004. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/estatisticas>. Último acesso em 2008.

ELETROBÁS. **PROCEL** – Programa nacional de conservação de energia elétrica. Manual de iluminação eficiente. 1. ed. Jul 2002.

FILIZOLA, I. M. **Identificação de valores referenciais do nível de emissão de gases de veículos automotores leves de ciclo Otto.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2005.

FREIRE, Márcia Rebouças. **A qualidade dos ambientes hospitalares em estabelecimentos assistenciais de saúde.** In Temas de Arquitetura de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde/ Antônio Pedro Alves de Carvalho. Organizador; Terezinha de Araújo, Maria Tereza Oliveira... [et al.]. Salvador: Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Arquitetura, 2002.

FREIRE, Sheila Azevedo. **Interrelações entre a qualidade do ar externa e interna em ambientes hospitalares:** caso do Complexo de doenças infecto-contagiosas Dr. Clementino Flagra. Dissertação de Mestrado. UFPB, 2005.

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

FUNDACENTRO. **NHT: Norma para avaliação de exposição ocupacional ao ruído contínuo e intermitente, por dosímetros**. Nnnn: de 1986.

GÓES, Ronald de. **Manual prático de arquitetura hospitalar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

GONÇALVES, Joana Carla S.; VIANNA, Nelson Solano. **Iluminação e arquitetura**. São Paulo: Geros, 2001.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Gráficos climatológicos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 mar. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **Eficiência energética**. Disponível em: <<http://www.inee.org.br/>> Acesso em: 17 de abr. 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZACAO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos**. Disponível em: www.inmetro.gov.br. Acesso: 10 Jan. 2009.

KARMAN, Jarbas. **Manutenção hospitalar preditiva**. São Paulo: PINI, 1994.

LAMBERT, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LIMA, J. F. João Filgueiras: entrevista. [Jun.2003]. Entrevistador: Éride Moura. PROJETO. São Paulo, 2003. n. 280, p. 4-6, Jun.

MALKIN, Jain. **Hospital interior architecture: creating healing environments for special patient populations**. New Yor: John Wiley, 1992.

MASCARELLO, Vera Lúcia Dutra. **Princípios bioclimáticos e princípios de arquitetura moderna** - evidências no edifício hospitalar. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Dissertação de Mestrado, 2005.

MONTERO, Jorge Isaac Perén. **Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé**: estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro. Universidade de São Paulo USP, 2006. Dissertação de Mestrado.

OLGYAY, Victor. **Arquitetura y clima: manual de diseño biclimático para arquitectos e urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

OSRAM. **Catálogo de lâmpadas**. Mar. 2004.
<http://www.osram.com.br/download/manual/MANUAL.PDF> (01/03/2004).

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E.C.S. **Microbiologia**. São Paulo: Macgraw-Hill, 1981. 1072p.

PLEIJEL, G. The Computation of Natural Radiation in Architecture and Town Planning, Meddelande (Bulletin) n°25 (Estocolmo): Statens Nämnd för Byggnadsforskning, 1945.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Código de Urbanismo

RIBAS, Otto Toledo; OLIVEIRA, Tadeu Almeida de. **Sistemas de Controle das condições ambientais de conforto**. Brasília, 1995.

RIVERO, R. (1985). **Acondicionamento térmico natural**: arquitetura e clima. Porto Alegre: Ed. da Universidade.

SALDIVA, P.H.N.; PEREIRA, L. A. A. e BRAGA, A. **Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana**. São Paulo – SP: Faculdade de Medicina da USP, 1995.

SAMPAIO, Ana Virgínia Carvalhaes de Faria. **Arquitetura hospitalar**: projetos ambientalmente sustentáveis, conforto e qualidade – proposta de um instrumento de avaliação. Tese de doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. FAUUSP, 2005.

SANTOS, Romeo Ferreira dos. **A arquitetura e a eficiência nos usos finais da energia para o conforto ambiental**. Dissertação de Mestrado - USP. São Paulo, 2002.

SILVA, Francisco de Assis Gonçalves da. **Conforto Ambiental**; iluminação de interiores. João Pessoa: A União, 1992. 96p.

SOUZA, A. P. A. de. **Uso da Energia em Edifícios**: Estudo de Caso de Escolas Municipais e Estaduais de Itabira, Minas Gerais. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005. (Dissertação, Mestrado em Tecnologia).

TACO, Glenda Benita Gonzáles. **Desenvolvimento de uma metodologia para identificar espacialmente os níveis de emissão de gases derivados de veículos automotores nas áreas urbanas**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2006.

VAZ DE MELO, C. R. **Desenvolvimento de uma metodologia para determinar os níveis de emissão do escapamento de veículos automotores do ciclo Otto em condições reais de operação**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Contagem manual volumétrica do fluxo veicular

PESQUISA DE CONTAGEM DE TRÁFEGO

Local: _____ Data: _____
 Hora de início: _____ Hora de Término: _____

Int. Tempo	Leves	Motos	Cam-ônibus	Utilitário	Total
6:00 - 6:15	18	12	5	3	38
6:15 - 6:30	39	14	3	2	58
6:30 - 6:45	73	31	4	18	126
6:45 - 7:00	150	32	2	16	200
1- 6:00 - 7:00	280	89	14	39	422
7:00 - 7:15	198	47	13	20	278
7:15 - 7:30	204	47	8	15	274
7:30 - 7:45	250	41	8	8	307
7:45 - 8:00	265	71	11	19	366
2- 7:00 - 8:00	917	206	40	62	1225
8:00 - 8:15	272	63	8	18	361
8:15 - 8:30	282	72	9	26	389
8:30 - 8:45	294	64	6	21	385
8:45 - 9:00	263	44	6	31	344
3- 8:00 - 9:00	1111	243	29	96	1479
9:00 - 9:15	285	61	9	32	387
9:15 - 9:30	247	49	3	34	333
9:30 - 9:45	264	53	4	20	341
9:45 - 10:00	219	51	10	22	302
4- 9:00 - 10:00	1015	214	26	108	1363
10:00 - 10:15	255	44	12	20	331
10:15 - 10:30	204	36	4	20	264
10:30 - 10:45	210	30	4	19	263
10:45 - 11:00	220	47	12	25	304
5- 10:00 - 11:00	889	157	32	84	1162
11:00 - 11:15	253	66	8	27	354
11:15 - 11:30	224	48	7	26	305
11:30 - 11:45	232	41	7	32	312
11:45 - 12:00	214	62	5	23	304
6- 11:00 - 12:00	709	217	27	108	1275
12:00 - 12:15	250	78	5	26	359
12:15 - 12:30	225	47	2	24	298
12:30 - 12:45	230	47	5	23	305
12:45 - 13:00	232	54	7	30	323
7- 12:00 - 13:00	937	226	19	103	1285
13:00 - 13:15	230	53	6	27	316
13:15 - 13:30	241	51	7	25	324
13:30 - 13:45	260	52	3	16	331
13:45 - 14:00	298	68	8	26	400
8- 13:00 - 14:00	1029	224	24	94	1371

PESQUISA DE CONTAGEM DE TRÁFEGO					continuação
Int. Tempo	Leves	Motos	Cam-ônibus	Utilitário	Total
14:00 - 14:15	301	67	5	27	400
14:15 - 14:30	304	69	4	35	412
14:30 - 14:45	299	68	10	35	412
14:45 - 15:00	259	54	9	23	345
9- 14:00 - 15:00	1163	258	28	120	1569
15:00 - 15:15	305	60	7	45	417
15:15 - 15:30	273	81	4	29	387
15:30 - 15:45	271	75	6	24	376
15:45 - 16:00	295	67	11	32	405
10- 15:00 - 16:00	1144	283	28	130	1585
16:00 - 16:15	272	55	16	25	368
16:15 - 16:30	234	55	8	29	326
16:30 - 16:45	222	44	9	46	321
16:45 - 17:00	276	43	2	25	346
11- 16:00 - 17:00	1004	197	35	125	1361
17:00 - 17:15	246	61	3	32	342
17:15 - 17:30	248	41	2	30	321
17:30 - 17:45	292	69	8	18	387
17:45 - 18:00	278	65	4	18	365
12- 17:00 - 18:00	1064	236	17	98	1415
18:00 - 18:15	273	66	4	20	363
18:15 - 18:30	217	58	3	16	294
18:30 - 18:45	211	56	4	28	299
18:45 - 19:00	216	51	1	12	280
13- 18:00 - 19:00	917	231	12	76	1236
19:00 - 19:15	215	50	3	15	283
19:15 - 19:30	210	33	3	11	257
19:30 - 19:45	158	35	1	14	208
19:45 - 20:00	120	21	1	10	152
14- 19:00 - 20:00	703	139	8	50	900

APÊNDICE B

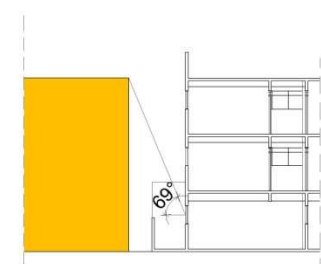
Ângulos horizontais e verticais de obstrução



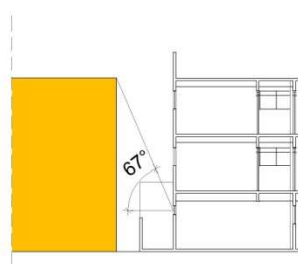
AB1- Ângulos horizontais de obstrução das janelas J1, J2 e J3 do térreo da fachada lateral esquerda.



AB2 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J4, J5 e J6 do térreo da fachada lateral esquerda.



Ângulo vertical J1,J2,J3,J4 e J5

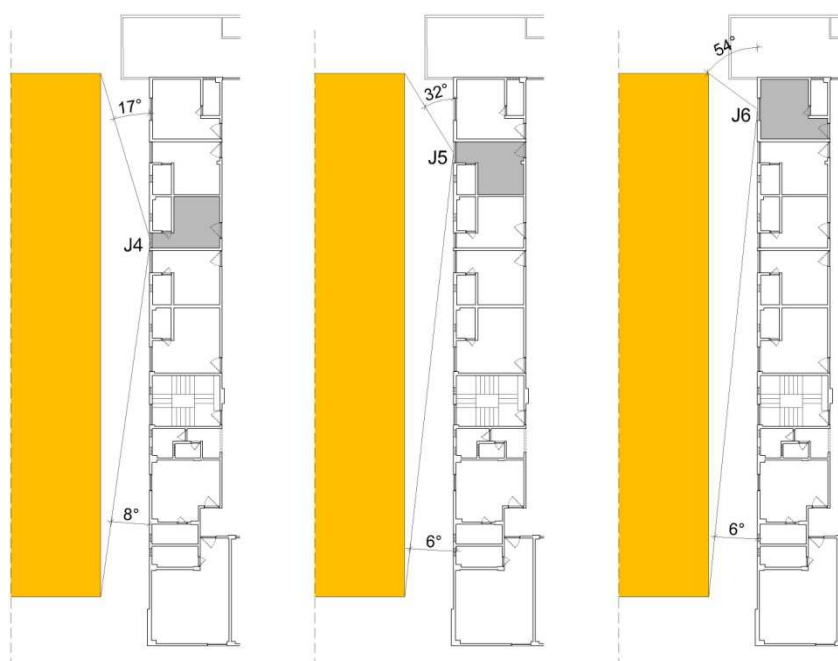


Ângulo vertical J6

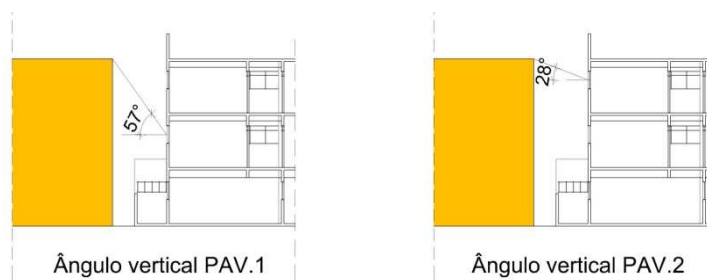
AB3 - Ângulos verticais de obstrução do térreo da fachada lateral esquerda



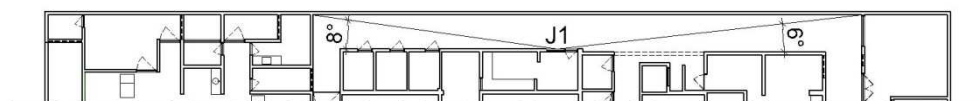
AB4 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J1, J2 e J3 do primeiro pavimento da fachada lateral esquerda.



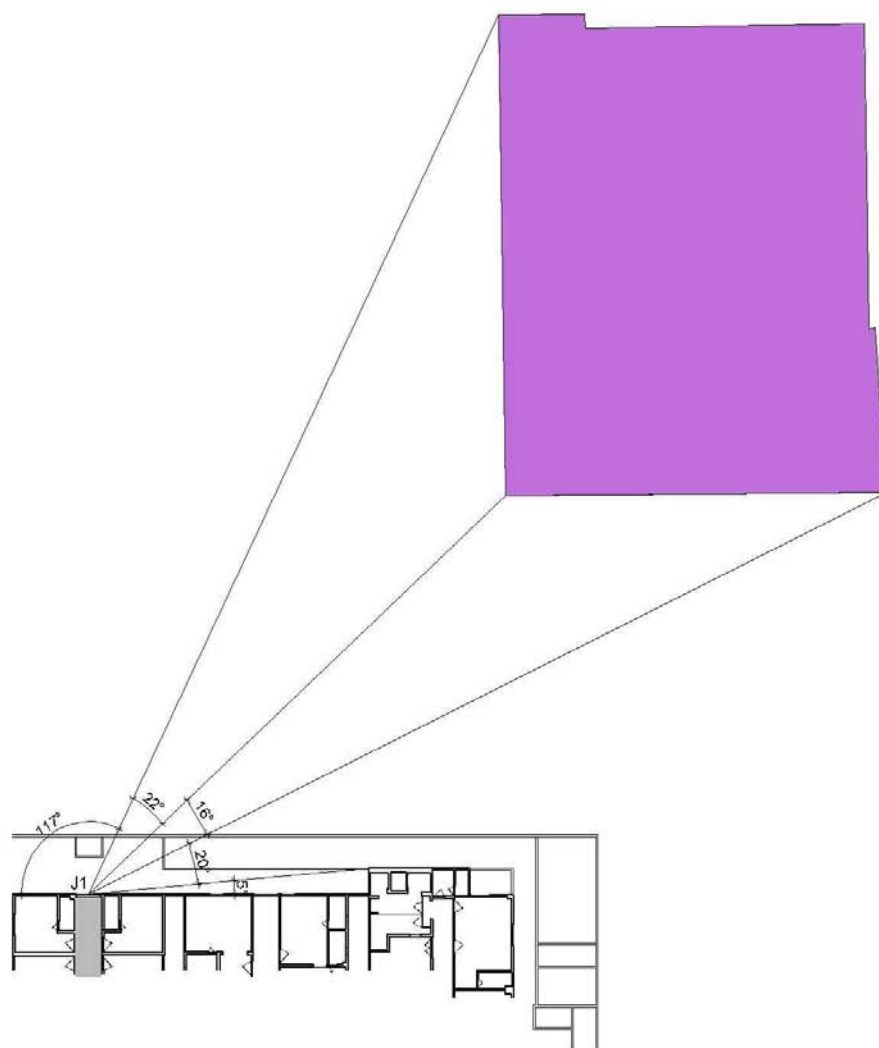
AB5 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J4, J5 e J6 do primeiro pavimento da fachada lateral esquerda.



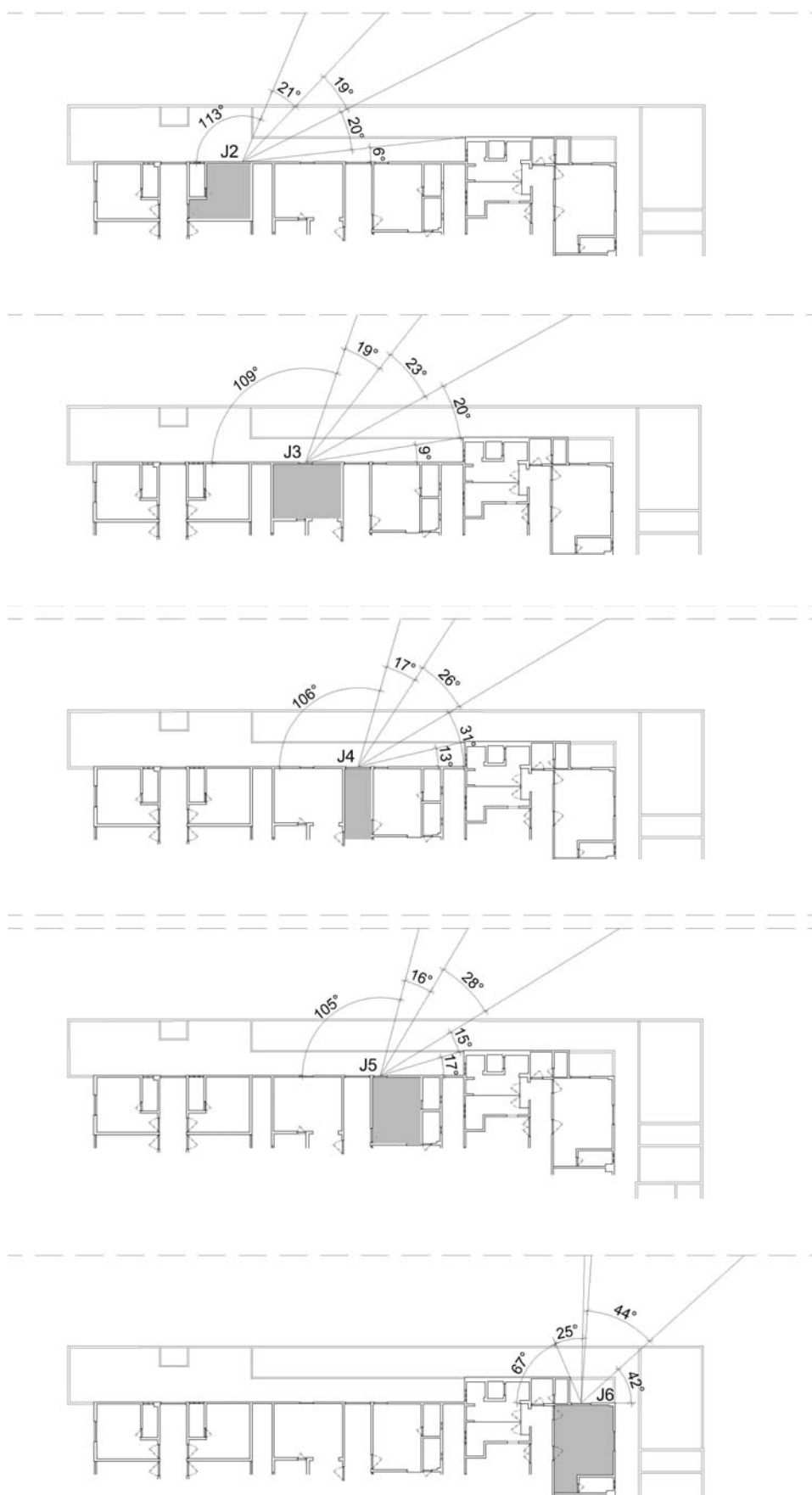
AB6 - Ângulos verticais de obstrução do primeiro e segundo pavimentos da fachada lateral esquerda.



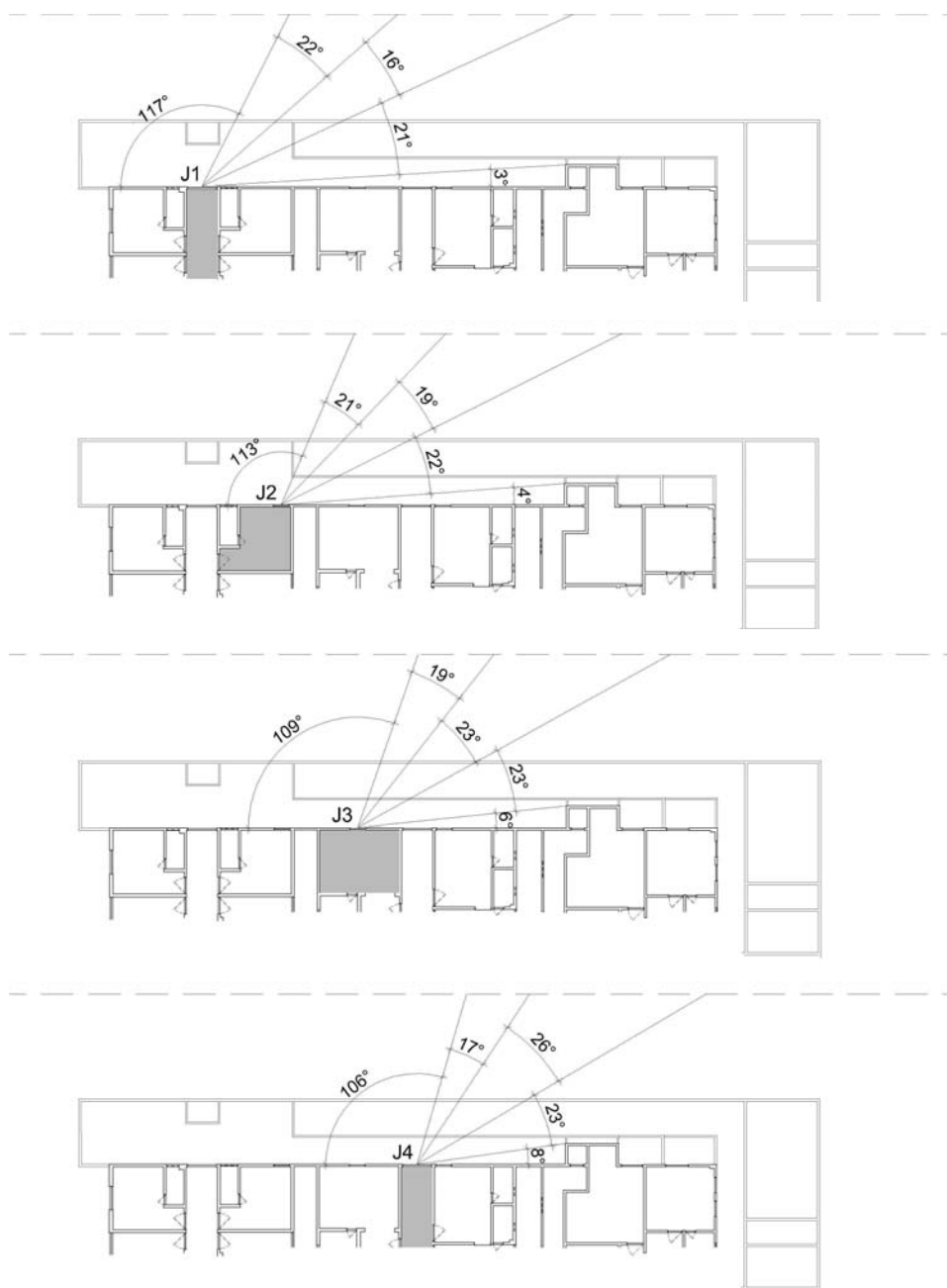
AB7 - Ângulo horizontal de obstrução da janela J1 do térreo da fachada posterior.



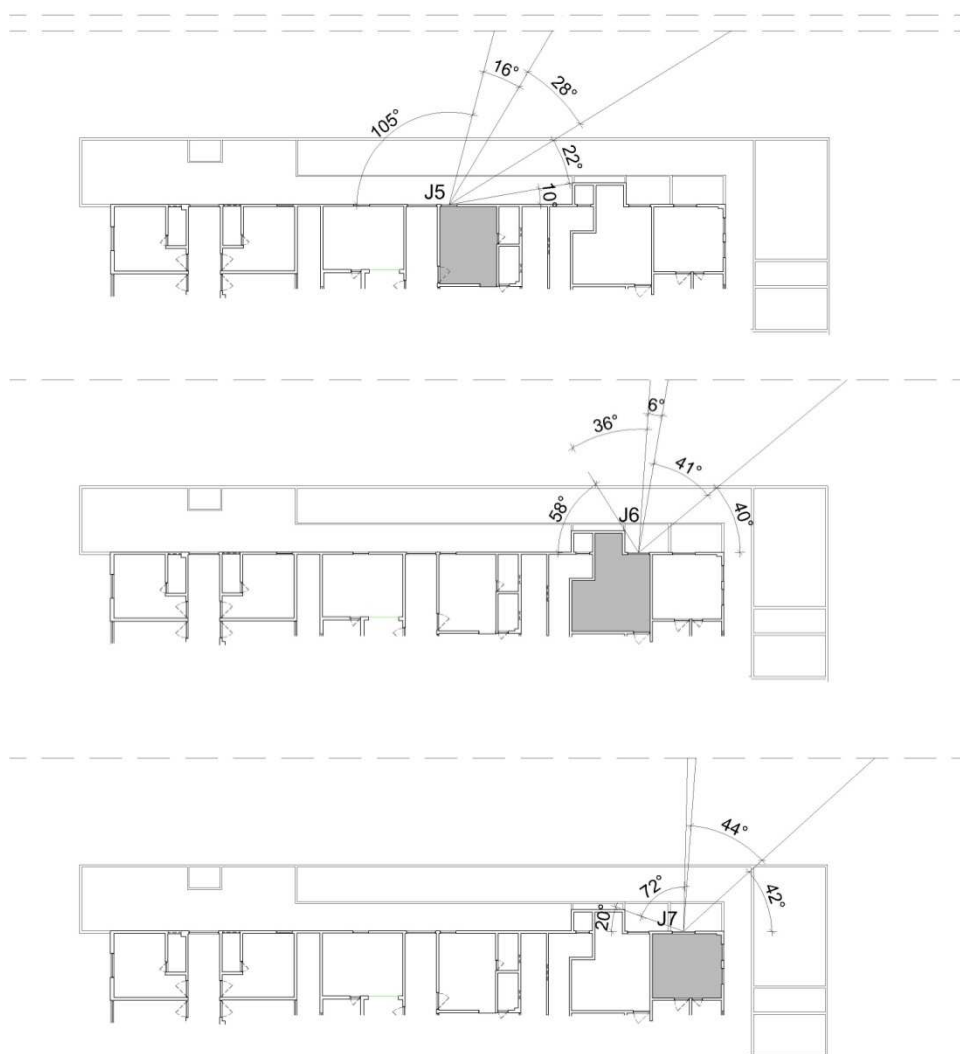
AB8 - Ângulos horizontais de obstrução da janela J1 do primeiro pavimento da fachada posterior.



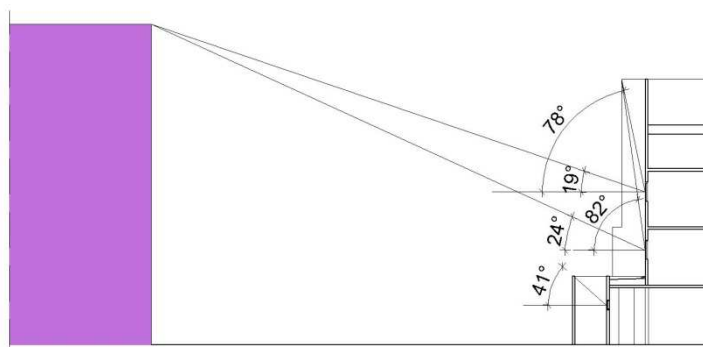
AB9 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J2, J3, J4, J5 e J6 do primeiro pavimento da fachada posterior.



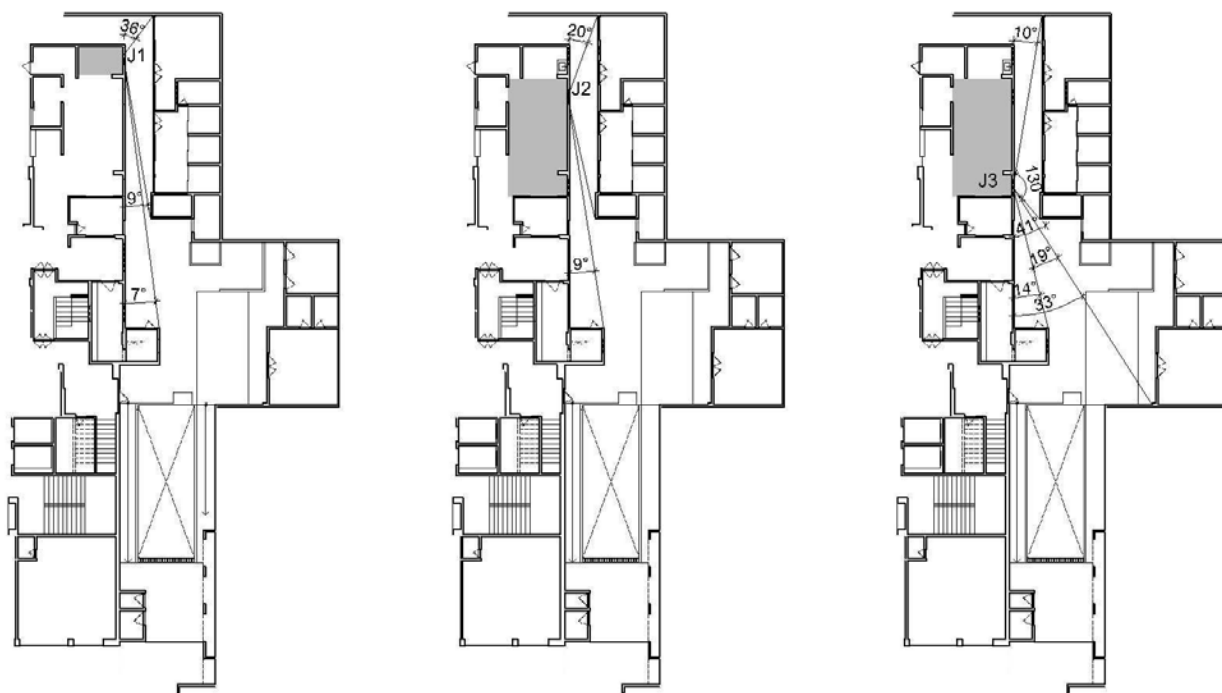
AB10 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J1, J2, J3 e J4 do segundo pavimento da fachada posterior.



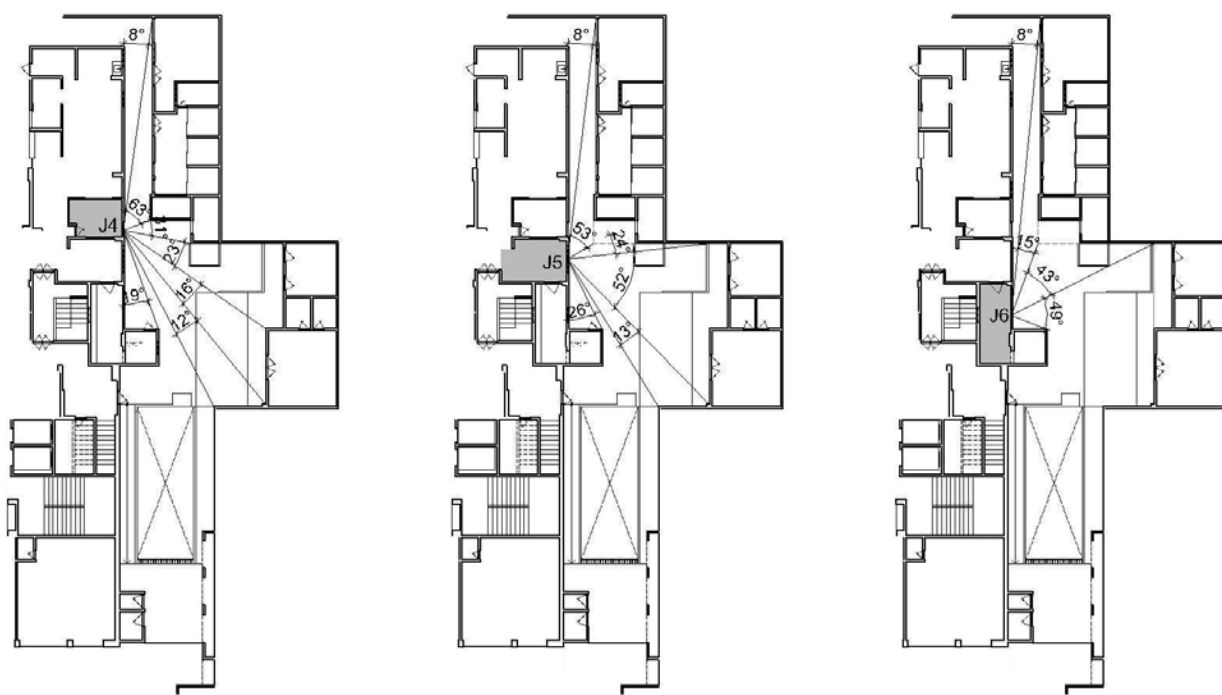
AB11 - Ângulos horizontais das janelas J5, J6 e J7 do segundo pavimento da fachada posterior.



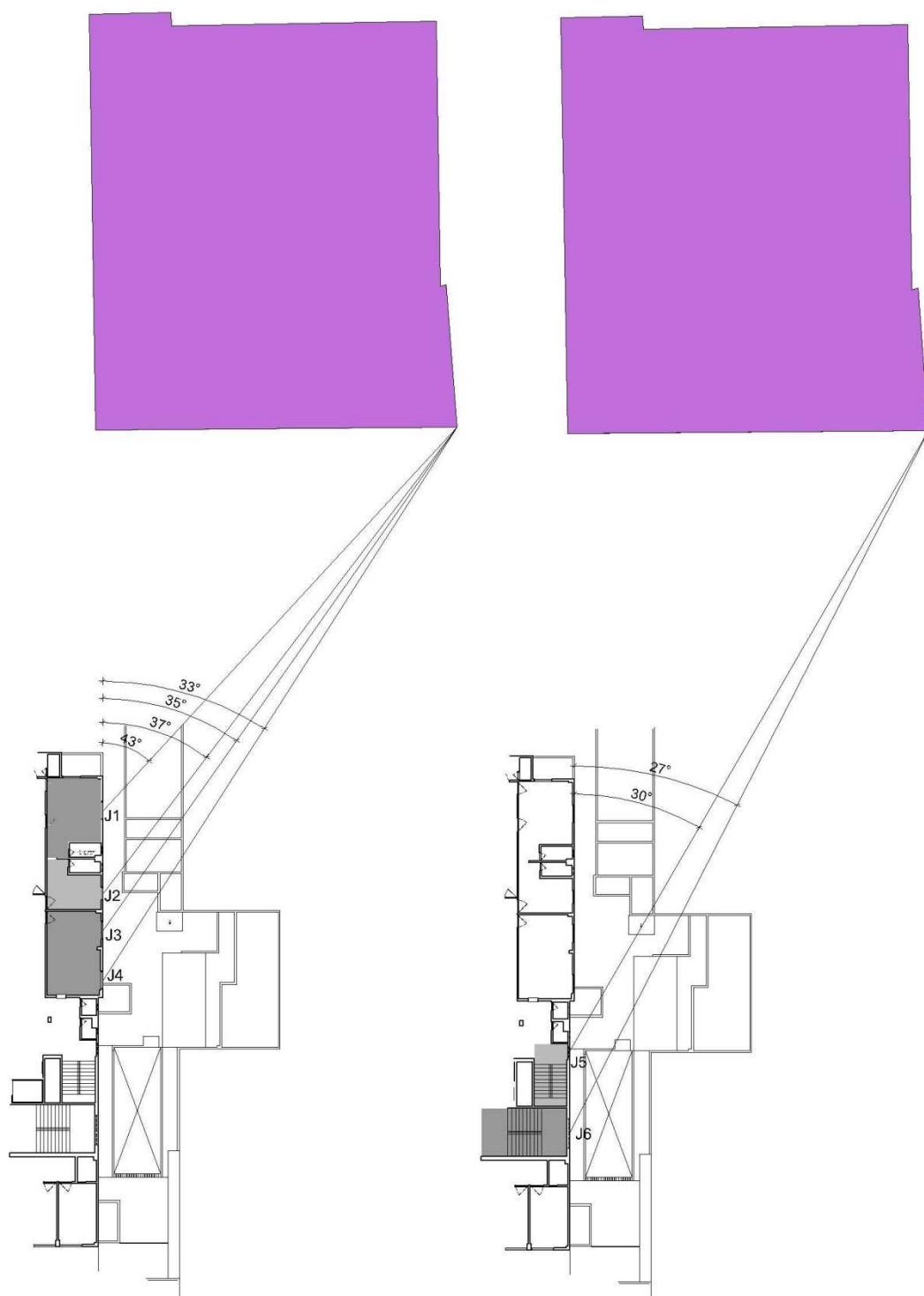
AB12 - Ângulos verticais de obstrução do térreo e primeiro e segundo pavimentos da fachada posterior.



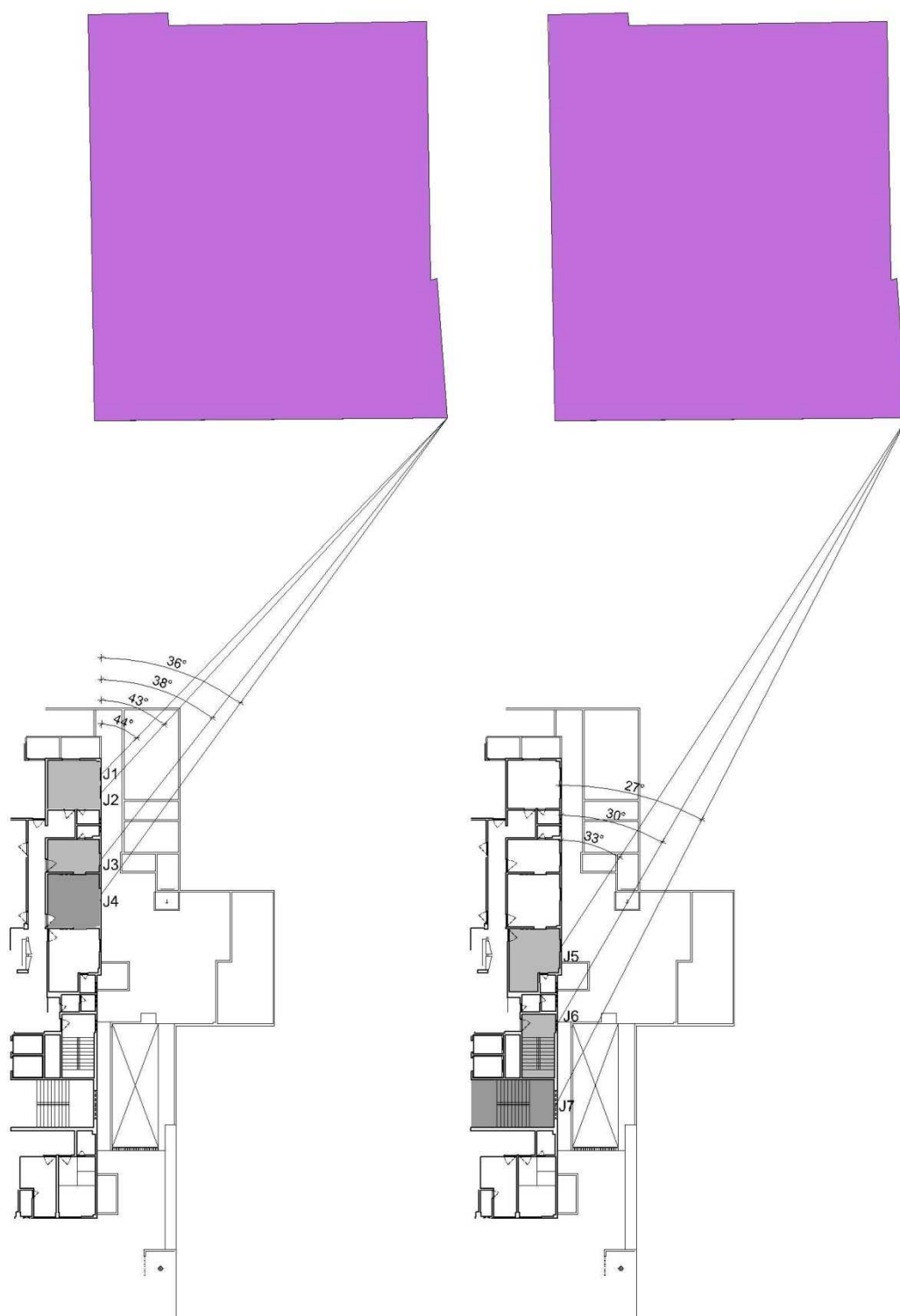
AB13 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J1, J2 e J3 do térreo da fachada lateral direita.



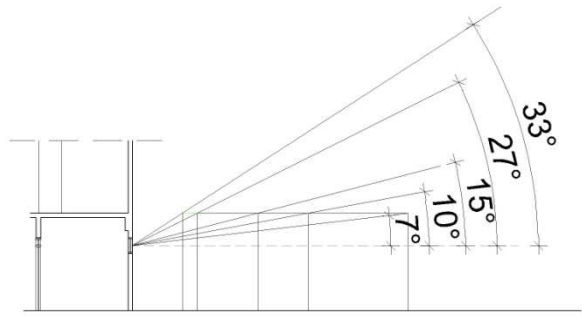
AB14 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J4, J5 e J6 do térreo da fachada lateral direita.



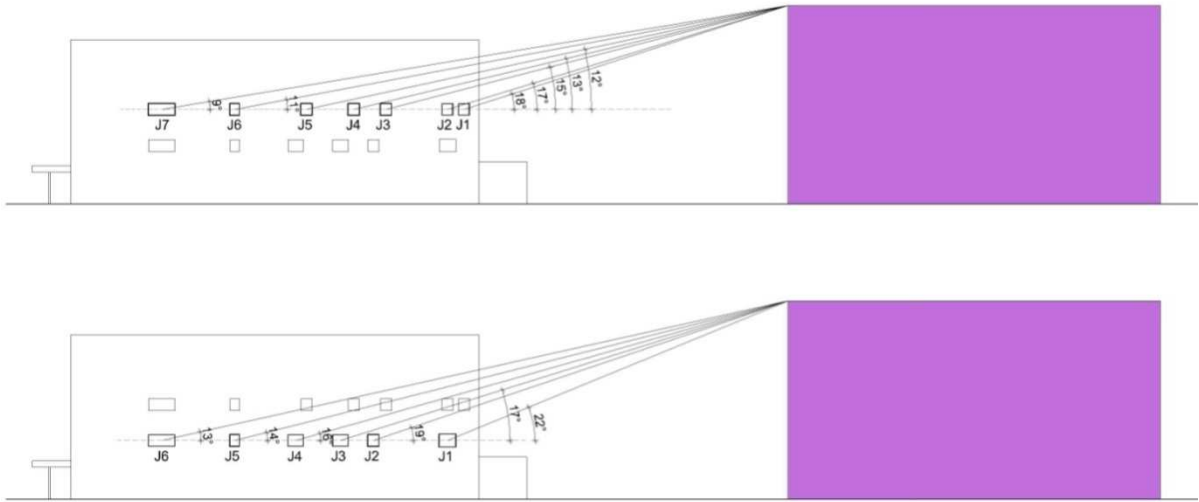
AB15 - Ângulos horizontais das janelas J1, J2, J3, J4, J5 e J6 do primeiro pavimento da fachada lateral direita.



AB16 - Ângulos horizontais de obstrução das janelas J1, J2, J3, J4, J5, J6 e J7 do segundo pavimento da fachada lateral direita.



AB17 - Ângulos verticais de obstrução do térreo da fachada lateral direita.



AB18 - Ângulos verticais de obstrução do primeiro e segundo pavimentos da fachada lateral direita.

APÊNDICE C

Resultados dos cálculos de Iluminância (E), Densidade de Potência Instalada relativa (DPIr) e níveis de eficiência energética do sistema artificial de iluminação por ambiente

TÉRREO												
AMBIENTE	Z	N	φ lumens	A m²	K	FU	E lux	Pt W	DPIr W/m²	E (lux) (NBR 5413)	Nível	Eq.num
Recepção	12	1	1.060	59,87	1,89	0,46	130,1	361	4,63	150-200-300	E	1
Hall/Elev.	2	1	1.060	19,39	1,13	0,4	80,2	71	4,56	75-100-150	D	2
	2	1	1.060	9,74	0,74	0,33	131,7	76	5,92			
Escada	1	2	945	26,83				40		75-100-150	E	1
Patamar 1					0,35	0,34			7,78		E	1
Patamar 2					0,73	0,36			7,24		E	1
Guias/Autor.	2	1	2.700	7,67	0,65	0,31	157,1	71	5,89	300-500-750	D	2
CPD	2	3	2.700	13,56	0,95	0,31	266,7	213	5,89	300-500-750	E	1
Telefonista	1	1	2.700	5,65	0,6	0,28	96,33	38	6,98	150-200-300	E	1
COZINHA												
Despensa	1	1	2.700	11,29	0,81	0,41	70,59	38	4,76	100-150-200	D	2
Lavagem	1	1	2.700	10	0,84	0,43	83,59	38	4,54	150-150-300	E	1
Pré-seleção	1	2	2.700	11,07	0,88	0,43	152,8	76	4,49	150-150-300	E	1
Cocção	2	2	2.700	31	1,4	0,54	135,5	152	3,61	150-150-300	D	2
Circulação	1	1	2.700	6,19	0,66	0,37	117,8	38	5,21	75-100-150	D	2
Circul./Distrib.	1	2	2.700	12,04	0,77	0,37	121,1	76	5,21	75-100-150	D	2
Nutricionista	1	1	2.700	8,7	0,77	0,37	83,79	38	5,21	150-200-300	D	2
										300-500-750		
Utensílios	1	1	2.700	5,25	0,53	0,34	125,9	38	5,74	100-150-200	D	2
Distribuição	1	1	2.700	6,4	0,64	0,36	109,4	38	5,42	150-200-300	D	2
Refeitório	8	1	2.700	35,72	1,55	0,44	229,2	284	4,36	100-150-200	E	1
	2	2	1.060					73				
CENTRO CIRÚRGICO												
Recuperação	2	4	1.060	19,92	1,18	0,39	119,5	146	6,13	100-150-200 150-150-300	E	1
Sl./Cirurgia 1	2	4	1.060	24	1,31	0,42	106,8	146	5,69	300-500-750	E	1
Sl./Cirurgia 2	2	4	1.060	21,5	0,39	0,42	110,8	146	6,13	300-500-750	E	1
Vestiário/masc.	1	2	945	7,68	0,7	0,39	77,76	40	6,69	100-150-200	E	1
Vestiário/fem.	1	2	945	7,68	0,7	0,39	77,76	40	6,69	100-150-200	E	1
Utilidades	1	2	945	5,64	0,55	0,37	99,19	40	7,15	100-150-200	E	1
Mat. Esteriliz.	1	2	945	5,7	0,63	0,37	98,14	40	7,15	100-150-200	E	1
Guarda/anest.	1	1	945	3,08	0,44	0,37	90,81	20	7,15	100-150-200	E	1
Circ./interna	20	1	2.700	29,91	0,92	0,35	455	709	5,21	75-100-150	D	2
Circ./externa	6	1	2.700	8,78	0,72	0,25	332,1	213	7,3	75-100-150	E	1
	6	1	2.700	15,11	0,89	0,36	277,9	213	5,07	75-100-150	D	2
EMERGÊNCIA												
Espera	1	4	945	11,28	0,83	0,42	112,6	80	6,29	150-200-300	E	1
Recepção	1	2	945	11,3	0,85	0,42	57,05	40	6,29	150-200-300	E	1
Circulação 1	12	1	2.700	16,51	0,85	0,33	466,3	426	5,53	75-100-150	E	1
Circulação 2	22	1	2.700	27,91	0,87	0,35	536,3	781	5,21	75-100-150	D	2
Circulação 3	10	1	2.700	14,57	0,83	0,33	440,3	354	5,53	75-100-150	E	1
Consultório	1	4	1.060	9,48	0,82	0,33	106,3	73	7,24	100-150-200	E	1
										150-150-300		
Sala/Emerg.	1	4	1.060	9,48	0,82	0,33	106,3	73	7,24	100-150-200	E	1
										150-150-300		
Sala/Observ.	1	4	1.060	9,48	0,82	0,33	106,3	73	7,24	100-150-200	E	1
										150-150-300		
Observ./Geral	1	4	945	21,95	1,24	0,49	67,5	80	5,39	100-150-200	E	1
										150-150-300		

TÉRREO											continuação	
AMBIENTE	Z	N	φ	A	K	FU	E	Pt	DPIr	E (lux)	Nível	Eq.num
			lumens	m²			lux	W	W/m²	(NBR 5413)		
Lab. chapas	1	2	945	4,54	0,48	0,37	123,2	40	7,15	100-150-200	E	1
Bancada/Rec.	2	2	1.060	11,02	0,86	0,34	94,18	73	7,03	150-200-300	E	1
Curativos	2	1	2.700	7,97	0,72	0,31	151,2	71	5,89	100-150-200 150-150-300	D	2
Observ./Fem.	2	3	1.060	20	1,18	0,39	89,29	110	6,13	100-150-200 150-150-300	E	1
Observ./Mas.	2	3	1.060	15,71	1,03	0,37	107,8	110	6,46	100-150-200 150-150-300	E	1
Plantão	1	1	945	13,69	0,97	0,46	25,4	20	5,75	100-150-200	E	1
HEMODIÁLISE												
Consultório1	2	2	1.060	12,55	0,94	0,3	72,97	73	7,97	100-150-200 150-150-300	E	1
C.A.P.D.	2	2	1.060	9,76	0,83	0,33	103,2	73	7,24	100-150-200 150-150-300	E	1
Recuperação	2	2	1.060	9,76	0,83	0,33	103,2	73	7,24	100-150-200 150-150-300	E	1
Sala C	2	2	1.060	15,11	1,03	0,32	64,65	73	7,47	100-150-200 150-150-300	E	1
Copa	1	4	945	11,78	0,85	0,44	113	80	6,01	150-150-300	E	1
Sala amarela	2	2	1.060	12,55	0,94	0,3	72,97	73	7,97	100-150-200 150-150-300	E	1
Sala Branca	1	#	945	34,19	1,54	0,52	138	240	5,08	100-150-200 150-150-300	E	1
Sala/Reunião	2	1	1.060	10,65	0,86	0,33	47,29	36,5	7,24	200-300-500	E	1
Circulação 1	8	1	2.700	15,4	0,84	0,33	333,3	284	5,53	75-100-150	E	1
Circulação 2	14	1	2.700	19,18	0,87	0,35	496,6	497	5,21	75-100-150	D	2
Nutricionista	2	3	1.060	11,52	0,9	0,35	139,1	110	6,83	150-200-300 300-500-750	E	1
Sala/Osmose	2	2	1.060	13,3	0,95	0,35	80,33	73	6,83	100-150-200	E	1

SUBSOLO												
AMBIENTE	Z	N	φ	A	K	FU	E	Pt	DPIr	E (lux)	Nível	Eq.num
			lumens	m²			lux	W	W/m²	(NBR 5413)		
LAVANDERIA												
Área suja	2	2	1.060	25,12	0,98	0,43	185,4	220	4,72	150-200-300	D	2
	2	2	2.700									
Área limpa	2	3	2.700	44,39	1,65	0,59	156,3	213	3,06	150-200-300	D	2
Costura	1	3	2.700	16,19	1,06	0,46	165,7	114	4,24	300-500-750	D	2
Rouparia	2	1	1.060	10,01	0,84	0,43	65,56	36,5	5,56	100-150-200	E	1
Banheiro	2	1	1.060	27,5	0,69	0,37	83,56	36,5	6,37	100-150-200	E	1
Manutenção	1	2	2.700	42,79	1,74	0,59	54,06	76	3,28	500-750-1000	D	2
Instalações 1	1	1	2.700	15,96	1,03	0,46	56,03	38	4,24	500-750-1000	D	2
Instalações 2	1	1	1.060	4,93	0,55	0,34	52,63	19	7,32	500-750-1000	E	1
Vestiário/Fem.	1	1	2.700	18,89	1,06	0,46	47,33	38	4,24	100-150-200	D	2
Vestiário/Masc.	1	1	2.700	18,89	1,06	0,46	47,33	38	4,24	100-150-200	D	2
Corredor	1	2	2.700	27,5	1,33	0,54	76,34	76	3,62	75-100-150	D	2
Distribuição	1	1	2.700	34,79	1,56	0,59	32,96	38	3,31	75-100-150	D	2

PAVIMENTO 1												
AMBIENTE	Z	N	ϕ lumens	A m ²	K	FU	E lux	Pt W	DPIr W/m ²	E (lux) (NBR 5413)	Nível	Eq.num
Apartamento 1	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 2	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 3	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 4	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Antecâmara	1	1	1.060	6	0,64	0,34	43,24	19	7,32	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 5	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 6	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 7	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 8	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 9	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 10	1	3	945	27,96	1,35	0,5	40,96	60	5,23	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 11	1	5	945	25,79	1,35	0,51	74,74	100	5,18	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 12	1	3	945	18,93	1,16	0,45	53,91	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 13	1	3	945	19,84	1,19	0,45	51,44	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 14	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 15	1	3	945	15,48	1,04	0,46	67,39	60	5,75	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 16	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 17	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 18	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 19	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 20	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 21	1	3	945	19,84	1,19	0,45	51,44	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 22	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 23	1	3	945	18,49	1,14	0,47	57,65	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1

PAVIMENTO 1										continuação		
AMBIENTE	Z	N	φ	A	K	FU	E	Pt	DPIr	E (lux)	Nível	Eq.num
			lumens	m²			lux	W	W/m²	(NBR 5413)		
Apartamento 24	1	3	945	18,49	1,14	0,47	57,65	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 25	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 26	1	3	945	18,49	1,14	0,47	57,65	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 27	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 28	4	1	945	21,45	1,23	0,47	66,96	80	5,56	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 29	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Repouso/Enfer.	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200	E	1
Depósito	1	4	945	11,27	0,87	0,44	118,1	80	6,01	100-150-200	E	1
Posto/Enferm.1	2	1	2.700	6,65	0,69	0,37	216,3	71	4,93	300-500-750	D	2
Posto/Enferm.2	2	1	2.700	6,65	0,69	0,37	216,3	71	4,93	300-500-750	D	2
Posto/Serviços	2	1	2.700	9,31	0,65	0,37	154,5	71	4,93	300-500-750	D	2
Medicamentos	1	1	945	4,32	0,55	0,37	64,75	20	7,16	100-150-300	E	1
Rouparia (1 e 2)	1	1	945	3,55	0,48	0,37	70,81	20	7,15	100-150-200	E	1
DML	1	1	945	4,32	0,55	0,37	64,75	20	7,16	100-150-200	E	1
Utilidades	1	1	945	4,32	0,55	0,37	64,75	20	7,16	100-150-200	E	1
Sala de dietas	1	2	945	11,27	0,87	0,44	59,03	40	6,01	150-200-300	E	1
Arquivo	1	1	945	9,63	0,78	0,42	25,94	20	6,29	100-150-200	D	2
Auditoria	2	1	1.060	5,59	0,63	0,28	76,45	36,5	8,54	300-500-750	E	1
Prescr. médica	2	2	2.700	20,28	1,11	0,4	153,4	142	4,56	300-500-750	D	2
Circulação 1	2	3	2.700	56,59	0,98	0,38	78,32	213	4,8	75-100-150	D	2
Circulação 2	2	4	2.700	57,71	0,97	0,38	102,4	284	4,8	75-100-150	D	2
Circulação 3	2	4	2.700	57,71	0,97	0,38	102,4	284	4,8	75-100-150	D	2
Almoxarifado 1	1	2	2.700	22,46	1,26	0,52	90,01	76	3,75	150-150-300	D	2
Almoxarifado 2	1	1	2.700	12,22	0,91	0,43	68,4	38	4,54	300-500-750	D	2
Farmácia	2	2	2.700	29,42	1,41	0,54	142,7	142	3,38	100-150-200 150-150-300	D	2
Descartáveis	1	2	2.700	17,25	1,08	0,46	103,7	76	4,24	100-150-200	D	2
Desinfecção	1	1	2.700	18,51	1,08	0,46	67,27	55,5	4,45	300-500-750	D	2
	1	1	1.060									
Preparo/Esteril.	1	2	2.700	16,42	1,07	0,46	108,9	76	4,24	300-500-750	D	2
Esterilização	1	2	2.700	15,93	1,05	0,46	112,3	76	4,24	300-500-750	D	2
Guarda/Mat.E.	1	1	2.700	12,42	0,93	0,43	67,3	38	4,54	100-150-200	D	2

PAVIMENTO 2												
AMBIENTE	Z	N	ϕ lumens	A m ²	K	FU	E lux	Pt W	DPIr W/m ²	E (lux) (NBR 5413)	Nível	Eq.num
Apartamento 1	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 2	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 3	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 4	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Antecâmara	1	1	1.060	6	0,64	0,34	43,24	19	7,32	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 5	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 6	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 7	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 8	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 9	1	3	945	20,93	1,11	0,45	48,76	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 10	1	3	945	27,96	1,35	0,5	40,96	60	5,23	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 11	1	5	945	25,79	1,35	0,51	74,74	100	5,18	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 12	1	3	945	18,93	1,16	0,45	53,91	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 13	1	3	945	19,84	1,19	0,45	51,44	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 14	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 15	1	3	945	15,48	1,04	0,46	67,39	60	5,75	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 16	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 17	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 18	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 19	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 20	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 21	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 22	1	3	945	19,84	1,19	0,45	51,44	60	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 23	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1

PAVIMENTO 2										continuação		
AMBIENTE	Z	N	ϕ	A	K	FU	E	PT	DPIr	E (lux)	Nível	Eq.num
			lumens	m ²			lux	W	W/m ²	(NBR 5413)		
Apartamento 24	1	3	945	18,49	1,14	0,47	57,65	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 25	1	3	945	18,49	1,14	0,47	57,65	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 26	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 27	1	3	945	18,49	1,14	0,47	57,65	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 28	1	3	945	15,19	1,01	0,43	64,2	60	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 29	4	1	945	21,45	1,23	0,47	66,96	80	5,56	100-150-200 150-150-300	E	1
Apartamento 30	1	3	945	16,38	1,07	0,47	65,07	60	5,62	100-150-200 150-150-300	E	1
Depósito	1	4	945	11,27	0,87	0,44	118,1	80	6,01	100-150-200	E	1
Posto/Enferm.1	2	1	2.700	6,65	0,69	0,37	216,3	71	4,93	300-500-750	D	2
Posto/Enferm.2	2	1	2.700	6,65	0,69	0,37	216,3	71	4,93	300-500-750	D	2
Posto/Serviços	2	1	2.700	9,31	0,65	0,37	154,5	71	4,93	300-500-750	D	2
Medicamentos	1	1	945	4,32	0,55	0,37	64,75	20	7,16	100-150-300	E	1
Rouparia (1 e 2)	1	1	945	3,55	0,48	0,37	70,81	20	7,15	100-150-200	E	1
DML	1	1	945	4,32	0,55	0,37	64,75	20	7,16	100-150-200	E	1
Utilidades	1	1	945	4,32	0,55	0,37	64,75	20	7,16	100-150-200	E	1
Circulação 1	2	3	2.700	56,88	0,99	0,46	94,32	213	3,97	75-100-150	D	2
Circulação 2	2	4	2.700	56,82	1,03	0,46	125,9	284	3,97	75-100-150	D	2
Circulação 3	2	3	2.700	49,66	0,97	0,46	108	213	3,96	75-100-150	D	2
Consultório 1	2	2	2.700	27,21	1,38	0,54	154,3	142	3,38	100-150-200 150-150-300	E	1
Consultório 2	2	1	2.700	9,69	0,83	0,41	164,5	71	4,45	150-200-300	D	2
Administr. 1	2	3	2.700	23,66	1,3	0,46	226,8	213	3,96	300-500-750	D	2
Administr. 2	2	2	2.700	17,4	1,1	0,4	178,8	142	4,56	300-500-750	D	2
Consultório 3	1	2	945	11,73	0,89	0,41	82,34	40	4,14	100-150-200 150-150-300	E	1
Consultório 4	1	2	945	19	1,16	0,46	35,81	40	5,87	100-150-200 150-150-300	E	1
Consultório 5	1	2	945	15,25	1,04	0,43	42,63	40	6,15	100-150-200 150-150-300	E	1

PAVIMENTO 3												
AMBIENTE	Z	N	ϕ lumens	A m ²	K	FU	E lux	Pt W	DPIr W/m ²	E (lux) (NBR 5413)	Nível	Eq.num
Hall/Elevador	2	2	2.700	39,34	1,23	0,42	83,01	142	4,34	75-100-150	D	2
Acesso/UTI	2	4	1.060	23,52	4,9	0,53	90,85	146	6,83	75-100-150	E	1
CENTRO CIRÚRGICO												
Sl./Cirurgia 1	2	4	1.060	53,43	1,95	0,44	50,28	146	5,43	300-500-750	E	1
Sl./Cirurgia 2	2	4	1.060	51,76	1,92	0,44	51,9	146	5,43	300-500-750	E	1
Sl./Cirurgia 3	2	4	1.060	28,62	1,36	0,4	86,4	146	5,9	300-500-750	E	1
Circ./Principal	2	2	2.700	25,88	0,85	0,35	105,2	142	5,21	75-100-150	D	2
Vestiário/Fem.	2	1	1.060	10,11	0,85	0,35	52,84	36,5	6,83	100-150-200	E	1
Vestiário/Masc.	2	1	1.060	10,11	0,85	0,35	52,84	36,5	6,83	100-150-200	E	1
Copa	1	1	945	6,15	0,64	0,39	48,5	20	6,69	150-150-300	E	1
Área/Lavabo	2	1	1.060	7,14	0,67	0,39	83,37	36,5	6,13	100-150-200	D	2
Posto/Enfermagem	2	1	1.060	4,94	0,58	0,27	83,42	36,5	8,85	300-500-750	E	1
DME	1	1	945	4,65	0,56	0,37	60,1	20	7,15	100-150-200	E	1
Expurgo	1	1	945	7,7	0,7	0,39	38,29	20	6,78	100-150-200	E	1
UTI												
Circulação1	2	4	2.700	22,37	0,95	0,35	243,3	284	5,21	75-100-150	D	2
Circulação2	2	4	2.700	22,64	0,66	0,37	254,2	284	4,93	75-100-150	D	2
Área/Prescr.	2	7	2.700	52	1,8	0,39	204,1	497	4,68	300-500-750	E	1
Box 1	1	2	945	16,87	1,09	0,41	36,74	40	6,45	100-150-200 150-150-300	E	1
Box 2	1	1	945		1,06	0,41	19,32	20	6,45	100-150-200 150-150-300	E	1
Box 3	1	1	945	9,39	0,8	0,37	29,18	20	7,15	100-150-200 150-150-300	E	1
Box 4	1	1	945	11,35	0,89	0,34	22,64	20	7,78	100-150-200 150-150-300	E	1
Box 5	1	1	945	16,38	1,06	0,41	18,92	20	6,47	100-150-200 150-150-300	E	1
Box 6	1	1	945	8,85	0,75	0,34	29,47	20	7,66	100-150-200 150-150-300	E	1
Box 7	1	1	945	10,26	0,85	0,34	25,42	20	7,66	100-150-200 150-150-300	E	1
Isolamento	1	1	945	14,41	1,01	0,41	21,51	20	6,45	100-150-200 150-150-300	E	1
Banheiro	1	1	945	4,5	0,56	0,32	53,76	20	8,26	100-150-200	E	1
Antecâmara	1	1	945	2,46	0,39	0,37	113,7	20	7,15	75-100-150	E	1
Serviços	1	2	945	9,04	0,66	0,39	65,23	40	6,78	300-500-750	E	1
Expurgo	1	1	945	5,94	0,63	0,39	49,63	20	5,62	100-150-200	E	1
Repouso	1	1	945	8,88	0,79	0,42	35,75	20	6,78	100-150-200	E	1
Vestiário	1	2	945	7,25	0,71	0,39	81,33	40	6,78	100-150-200	E	1

APÊNDICE D

Níveis de eficiência energética do sistema artificial de climatização por ambiente

TÉRREO			
AMBIENTE	ESPECIFICAÇÃO	CLASSE	EqNum
Guias/Autorizações	FRICON 9.000 BTU's. EM=2,86 (SPLIT)	B	4
CPD	CÔNSUL CLASSE A 12.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
	CARRIER 12.000 BTU's (SPLIT)	B	4
Telefonista	CARRIER 7.500 BTU's (SPLIT)	A	5
COZINHA			
Despensa	CARRIER 12.000 BTU's (SPLIT)	B	4
Nutricionista	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
CENTRO CIRÚRGICO			
Recuperação	ELGIN 12.000 BTU's (COMPACTO)	C	3
Sala/Cirurgia 1	LG GOLD 21.000 BTU's (COMPACTO)	B	4
Sala/Cirurgia 2	ELETROLUX 18.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
EMERGÊNCIA			
Consultório	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Sala/Emergência	CÔNSUL AIR MASTER 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
Sala/Observação	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Observação/Geral	CARRIER 12.000 BTU's (SPLIT)	B	4
Observação/Fem.	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Observação/Mas.	FRICON 9.000 BTU's. EM=2,86 (SPLIT)	B	4
Plantão	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
HEMODIÁLISE			
Consultório1	CÔNSUL ESSENTIAL 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
C.A.P.D.	CÔNSUL CLASSE A 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Recuperação	CÔNSUL ESSENTIAL 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
Sala C	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Sala amarela	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Sala Branca	CARRIER 24.000 BTU's (SPLIT)	B	5
Sala/Reunião	CÔNSUL AIR MASTER 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
Nutricionista/Psic.	CÔNSUL AIR MASTER 15.000 BTU's (COMPACTO)	D	2

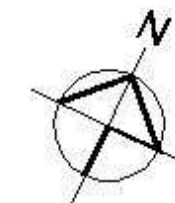
PAVIMENTO 1			
AMBIENTE	ESPECIFICAÇÃO	CLASSE	EqNum
Apartamento 1	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 2	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 3	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 4	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 5	CÔNSUL AIR MASTER 15.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
Apartamento 6	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 7	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 8	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 9	CÔNSUL AIR MASTER 15.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
Apartamento 10	CÔNSUL CLASSE A 18.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 11	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 12	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 13	LG GOLD 12.000 BTU's (COMPACTO)	B	4
Apartamento 14	CÔNSUL AIR MASTER 18.000 BTU's (COMPACTO)	C	3
Apartamento 15	CÔNSUL AIR 12.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
Apartamento 16	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 17	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5

PAVIMENTO 1		continuação	
AMBIENTE	ESPECIFICAÇÃO	CLASSE	EqNum
Apartamento 18	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 19	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 20	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 21	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 22	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 23	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 24	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 25	CÔNSUL AIR MASTER 18.000 BTU's (COMPACTO)	C	3
Apartamento 26	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 27	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 28	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 29	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Repouso/Enferm.	CÔNSUL CLASSE A 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Sala de dietas	CARRIER 7.000 BTU's (SPLIT)	B	4
Prescrição médica	CARRIER 12.000 BTU's (SPLIT)	B	4
Almoxarifado 1	CÔNSUL CLASSE A 18.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Almoxarifado 2	CÔNSUL CLASSE A 18.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Farmácia	LG GOLD 18.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Preparo/Esteriliz.	LG GOLD 18.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
PAVIMENTO 2			
Apartamento 1	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 2	CÔNSUL CLASSE A 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 3	CÔNSUL AIR MASTER A 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
Apartamento 4	CÔNSUL AIR MASTER A 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
Apartamento 5	CÔNSUL AIR 12.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
Apartamento 6	CÔNSUL AIR 12.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
Apartamento 7	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 8	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 9	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 10	CÔNSUL CLASSE A 12.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 11	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 12	CÔNSUL AIR 12.000 BTU's (COMPACTO)	D	2
Apartamento 13	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 14	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 15	CÔNSUL CLASSE A 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 16	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 17	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 18	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 19	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 20	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 21	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 22	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 23	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 24	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 25	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 26	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 27	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 28	CÔNSUL CLASSE A 10.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Apartamento 29	CÔNSUL AIR MASTER 18.000 BTU's (COMPACTO)	C	3
Apartamento 30	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5

PAVIMENTO 3			
AMBIENTE	ESPECIFICAÇÃO	CLASSE	EqNnum
Consultório 1	CÔNSUL AIR MASTER 18.000 BTU's (COMPACTO)	C	3
Consultório2/Ergo.	LG GOLD 18.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Administração 1	CÔNSUL AIR MASTER 18.000 BTU's (COMPACTO)	C	3
Administração 2	CÔNSUL CLASSE A 12.000 BTU's (COMPACTO)	A	5
Consultório 3	CÔNSUL ESSENTIAL 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
Consultório 4	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
Consultório 5	LG GOLD 7.500 BTU's (COMPACTO)	A	5
CENTRO CIRÚRGICO			
Sala/Cirurgia 1	SPRINGER MUNDIAL 21.000 BTU's (COMPACTO)	B	4
	SPRINGER MUNDIAL 21.000 BTU's (COMPACTO)	B	4
Sala/Cirurgia 2	CÔNSUL AIR MASTER 7.500 BTU's (COMPACTO)	E	1
	SPRINGER MUNDIAL 30.000 BTU's (COMPACTO)	B	4
Sala/Cirurgia 3	SPRINGER INOVARE 21.000 BTU's (COMPACTO)	B	4
UTI	CARRIER - 38 MSA090386S 90.000 BTU's (MULTI SPLIT)	C	3
	CARRIER - 38 MSB060386S 60.000 BTU's (MULTI SPLIT)	D	2

ANEXOS

ANEXO A
PLANTAS BAIXAS



LEGENDA

SETORIZAÇÃO

- P. J. L. 100 / ADMINISTRAÇÃO / ACESSO PRINCIPAL
- PRONTO ATENDIMENTO
- CLÍNICA
- CENTRO CIRÚRGICO
- APOIO LOGÍSTICO
- APOIO TÉCNICO
- ÁREA DESATIVADA / INTERIORES / APOIO AO DIAGNÓSTICO

ILUMINAÇÃO

- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Lâmpada compacta de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescentes de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 20W
- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Duas Lâmpadas fluorescentes de 20W
- Spot embutido com lâmpada compacta de 20W

PONTOS DE AMOSTRAGEM

- VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS
- E1 Estação E1
- E2 Estação E2
- E3 Estação E3
- RUÍDO
- RE Ruído externo
- RI Ruído interno
- QUALIDADE DO AR
- Qe Ponto externo
- Qi1 Ponto interno 1
- Qi2 Ponto interno 2
- Qi3 Ponto interno 3
- Qi4 Ponto interno 4
- Qi5 Ponto interno 5

PLANTA BAIXA

ESCALA: 1/200

PLANTA BAIXA DO HMSF - PAVIMENTO TÉRREO

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS, DE RUÍDO E QUALIDADE DO AR

ANEXO
A1



LEGENDA

SETORIZAÇÃO

- UNIDADE DE INTERNAÇÃO
- APOIO TÉCNICO

- 01 Unidade de internação
- 02 Farmácia
- 03 Almoarifado Geral
- 04 Central de Material Esterilizado

ILUMINAÇÃO

- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Lâmpada compacta de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescente de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescente de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 20W
- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Duas lâmpadas fluorescentes de 20W
- Spot embutido com lâmpada compacta de 20W

PONTOS DE AMOSTRAGEM

- VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS
- E1 Estação E1
- E2 Estação E2
- E3 Estação E3
- QUALIDADE DO AR
- Qe Ponto externo
- Q11 Ponto interno 1
- Q12 Ponto interno 2
- Q13 Ponto interno 3
- Q14 Ponto interno 4
- Q15 Ponto interno 5

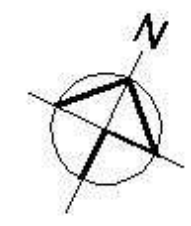
PLANTA BAIXA

ESCALA: 1/200

PLANTA BAIXA DO HMSF - PAVIMENTO 1

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E QUALIDADE DO AR

ANEXO
A2



LEGENDA

SETORIZAÇÃO

- INTERAÇÃO
- APOIO LOGÍSTICO
- AMBIENTE
- ADMINISTRAÇÃO

ILUMINAÇÃO

- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Lâmpada compacta de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescente de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescente de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 20W
- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Duas Lâmpadas fluorescentes de 20W
- Spot embutido com lâmpada compacta de 20W

PONTOS DE AMOSTRAGEM

- RUÍDO
- RE Ruído externo
- RI Ruído interno
- QUALIDADE DO AR
- Qe Ponto externo
- Q11 Ponto interno 1
- Q12 Ponto interno 2
- Q13 Ponto interno 3
- Q14 Ponto interno 4
- Q15 Ponto interno 5

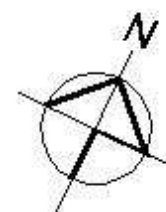
PLANTA BAIXA

ESCALA: 1/200

PLANTA BAIXA DO HMSF - PAVIMENTO 2

PONTOS DE AMOSTRAGEM DE RUÍDO E QUALIDADE DO AR

**ANEXO
A3**



LEGENDA

SETORIZAÇÃO

- JM
- CENTRO CIRURGICO
- AREA DESATIVADA ANTERIORMENTE (ADMINISTRAÇÃO)

ILUMINAÇÃO

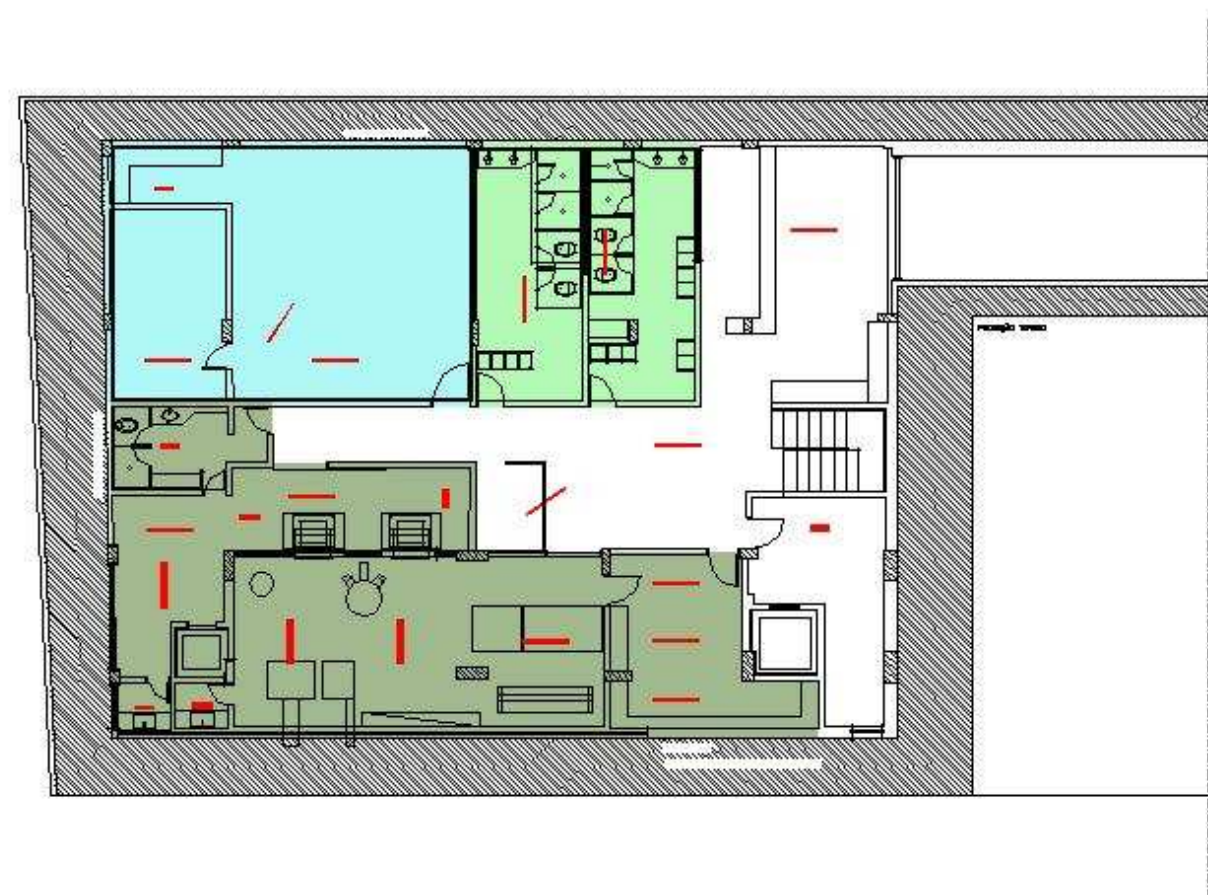
- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Lâmpada compacta de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescentes de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 20W
- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Duas Lâmpadas fluorescentes de 20W
- Spot embutido com lâmpada compacta de 20W

PLANTA BAIXA

ESCALA: 1/200

PLANTA BAIXA DO HMSF - PAVIMENTO 3

**ANEXO
A4**



LEGENDA

SETORIZAÇÃO

- ARMazenagem
- Manutenção
- Lavanderia

ILUMINAÇÃO

- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Lâmpada compacta de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescentes de 40W
- Luminária com uma lâmpada fluorescentes de 20W
- Luminária com duas lâmpadas fluorescentes de 20W
- Rebaixo no gesso com fechamento em vidro/Duas Lâmpadas fluorescentes de 20W
- Spot embutido com lâmpada compacta de 20W

PLANTA BAIXA

ESCALA: 1/200

PLANTA BAIXA DO HMSF - SUBSOLO

ANEXO

A5

ANEXO B

Relatórios das análises de qualidade interna do ar



Final - Número do Relatório: 41669
 Código do Cliente: 0150175246
MW3 ARQUITETURA E CONSULTORIA HOSPITALAR LTDA
 Av. Sen. Virgílio Tavora, 50 - loja 03 - Bairro: Meireles
 Fortaleza CE BR
 Solicitado por: Sra. Ana Karine
 Responsável pela amostragem: Jairo Amorim
 Solicitante Nalco Ana Carolina Pereira
 Local de coleta: Memorial São Francisco - Av. Rui Barbosa

Lote Analítico: BAD4178
 Data de amostragem: 18-Fev-2009
 Condições de Amostragem: 3.0 min @ 28L/min
 Data do recebimento: 20-Fev-2009
 Término da análise: 17-Mar-2009
 Distrito: NW430

323208;01-1

Relatório de Ensaio - Núcleo de Microbiologia

Divisão EHS - Análises do Ar - Pesquisa de Fungos

Resumo dos Resultados

Instrumento: B_PUM_011			Número de série: DT/SR-06/061540509		Calibração Expira: 10-May-2009		
#	Hora	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC	UFC/m3	I/E
1023777	15:10	Externo	Ar Externo	Total Fungos	5	59.5	-
1023780	14:02	Interno	Circulação Hemodiálise	Total Fungos	5	59.5	1.00
1023783	14:15	Interno	Recepção	Total Fungos	4	47.6	0.80
1023786	14:25	Interno	Em Frente ao Elevador	Total Fungos	5	59.5	1.00
1023787	14:40	Interno	1º andar	Total Fungos	9	107.1	1.80
1023789	14:57	Interno	Apartamento	Total Fungos	6	71.4	1.20
Ambiente Externo			59.5 UFC/m3	Padrão referencial segundo RE-9 de 16-Jan-2003 - Valor máximo		750 UFC/m3	I/E<1.5

I = ambiente interior e E = ambiente externo

Metodologia: Coleta ativa com impactador linear de baixa vazão. De acordo com Norma Técnica 001 - RE-09 ANVISA de 16-Jan-2003.

Metodologia Analítica: LAB MB-M 01 - Identificação de Gêneros Fúngicos em Amostra de Ar.

*GC: Gênero causador da contaminação. Limite Mínimo de Detecção = 1.??

++++ indica crescimento de espécies em placas que não podem ser contados com precisão

Comentários

Não há padrão de avaliação para ar externo. As amostras n°

A(s) amostra(s) n°
1023787

apresenta(m) relação I/E acima do(s) limite(s) máximo(s) estabelecido(s) na RE-9 ANVISA de 16-Jan-2003.

Observações

Amostra analisada conforme recebida. A coleta e o envio da amostra ao Laboratório são de responsabilidade do responsável pela coleta e/ou do Representante Técnico Nalco de Vendas.

Análise(s) realizada(s) pelo laboratório.



Ana Carolina J. R. Pereira
Gerente Técnico

Elaine Martins Oliveira
Analista Responsável
CRBio n° : 43182/01-D

Cristiane de Matos Francisco
Supervisora do Laboratório
de Serviços Analíticos
CRBio n° : 33262/01-D



Final - Número do Relatório: 41669

Código do Cliente: 0150175246

MW3 ARQUITETURA E CONSULTORIA HOSPITALAR LTDA

Av. Sen. Virgílio Tavora, 50 - loja 03 - Bairro: Meireles

Fortaleza CE BR

Solicitado por: Sra. Ana Karine

Responsável pela amostragem: Jairo Amorim

Solicitante Nalco Ana Carolina Pereira

Local de coleta: Memorial São Francisco - Av. Rui Barbosa

Lote Analítico:

Data de amostragem:

Condições de Amostragem:

Data do recebimento:

Término da análise:

Distrito

BAD4178

18-Fev-2009

3.0 min @ 28L/min

20-Fev-2009

17-Mar-2009

NW430

323208;01-1

Relatório de Ensaio - Núcleo de Microbiologia

Divisão EHS - Análises do Ar - Pesquisa de Fungos

Íntegra dos Resultados

#	Hora	Local	Ambiente	Gêneros Identificados	UFC	UFC/m3	I/E
1023777	15:10	Externo	Ar Externo	<i>Aspergillus sp</i>	2	23.8	-
				<i>Penicillium sp</i>	2	23.8	-
				<i>Gliocladium sp</i>	1	11.9	-
				Total Fungos	5	59.5	-
1023780	14:02	Interno	Circulação Hemodialíse	<i>Aspergillus sp</i>	3	35.7	-
				<i>Candida sp</i>	2	23.8	-
				Total Fungos	5	59.5	1.00
1023783	14:15	Interno	Recepção	<i>Trichophyton sp</i>	2	23.8	-
				<i>Mycellia Sterilia</i>	1	11.9	-
				<i>Penicillium sp</i>	1	11.9	-
				Total Fungos	4	47.6	0.80
1023786	14:25	Interno	Em Frente ao Elevador	<i>Alternaria sp</i>	4	47.6	-
				<i>Gliocladium sp</i>	1	11.9	-
				Total Fungos	5	59.5	1.00
1023787	14:40	Interno	1º andar	<i>Penicillium sp</i>	6	71.4	-
				<i>Candida sp</i>	2	23.8	-
				<i>Alternaria sp</i>	1	11.9	-
				Total Fungos	9	107.1	1.80
1023789	14:57	Interno	Apartamento	<i>Candida sp</i>	2	23.8	-
				<i>Penicillium sp</i>	2	23.8	-
				<i>Alternaria sp</i>	1	11.9	-
				<i>Mycellia Sterilia</i>	1	11.9	-
				Total Fungos	6	71.4	1.20

Environmental
HYGIENE SERVICES



Ana Carolina J. R. Pereira
Gerente Técnico

Elaine Martins Oliveira
Analista Responsável
CRBio nº : 43182/01-D

Cristiane de Matos Francisco
Supervisora do Laboratório
de Serviços Analíticos
CRBio nº : 33262/01-D



Laboratório de Serviços Analíticos
Rodovia Indio Tibiriçá, 3201 - Bairro Sol Nascente
CEP 08655-000 - Suzano - SP



Código do Cliente : 150175246
MW3 arquitetura e consultoria hospitalar Ltda.
Av. Senador Virgílio Távora, n 50, Sobreloja 3, Meireles
Responsável pela amostragem : Jairo Amorim
Local de Coleta Memorial São Francisco
Av. Rui Barbosa - Bairro da Torre

Lote Analítico: BAA4178
Data das leituras 17-fev-2009
Solicitado por : Sra. Ana Karine
Solicitante Nalco : Ana Carolina Pereira
Distrito: NW430
Referência : R 323208 ; 01 - F 1

1ª VIA

Relatório de Ensaio - Environmental Hygiene Services

Divisão EHS - Análises do ar - Exames físico-químicos

Conjunto: 4			Calibração n° : N/R				
Instrumento n° : A4859			Validade da calibração : ago/09				
Nº	H:00	Ambiente	PM 1.0	PM 2,5	PM 7,0	PM 10,0	TSP
164	11:40	Ar Externo	1,0 ± 1,4	6,7 ± 1,2	12,7 ± 1,9	16,7 ± 3,3	23,7 ± 8,1
165	10:24	Circulação Hemodialise	0,0 ± 0,0	6,3 ± 0,5	18,0 ± 1,6	21,7 ± 0,5	30,0 ± 1,6
166	10:36	Recepção	0,0 ± 0,0	4,7 ± 1,2	21,7 ± 11,7	30,7 ± 14,4	47,3 ± 21,0
167	10:55	Em frente ao elevador	0,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	13,3 ± 2,6	19,0 ± 2,2	29,7 ± 2,5
168	11:09	1º andar	0,0 ± 0,0	5,3 ± 0,9	15,3 ± 0,9	21,7 ± 1,2	34,3 ± 1,2
169	11:22	Apto.	0,0 ± 0,0	4,3 ± 0,5	10,0 ± 1,6	11,3 ± 2,1	14,3 ± 2,9

PM 1 a 10 : Matéria Particulada de 1 a 10 micrometros

TSP : Partículas Totais em Suspensão

Resultados em microgramas / m³ - Leitura direta em triplicata com contador de partículas AEROCET 531

Obs.: Os resultados referem-se exclusivamente às amostras analisadas. Os pareceres e interpretações dos resultados expressos não fazem parte do escopo da habilitação deste laboratório.

Lim. Máx

80 µm/m³

Comentário técnico :

Não há padrão de avaliação para o ar externo. Ambientes internos não climatizados artificialmente.

Ana Carolina Pereira
Gerente Técnico - EHS

Elaine Martins Oliveira
Analista Responsável
CRBio 43182/01-D

Cristiane de Matos Francisco
Spervisor do Lab. de serviços analíticos
CRBio n°.: 33262/01-D

Environmental
HYGIENE SERVICES



Edição A - Rev.02; 0401086



Laboratório de Serviços Analíticos
Rodovia Indio Tibiriçá, 3201 - Bairro Sol Nascente
CEP 08655-000 - Suzano - SP



Código do Cliente : 150175246

MW3 arquitetura e consultoria hospitalar Ltda.

Av. Senador Virgílio Távora, n 50, Sobreloja 3, Meireles

Responsável pela amostragem : Jairo Amorim

Local de Coleta Memorial São Francisco

Av. Rui Barbosa - Bairro da Torre

Lote Analítico: BAA4178

Data das leituras 17-fev-2009

Solicitado por : Sra. Ana Karine

Solicitante Nalco : Ana Carolina Pereira

Distrito: NW430

Referência R 323208 01 - FQ 1

1ª VIA

Relatório de Ensaio - Environmental Hygiene Services

Divisão EHS - Análises do ar - Exames físico-químicos

Cjto. n° : Instrumento n° : Calibração n° : Validade da calibração :			Temp. Teste 605	U.R. Teste 605	Vel. Ar Teste 405	CO2 Teste 535
			4		6	8
			10300000730		39400538	01478929/801
			12119/08		12420/08	9763/08
			out/09		out/09	mar/09
Nº	H:00	Ambiente	° C	%	m / s	ppm
164	15:10	Ar Externo	30,0 ± 0,1	65,7 ± 0,2	0,27 ± 0,02	322,3 ± 6,4
165	14:02	Circulação Hemodiálise	26,1 ± 0,1	68,3 ± 0,3	<0,25 ±	411,3 ± 3,2
166	14:15	Recepção	29,1 ± 0,1	67,4 ± 0,4	<0,25 ±	366,3 ± 3,2
167	14:25	Em frente ao elevador	29,1 ± 0,2	66,1 ± 0,2	<0,25 ±	345,3 ± 4,5
168	14:40	1º andar	28,9 ± 0,2	65,3 ± 0,1	<0,25 ±	405,3 ± 10,1
169	14:57	Apto.	29,5 ± 0,1	68,3 ± 0,1	<0,25 ±	359,3 ± 17,9

Metodologia : Leitura direta em triplicata, de acordo com os equipamentos e metodologias das normas técnicas 002 e 003 da RE/ANVISA n° 09 de 16/01/03.

Obs.: Os resultados obtidos referem-se exclusivamente às amostras analisadas. Os pareceres e interpretações dos resultados expressos não fazem parte do escopo da habilitação deste laboratório.

Verão	Verão	A 1,5 m do solo	Lim. Máx
23°C – 26 °C	40% - 65%	< 0,25 m/s	1000 ppm
Inverno	Inverno		
20°C – 22 °C	35% - 65%		

Comentário técnico :

Não há padrão de avaliação para o ar externo. Amostras n° 165 a 169 apresentam temperatura e umidade relativa acima do limite máximo estabelecido na RE-09 ANVISA de 16/01/03. Demais amostras e parâmetros dentro dos padrões.

Ana Carolina Pereira
Gerente Técnico - EHS

Elaine Martins Oliveira
Analista Responsável
CRBio 43182/01-D

Cristiane de Matos Francisco
Supervisora do Lab. de serviços analíticos
CRBio n°.: 33262/01-D

Environmental
HYGIENE SERVICES



Edição A - Rev.02; 0401086

ANEXO C
Relatórios das medições de ruído

C1 – Medição por dosimetria

DOSIMETRIA

- AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE RUÍDO

DADOS DO EQUIPAMENTO

TIPO : Instrumento de Pressão Sonora - Áudio Dosímetro
MARCA : INSTRUTHERM
MÓDULO : DOS-450
FABRICANTE: INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA



CONFORMIDADE - PADRÕES

ANSI S1.4-1983 (SPECIFICATION FOR PERSONAL NOISE DOSIMETERS), ANSI S1.25-1978 e IEC 651-1979 (SOUND LEVEL METERS) padrão para tipo SZA decibelímetro e dosímetro de ruído.

METODOLOGIA

Avaliado com instrumento de pressão sonora (ver dados do equipamento), devidamente calibrado, antes e ao término da avaliação.

Os procedimentos adotados atenderam a NHT-09, NORMA PARA AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, POR DOSÍMETROS, 1986, da FUNDACENTRO.

Medições realizadas no memorial São Francisco – caráter acadêmico

DADOS DO MONITORAMENTO									
RESULTADOS E CARACTERÍSTICAS DAS AVALIAÇÕES				EVENTOS					
				E 01	E 02	E 03	E 04		
Criterion Level	Nível de critério (LC)			85	85	85	85		
Threshold Level	Nível limiar			80	80	80	80		
Exchange Rate	Taxa de troca (FDD)			5	5	5	5		
Time weighting	Tempo de resposta			SLOW	SLOW	SLOW	SLOW		
115 dB Rms	Valor acima de 115 dB			SIM	NÃO	NÃO	SIM		
Exced 140 dB	Valor acima de 140 dB			NÃO	NÃO	NÃO	NÃO		
Start date	Dia / Mês / Ano			12.12.2008	12.12.2008	12.12.2008	12.12.2008		
Start time (hh:mm)	Horário do início (hh:mm)			14:11	14:37	15:10	15:40		
Stop time (hh:mm)	Horário do Término (hh:mm)			14:35	15:05	15:35	16:03		
Exposure time (hh:mm)	Tempo de avaliação (hh:mm)			00:24	00:28	00:25	00:23		
TWA (medição)	Dose (medição)			76,8	77,10	76,50	73,20		
Peak Flag Time (hh:mm)	Horário do pico (hh:mm)			-	-	-	-		
Peak Duration (mm:ss)	Duração do pico (mm:ss)			-	-	-	-		
E1 = Realizado na entrada do Memorial									
E2 = Realizado na Recepção Principal do Memorial									
E3 = Realizado no corredor do Primeiro andar									
E4 = Realizado em quarto do 2º andar									

OBS.: Os resultados não servem como parâmetro para elaboração de resultado técnico.

José Renato Crespo de Alvarnga
Engenheiro Mecânico
e de Segurança do Trabalho
CREA 16067-08334

C2- Medição por decibelímetro

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA
SECTMA - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente.
SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente.

MEDIÇÃO

Instituto Kumamoto de Pesquisasa e Medicinas e Assistência a Saúde

ÁREA FISCALIZADA		PERÍODO		
Residencial	Diversificada	Industrial	Diurno	Noturno
	X		X	

Níveis medidos											
01	68,6	02	67,3	03	68,9	04	67,9	05	68,5	06	70,1
07	71,3	08	70,0	09	68,1	10	74,3	11	73,1	12	71,8
13	71,2	14	69,4	15	70,3	16	71,4	17	69,8	18	68,7
19	71,3	20	72,0	21	71,5	22	72,4	23	71,6	24	72,5
25	70,6	26	71,0	27	71,3	28	70,5	29	69,5	30	70,2

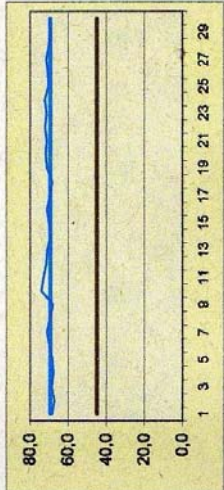
Leq(dBA)	69,6
----------	------

45,0

LOCAL DAS MEDIÇÕES

Area externa

End.	Avenida Rui Barbosa, 202, Torre, João Pessoa - Pb
Data	Início: 14:00hs Término: 14:05hs em 17/06/2009.



NÍVEL PERMITIDO ULTRAPASSADO

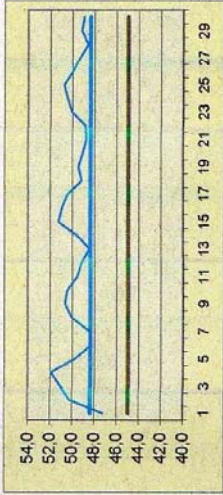
Equipe de fiscalização: José Araújo da S. Júnior e Flávia Maria Barreto Chaves.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAIBA
 SECTMA - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente.
 SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente.

MEDIÇÃO			
Instituto kumamoto de Pesquisasa e Medicinas e Assistência a Saúde			
ÁREA FISCALIZADA		PERÍODO	
Residencial	Diversificada	Industrial	Diurno Noturno
	X		X

Níveis medidos											
01	47,3	02	50,3	03	51,1	04	52,0	05	49,8	06	48,3
07	48,5	08	50,1	09	50,7	10	50,5	11	49,6	12	49,2
13	48,5	14	49,6	15	51,3	16	51,0	17	50,5	18	49,2
19	49,5	20	49,1	21	48,8	22	48,9	23	50,1	24	50,5
25	50,8	26	50,0	27	49,4	28	48,6	29	49,2	30	49,0
Leq(dBA)		48,4									
				45,0							

LOCAL DAS MEDIÇÕES	
Área interna	
Apartamento nº. 109 - Janela fechada	
End.	Avenida Rui Barbosa, 202, Torre, João Pessoa - Pb
Data	Início: 14:15hs Término: 14:20hs em 17/06/2009.



NÍVEL PERMITIDO ULTRAPASSADO	
45,0	

Equipe de fiscalização: José Araújo da S. Júnior e Flávia Maria Barreto Chaves.

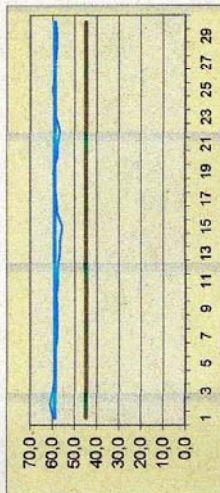
GOVERNO DO ESTADO DA PARAIBA
 SECTMA - Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente.
 SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente.

MEDICÇÃO				LOCAL DAS MEDIÇÕES			
Instituto Kumamoto de Pesquisasa e Medicinas e Assistência a Saúde				Área interna			
				Apartamento nº. 109 - Janela aberta			
				End. Avenida Rui Barbosa, 202, Torre, João Pessoa - Pb			
				Data: Início: 14:30hs Término: 14:35hs em 17/06/2009.			

ÁREA FISCALIZADA		PERÍODO	
Residencial	Industrial	Diurno	Noturno
		X	

Níveis medidos									
01	59,7	02	61,3	03	60,2	04	59,3	05	59,0
07	57,9	08	58,1	09	58,0	10	58,5	11	57,8
13	56,8	14	56,6	15	55,7	16	57,9	17	58,4
19	60,1	20	58,0	21	57,8	22	56,9	23	58,6
25	60,3	26	59,1	27	58,8	28	58,3	29	57,9
Leq(dBA)		59,0						45,0	

NÍVEL PERMITIDO ULTRAPASSADO	



Equipe de fiscalização: José Araújo da S. Júnior e Flávia Maria Barreto Chaves.

ANEXO D

Catálogos consultados sobre os equipamentos elétricos levantados

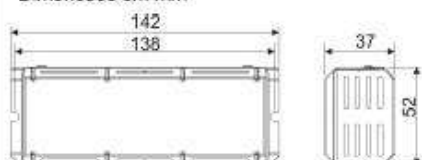
intral
**ISO
9001
intral**

Reator Fluorescente Eletrônico Poup-AFP

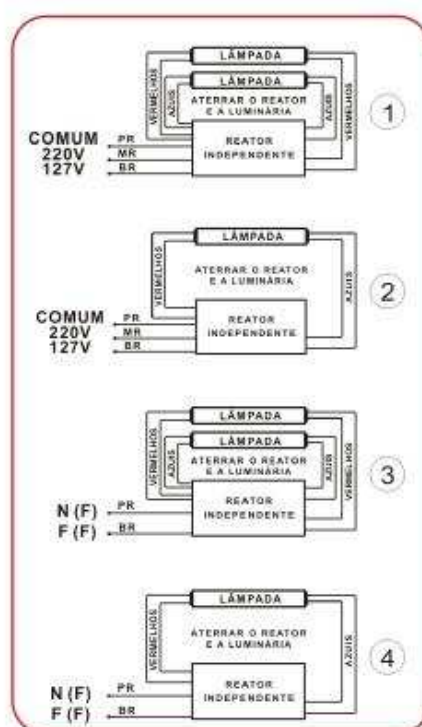
Alto fator de potência:	0,97C.
Bivolt (127/220) ou Monovolt:	
Dimensões reduzidas:	Leve e compacto.
Circuito de proteção:	
Frequência da rede:	50/60Hz
Frequência de operação das lâmpadas:	30kHz
Garantia:	2 anos
Normas de Desempenho:	NBR 14418.
Baixa distorção harmônica:	Inferior a 10% em 127V e 20% em 220V.
Normas de segurança:	NBR 14417.



Dimensões em mm



Esquema de Ligação






Código	Referência	Lâmpadas (W)	Tensão Nominal (V)	Consumo (W)	Corrente de Entrada (A)	Fator de Potência	Distorção Harmônica Total (%)	Fator de Fluxo Luminoso	Fator de Eficácia	Peso (Kg)	Esquema de Logção
02344	POLIP-APF 2x40/127-220/50-60	2x40	127 220	75 71	0,60 0,34	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	1,23	0,25	1
02364	POLIP-APF 2x36/127-220/50-60	2x36	127 220	68,5 68	0,56 0,33	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	1,51		
02347	POLIP-APF 2x32/127-220/50-60	2x32	127 220	65 65	0,54 0,32	0,97C 0,97C	<10% <20%	1,0	1,54		
02331	POLIP-APF 2x30/127-220/50-60	2x30	127 220	56 55,5	0,47 0,27	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	1,61		
02429	POLIP-APF 2x26/127-220/50-60	2x26 - 4 pinos	127 220	52 52	0,40 0,23	0,97C 0,97C	<10% <20%	1,0	1,92		
02341	POLIP-APF 2x20/127-220/50-60	2x20	127 220	36,5 36,5	0,30 0,17	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	2,47		
02386	POLIP-APF 2x18/127-220/50-60	2x18	127 220	35 35	0,30 0,17	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	2,57		
02349	POLIP-APF 2x16/127-220/50-60	2x16/2x15	127 220	35 35	0,27 0,16	0,97C 0,97C	<10% <20%	1,0	2,85		
02359	POLIP-APF 1x40/127-220/50-60	1x40	127 220	38 38	0,31 0,18	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	2,37		
02361	POLIP-APF 1x36/127-220/50-60	1x36	127 220	35 35	0,29 0,17	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	2,57	0,20	2
02351	POLIP-APF 1x32/127-220/50-60	1x32	127 220	35 35	0,28 0,17	0,97C 0,97C	<10% <20%	1,0	2,86		
02352	POLIP-APF 1x20/127-220/50-60	1x20	127 220	20 19	0,16 0,09	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	4,50		
02385	POLIP-APF 1x18/127-220/50-60	1x18	127 220	18 18	0,16 0,09	0,97C 0,97C	<10% <20%	0,9	5,00		
02353	POLIP-APF 1x16/127-220/50-60	1x16	127 220	18,5 18,5	0,15 0,08	0,97C 0,97C	<10% <20%	1,0	5,40		
02374	POLIP-APF 2x40/127/50-60	2x40	127	75	0,60	0,97C	<10%	0,9	1,23	0,25	3
02371	POLIP-APF 2x36/127/50-60	2x36	127	68,5	0,56	0,97C	<10%	0,9	1,51		
02372	POLIP-APF 2x32/127/50-60	2x32	127	65	0,54	0,97C	<10%	1,0	1,54		
02332	POLIP-APF 2x30/127/50-60	2x30	127	56	0,47	0,97C	<10%	0,9	1,61		
02421	POLIP-APF 2x26/127/50-60	2x26 - 4 pinos	127	52	0,40	0,97C	<10%	1,0	1,92		
02371	POLIP-APF 2x20/127/50-60	2x20	127	36,5	0,30	0,97C	<10%	0,9	2,47		
02388	POLIP-APF 2x18/127/50-60	2x18	127	35	0,30	0,97C	<10%	0,9	2,57		
02379	POLIP-APF 2x16/127/50-60	2x16/2x15	127	35	0,27	0,97C	<10%	1,0	2,85		
02369	POLIP-APF 1x40/127/50-60	1x40	127	38	0,31	0,97C	<10%	0,9	2,37	0,20	4
02368	POLIP-APF 1x36/127/50-60	1x36	127	35	0,29	0,97C	<10%	0,9	2,57		
02367	POLIP-APF 1x32/127/50-60	1x32	127	35	0,28	0,97C	<10%	1,0	2,86		
02366	POLIP-APF 1x20/127/50-60	1x20	127	20	0,16	0,97C	<10%	0,9	4,50		
02387	POLIP-APF 1x18/127/50-60	1x18	127	18	0,16	0,97C	<10%	0,9	5,00		
02365	POLIP-APF 1x16/127/50-60	1x16	127	18,5	0,15	0,97C	<10%	1,0	5,40		
02384	POLIP-APF 2x40/220/50-60	2x40	220	71	0,34	0,97C	<20%	0,9	1,27	0,25	3
02383	POLIP-APF 2x36/220/50-60	2x36	220	68	0,33	0,97C	<20%	0,9	1,32		
02382	POLIP-APF 2x32/220/50-60	2x32	220	65	0,32	0,97C	<20%	1,0	1,54		
02355	POLIP-APF 2x30/220/50-60	2x30	220	55,5	0,27	0,97C	<20%	0,9	1,62		
02422	POLIP-APF 2x26/220/50-60	2x26 - 4 pinos	220	52	0,23	0,97C	<20%	1,0	1,92		
02381	POLIP-APF 2x20/220/50-60	2x20	220	36,5	0,17	0,97C	<20%	0,9	2,47		
02399	POLIP-APF 2x18/220/50-60	2x18	220	35	0,17	0,97C	<20%	0,9	2,57		
02380	POLIP-APF 2x16/220/50-60	2x16/2x15	220	35	0,16	0,97C	<20%	1,0	2,85		
02459	POLIP-APF 1x110/220/50-60	1x110	220	100	0,49	0,97C	<25%	0,9	0,9	0,27	4
02445	POLIP-APF 1x58/220/50-60	1x58	220	60	0,29	0,97C	<25%	1,0	1,67	0,27	
02379	POLIP-APF 1x40/220/50-60	1x40	220	38	0,18	0,97C	<20%	0,9	2,37	0,20	
02378	POLIP-APF 1x36/220/50-60	1x36	220	35	0,17	0,97C	<20%	0,9	2,57	0,20	
02377	POLIP-APF 1x32/220/50-60	1x32	220	35	0,17	0,97C	<20%	1,0	2,86		
02376	POLIP-APF 1x20/220/50-60	1x20	220	19	0,09	0,97C	<20%	0,9	4,73		
02389	POLIP-APF 1x18/220/50-60	1x18	220	18	0,09	0,97C	<20%	0,9	5,00		
02521	POLIP-APF 1x18/220/50-60 PL	1x18 - 4 pinos	220	20,5	0,16	0,97C	<20%	1,0	4,87		
02375	POLIP-APF 1x16/220/50-60	1x16	220	18,5	0,08	0,97C	<20%	1,0	5,40		

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

JASPE 1XTC-D 18W



Jaspe-8019.1C2.100.ies

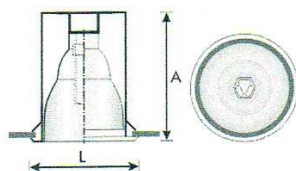
Especificação: Luminária circular de embutir, para 1 lâmpada fluorescente compacta de 18W, dupla, 2 pinos. Corpo em alumínio repuxado com acabamento em pintura eletrostática epóxi-pó na cor branca. Refletor em alumínio anodizado jateado. Necessita reator eletromagnético.

Aplicação: Embutido para iluminação de áreas internas, para iluminação geral. Indicada para uso em residências, escritórios, hotéis, estabelecimentos comerciais e locais similares.

Rendimento: 58%

Dimensões: L= Ø 240 x A= 265 mm. / Nicho: Ø 220 mm.

DESENHO



FATOR DE UTILIZAÇÃO

TEÇO (%)	70			50			30			0
PAREDE (%)	50	30	10	50	30	10	30	10	0	0
PISO (%)	10			10			10			0
K _r	FATOR DE UTILIZACAO (X 0,01)									
0.60	37	34	32	36	34	32	33	32	31	
0.80	42	39	37	41	39	37	38	36	36	
1.00	46	43	41	45	43	41	42	41	40	
1.25	49	47	45	48	46	45	46	44	43	
1.50	52	49	47	51	49	47	48	47	46	
2.00	55	53	52	54	52	51	52	51	49	
2.50	57	55	54	56	54	53	54	53	52	
3.00	58	57	56	57	56	55	55	54	53	
4.00	59	58	57	58	57	57	56	56	54	
5.00	60	59	58	59	58	57	57	57	55	

CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA

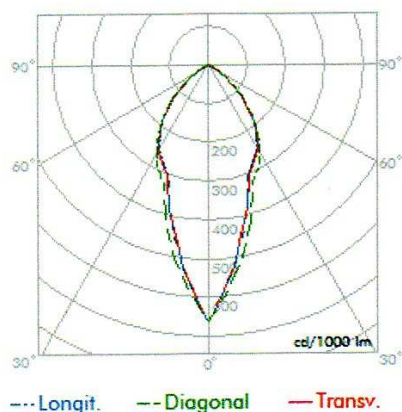
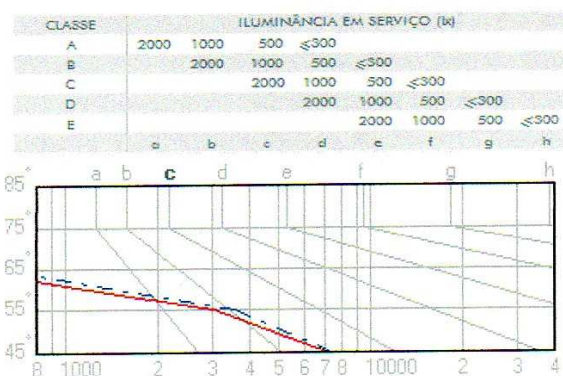


DIAGRAMA DE LUMINÂNCIA

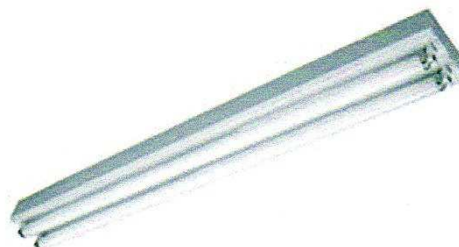


Miralux Ind. e Com. de Aparelhos Elétricos Ltda.
 t | 11 4785 1010
 f | 11 4785 1034
 Rod Régis Bittencourt, km 276
 06818 300 Embu - SP
 www.itaim.ind.br



intral
ISO
9001
intral
Fluorescente tubular branco sobrepor
GS-840

Lâmpada: Fluorescente Tubular.
 Corpo: Chapa de aço tratada e pintada.
 Instalação: Sobrepor.



	Lâmpada	Dimensões (mm)			Peso	Fig
Código	(W)	A	L	C	Kg	
05028	1x20	72	87	640	0,62	figura 46
05030	2x20	72	150	640	0,81	figura 46
05032	3x20	72	212	640	1,14	figura 46
05034	4x20	72	275	640	1,28	figura 46
05029	1x40	72	87	1250	1,1	figura 46
05031	2x40	72	150	1250	1,41	figura 46
05033	3x40	72	212	1250	1,78	figura 46
05035	4x40	72	276	1250	2,38	figura 46

Dimensões em mm

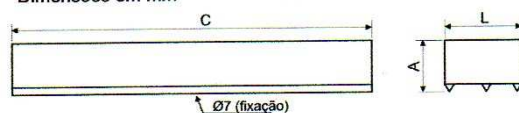
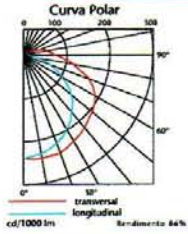


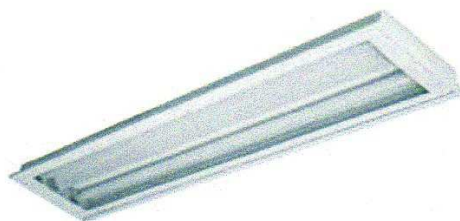
Figura 46



ÍNDICE DE REFLEXÃO									
TL100(%)	70	50	30	10	50	30	10	30	10
PAREDE(%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10
PISO(%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
FATOR DE UTILIZAÇÃO									
0,6	0,34	0,27	0,22	0,33	0,26	0,21	0,26	0,21	0,21
0,8	0,41	0,33	0,28	0,39	0,33	0,28	0,32	0,27	0,27
1	0,46	0,39	0,33	0,45	0,38	0,33	0,37	0,32	0,32
1,25	0,52	0,44	0,39	0,50	0,43	0,38	0,43	0,38	0,38
1,5	0,56	0,49	0,44	0,54	0,48	0,43	0,47	0,43	0,43
2	0,63	0,54	0,51	0,61	0,55	0,50	0,54	0,50	0,50
2,5	0,67	0,61	0,56	0,65	0,60	0,55	0,58	0,55	0,55
3	0,71	0,65	0,61	0,68	0,64	0,60	0,62	0,59	0,59
4	0,75	0,71	0,67	0,73	0,69	0,66	0,68	0,65	0,65
5	0,78	0,74	0,70	0,76	0,72	0,69	0,71	0,68	0,68

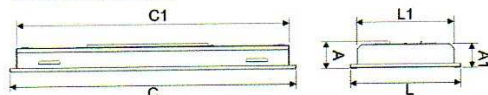
intral
ISO
9001
intral
**Fluorescente tubular branco embutir
EE-860**

Lâmpada:	Fluorescente Tubular.
Corpo:	Chapa de aço tratada e pintada.
Refletor:	Chapa de aço tratada e pintada.
Difusor:	Em poliestireno plano transparente.
Soquete:	Tipo G-13 de engate rápido, rotor de segurança em policarbonato e contatos em bronze fosforoso.
Instalação:	Embutir em gesso.



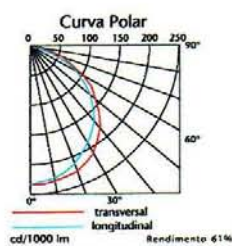
Código	Lâmpada	Dimensões (mm)						Nicho	Peso	Fig.
	(W)	A	L	C	A1	L1	C1	mm	Kg	
05594	2x16/18/20	62	258	667	55	226	636	231x641	1,92	figura 35
05595	2x32/36/40	62	258	1267	55	226	1236	231x1241	3,25	figura 35

Dimensões em mm



intral
**ISO
9001
intral**

Figura 35



ÍNDICE DE REFLEXÃO									
TETO(%)	50	70	10	30	50	10	30	50	10
PAREDE(%)	50	30	10	30	50	10	30	50	10
PISO(%)	10	30	10	30	50	10	30	50	10
FATOR DE UTILIZAÇÃO									
K	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4
0,6	0,27	0,23	0,19	0,26	0,22	0,19	0,22	0,19	0,19
0,8	0,33	0,28	0,25	0,32	0,28	0,25	0,27	0,24	0,24
1	0,37	0,32	0,29	0,36	0,32	0,29	0,31	0,28	0,28
1,25	0,41	0,37	0,33	0,40	0,36	0,33	0,36	0,33	0,33
1,5	0,44	0,40	0,37	0,43	0,40	0,37	0,39	0,36	0,36
2	0,49	0,45	0,42	0,48	0,44	0,42	0,44	0,41	0,41
2,5	0,52	0,49	0,46	0,50	0,48	0,45	0,47	0,45	0,45
3	0,54	0,51	0,49	0,53	0,50	0,48	0,49	0,48	0,48
4	0,57	0,55	0,53	0,55	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51
5	0,58	0,57	0,55	0,57	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53

ANEXO E
Registros fotográficos



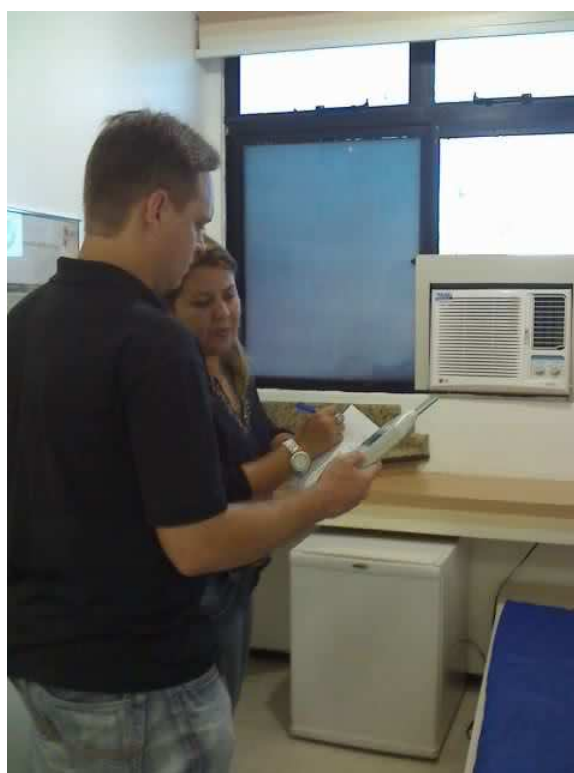
E1- Estação meteorológica portátil – La Crosse, modelo WS-230W



E2 – Decibelímetro MINIPA, modelo MSL1351C



E3 - Medição de Ruído externo



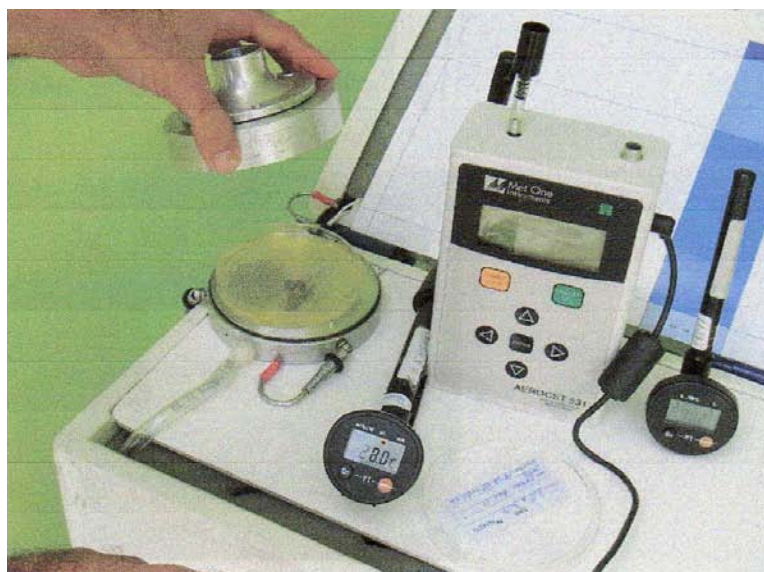
E4 – Medição de ruído interno – apartamento frontal – janela fechada



E5 – Medição de ruído interna – apartamento frontal - janela aberta



E6 – Equipamentos para amostragem de ar



E6.1 – Equipamentos para amostragem de ar



E7 – Anemômetro de fio quente