

CEB

COMPLEXO ESTUDANTIL BENFICA

JOANA PIMENTEL GUEDES

Universidade Federal do Ceará
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Curso de Arquitetura e Urbanismo
Trabalho Final de Graduação

CEB

COMPLEXO ESTUDANTIL BENFICA

Joana Pimentel Guedes
Orientador: Bruno Braga

JUNHO / 2014

JOANA PIMENTEL GUEDES

BANCA EXAMINADORA

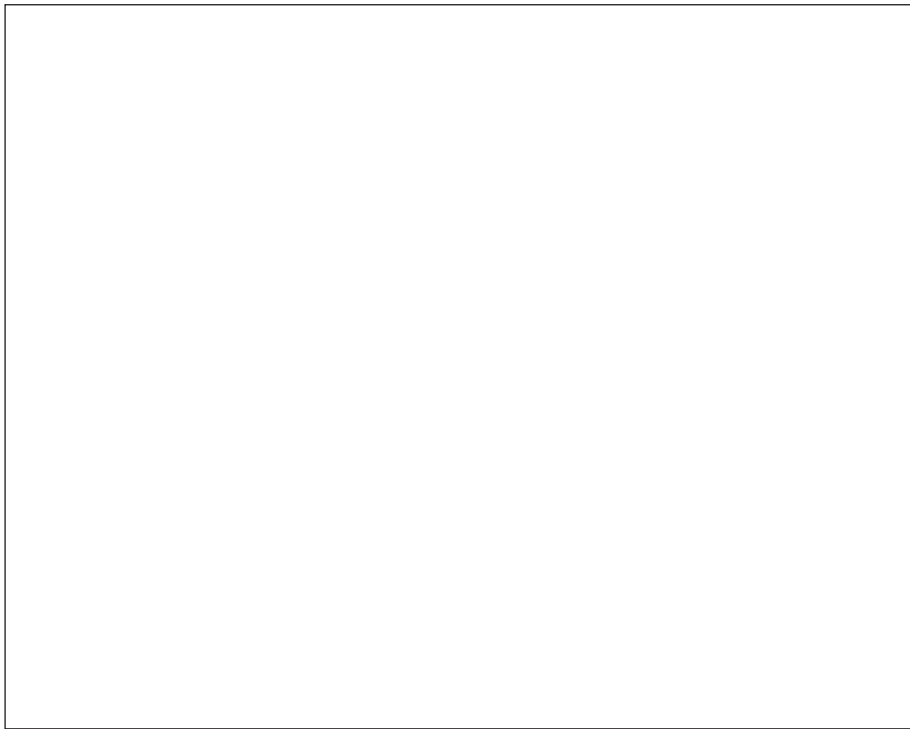
Prof. Bruno Melo Braga
Orientador

Prof. Renan Cid Varela Leite
Professor Convidado

Ricardo Henrique Muratori de Menezes
Arquiteto Convidado

Sâmia Silveira
Arquiteta Convidada

Fortaleza
27 de Junho / 2014



AGRADECIMENTOS

A boa sorte que tem me acompanhado por toda a vida, colocando sempre em meu caminho pessoas abençoadas.

A minha família, por todo apoio e incentivo dados.

Aos arquitetos Clayton Tapety e Bosco Dantas, meus chefes, que sempre me encorajaram a seguir em frente, mesmo em momentos de cansaço.

Aos arquitetos Bruno Braga e Renan Cid, meus orientadores, que respeitaram minhas decisões e objetivos durante a elaboração desse projeto e sem os quais esse trabalho certamente não seria o mesmo.

Ao professor Adeílto e ao LERCA, que me disponibilizaram livros e equipamentos que foram fundamentais para o diagnóstico elaborado.

Aos meus amigos Hiago Alves e Chico Sheldon, que auxiliaram na elaboração desse projeto, sempre pacientes e compreensivos, com os quais espero ter muitas parcerias de sucesso.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O presente trabalho analisa a aplicabilidade de soluções passivas, visando o conforto térmico e acústico, considerando as características do local de intervenção e buscando a redução do custo operacional em edifícios públicos. O objetivo do trabalho é trazer ao exercício de projeção formas de prever o desempenho das intervenções através de simulações com modelos digitais. Para isso, foram utilizados programas para simulação de ventilação e para o desenvolvimento de estudos de insolação nos ambientes internos e externos. Também foi realizada uma medição in loco dos níveis de ruído do atual restaurante, visando o desenvolvimento de soluções arquitetônicas que proporcionem também conforto acústico. Na ocasião, foram medidos no restaurante universitário vinculado a instituição federal de ensino os níveis de atenuação entre meio externo e interno em horários de grande fluxo de veículos na avenida limítrofe e em diferentes dias. Quanto aos procedimentos, os métodos utilizados compreendem o levantamento de dados através de uma série de medições realizadas a fim de verificar o desempenho acústico, bem como a simulação computacional de ventilação e iluminação natural. Foram realizadas diferentes simulações, considerando diferentes horas do dia e períodos do ano, utilizando dados EPW, TRY e a carta de Givoni elaborada para Fortaleza, indicando as soluções adequadas à realidade climática local. Considera-se contribuição desse trabalho a previsibilidade do desempenho de uma edificação com as ferramentas atuais disponíveis em mercado, e com dados de cada local de intervenção, sendo o projeto desenvolvido adequadamente, e não de forma genérica.

Palavras-chave: Desempenho acústico. Conforto térmico. Simulação computacional.

ABSTRACT

The present work analyses the applicability of passive solutions driving to the acoustic and thermal comfort, considering the characteristics of the place of intervention and seeking the reduction of the operational costs in public buildings. The objective of this work is bring to the exercise of projecting ways of foresee the performance of the interventions through simulations with digital models. Thereunto, were utilized software's to simulation of the ventilation and to the development of studies of insulation on the internal and external environments. It was made, as well, a measurement in loco of the noise levels of the current restaurant, objecting the development of architectural solutions that can also offer acoustic comfort. On the occasion was measured in the university's restaurant linked to the educational federal institution the attenuation levels between internal and external mediums on the hours of great flow of vehicles in the bordering avenue on several days. About the procedures, the methods utilized were the surveying of data through a series of measurements realized to the verification the acoustic performance, as also computer simulations to the natural ventilation and insulation. There were made different simulations considering different times of day and periods of the year, utilizing EPW and TRY data and Givoni's chart elaborated to Fortaleza, indicating the most suitable solutions to the local climate. It is considered as a contribution of this work the capacity of foresee the performance of an edification with the tools available in the market, and with the data of the site of intervention, being the project developed properly, instead of a generic way.

Keywords: Acoustic performance. Thermal comfort. Computer simulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1: Fachada Sudeste. P. 27

Figura 2.2: Vista Aérea do Hospital. P. 27

Figura 2.3: Fachada Sudoeste. P. 27

Figura 2.4: Fachada Noroeste. P. 27

Figura 2.5: Corte e planta esquemático das galerias de ventilação. P. 28

Figura 2.6: Croqui esquemático das galerias de ventilação. P. 28

Figura 2.7: Aspecto da construção dos sheds em forma de “arco quebrado” com conexão rígida entre as treliças. P. 28

Figura 2.8: Vista do espelho d’água com as fontes de pulverização externas às galerias de ventilação. P. 28

Figura 2.9: Ambientes do hospital - Térreo e Seção. P. 29

Figura 2.10: Jardim Interno. P. 29

Figura 2.11: Planta de Locação. P. 30

Figura 2.12: Vista da fachada oeste. P. 31

Figura 2.13: Vista da fachada sul. P. 31

Figura 2.14: Interior do Restaurante. P. 31

Figura 2.15: Planta de Situação com destaque ao Restaurante. P. 31

Figura 2.16: Planta Baixa. P. 31

Figura 2.17: Fachada Leste. P. 32

Figura 2.18: Fachada Oeste. P. 32

Figura 2.19: Fachada Norte. P. 32

Figura 2.20: Detalhe do Pilar e Iluminação Zenital. P. 32

Figura 2.21: Fachada Sul. P. 32

Figura 2.22: Detalhe Telhas Metálicas e Lambrequins. P. 32

Figura 2.23: Seção AA'. P. 32

Figura 2.24: Detalhe D.01. P. 32

Figura 2.25: Planta de Situação. P. 33

Figura 2.26: Seção Longitudinal - Terraços Elevação Leste. P. 33

Figura 2.27: Vista interior do corredor. P. 33

Figura 2.28: Seção Longitudinal - Terraços Elevação Oeste. P. 33

Figura 2.29: Fachada. P. 33

Figura 2.30: Plantas das Habitações. P. 34

Figura 2.31: Diagrama das Habitações. P. 34

Figura 2.32: Planta Baixa do Pavimento Tipo. P. 34

Figura 2.33: Detalhe de Abertura da Fachada. P. 34

- Figura 2.34:** Fachada. P. 35
- Figura 2.35:** Detalhe em Planta da Janela Rotulada da Fachada. P. 35
- Figura 2.36:** Detalhe da Janela Rotulada da Fachada. P. 35
- Figura 2.37:** Croqui Vista Externa. P. 36
- Figura 2.38:** Planta se Situação. P. 36
- Figura 2.39:** Vista Externa. P. 36
- Figura 2.40:** Croqui das Janelas das Fachadas Exteriores. P. 37
- Figura 2.41:** Seções. P. 37
- Figura 2.42:** Interior do Complexo. P. 37
- Figura 2.43:** Pátio Interno. P. 38
- Figura 2.44:** (De cima para baixo, respectivamente) Plantas dos Níveis 1, 2 e 4. P. 38
- Figura 2.45:** Croqui do Complexo. P. 38
- Figura 3.1:** Vista do Estádio Presidente Vargas, localizado no bairro Benfica. P. 41
- Figura 3.2:** Vista dos parques eólicos. P. 42
- Figura 3.3:** Vista do porto do Mucuripe ao pôr do sol. P. 43
- Figura 3.4:** Carta Solar para Fortaleza - Latitude 4°S. P. 43
- Figura 3.5:** Zona Bioclimática 8. P. 44
- Figura 3.6:** Carta Psicométrica de Fortaleza. P. 45
- Figura 3.7:** Mapa de Fortaleza com destaque para o bairro Benfica. P. 46
- Figura 3.8:** Cruzamento da Av. 13 de Maio com Avenida da Universidade (foto anterior a 1974). P. 47
- Figura 3.9:** Portão principal do palacete do Cel. José Gentil, localizado na esquina das avenidas 13 de maio e Universidade, antiga Visconde de Cauípe, durante algum tempo permaneceu como entrada principal da Sede da Reitoria da Universidade Federal do Ceará (1959). P. 47
- Figura 3.10:** Ensaio geral da colação de grau na concha acústica (2014). P. 47
- Figura 3.11:** Pré-carnaval bloco Luxo da Aldeia no Bairro Benfica (2014). P. 47
- Figura 3.12:** Vista aérea da Reitoria da Universidade Federal do Ceará em 03 de outubro de 1959, quando da inauguração da Concha acústica. P. 47
- Figura 3.13:** Planta do Restaurante Universitário Benfica com pontos onde foram feitas as medições para audiometria. P. 48
- Figura 3.14:** Centro Médico Odontológico (2014). P. 49
- Figura 3.15:** Biblioteca Pública Municipal Dolor Barreira (2014). P. 49
- Figura 3.16:** Interior do RU (2013). P. 49
- Figura 3.17:** Comércio Máquinas Jucá (2014). P. 49

Figura 3.18: PROJETO 1. P. 52

Figura 3.19: PROJETO 2. P. 52

Figura 3.20: PROJETO 6. P. 52

Figura 3.21: PROJETO 7. P. 52

Figura 4.1: Imagem da fachada principal do edifício. P. 57

Figura 4.2: Esquema ilustrativo do processo de elaboração do projeto. P. 57

Figura 4.3: Sobreposição da planta da volumetria inicial na carta solar correspondente à Fortaleza para análise de insolação das fachadas. P. 58

Figura 4.4: Simulação de insolação da volumetria inicial durante o solstício de inverno. P. 59

Figura 4.5: Simulação de insolação da volumetria inicial durante os equinócios. P. 59

Figura 4.6: Simulação de insolação da volumetria inicial durante o solstício de verão. P. 59

Figura 4.7: Exemplo esquemático do funcionamento da ventilação por resfriamento para o solo. P. 60

Figura 4.8: Simulação do comportamento da ventilação no local de intervenção no nível térreo. P. 60

Figura 4.9: Pontos base para a elaboração das máscaras de sombreamento. P. 61

Figura 4.10: Máscaras de sombreamento sobre carta solar de Fortaleza para a verificação da eficiência das proteções solares nos pontos especificados pela Figura 4.9. P. 61

Figura 4.11: Simulação do comportamento da ventilação no local de intervenção nos níveis superiores. P. 62

Figura 4.12: Simulação do comportamento da ventilação na habitação. P. 62

Figura 4.13: Detalhe do brise: dimensões, componentes e remates. Obs.: as medidas estão em milímetros. P. 63

Figura 4.14: Detalhe dos painéis de brises, componentes das fachadas. P. 63

Figura 4.15: Máscaras de sombreamento sobre carta solar de Fortaleza, calculada no limite entre o quarto e a varanda, onde pôde ser verificado a necessidade de proteção solar e a eficiência das mesmas, apesar do sombreamento ocasionado pela laje de varanda. P. 63

Figura 4.16: Vista do corredor das habitações. P. 63

Figura 4.17: Vista dos brises da fachada anterior. P. 63

Figura 4.18: Detalhe da laje de cobertura do RU. P. 65

Figura 4.19: Detalhe da laje do terraço. P. 65

- Figura 4.20:** Fachada da edificação vista a partir da Avenida da Universidade. P. 68
- Figura 4.21:** Vista do interior do restaurante. P. 68
- Figura 4.22:** Fachada da edificação vista a partir da Rua Inácio Barroso. P. 69
- Figura 4.23:** Vista do salão comunal no 3º pavimento. P. 70
- Figura 4.24:** Vista do interior da habitação. P. 71
- Figura 4.25:** Planta de situação. P. 72
- Figura 4.26:** Planta de locação e coberta. P. 73
- Figura 4.27:** Planta do pavimento térreo: Restaurante Universitário. P. 74
- Figura 4.28:** Planta do 2º pavimento: Clínica Universitária. P. 75
- Figura 4.29:** Planta do 3º pavimento: salão comunal e lavanderia. P. 75
- Figura 4.30:** Planta do pavimento tipo (4º ao 8º): Residência Universitária. P. 76
- Figura 4.31:** Planta do último pavimento. P. 76
- Figura 4.32:** Detalhe da habitação tipo. P. 77
- Figura 4.33:** Detalhe da habitação acessível. P. 77
- Figura 4.34:** Secção 1. P. 78
- Figura 4.35:** Secção 2. P. 78
- Figura 4.36:** Secção 3. P. 79
- Figura 4.37:** Elevação 1. P. 79
- Figura 4.38:** Elevação 2. P. 80
- Figura 4.39:** Elevação 3. P. 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Médias históricas mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, nebulosidade, pressão atmosférica e totais mensais e anuais da precipitação, evaporação do tanque “Classe A”, evaporação de Piche e insolação. Fortaleza, 1966-2003. **P. 41**

Tabela 3.2: Condicionantes legais do terreno - resumo dos Anexos 6, 8 e 10. **P. 51**

Tabela 4.1: Critérios para a obtenção de conforto térmico e acústico na edificação. **P. 64**

Tabela 4.2: Transmitância térmica, isolamento acústico e locais de uso das paredes do projeto. **Pp. 65 e 66**

Tabela 4.3: Tabelas de materiais utilizados no interior do RU, com seus respectivos coeficientes de absorção acústica (α) e área de aplicação (em m²), para a obtenção do tempo ótimo. **P. 67**

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Associação das frequências de direção do vento e 10 classes de velocidade do ar. **P. 42**

Gráfico 3.2: Distribuição dos ventos durante o período da madrugada. **P. 42**

Gráfico 3.3: Distribuição dos ventos durante o período da manhã. **P. 42**

Gráfico 3.4: Distribuição dos ventos durante o período da tarde. **P. 42**

Gráfico 3.5: Distribuição dos ventos durante o período da noite. **P. 42**

Gráfico 3.6: Dados de Radiação Solar Incidente (I_g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m²). **P. 43**

Gráfico 3.7: Estratégias para obtenção de conforto e frequência de uso. **P. 45**

Gráfico 3.8: Resultados da audiometria realizada no Restaurante Universitário nos dias 31/01, 03/02, 05/02 e 06/02. **P. 48**

Gráfico 4.1: Gráfico do tempo de reverberação no interior do restaurante. **P. 67**

SUMÁRIO

1

APRESENTAÇÃO

INTRODUÇÃO	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
FUNDAMENTAÇÃO	21
Conforto térmico e edificação eficiente	21
Conforto acústico	21
Conceito de sustentabilidade	21
A culpa do movimento moderno	22
METODOLOGIA	24

2

PROJETOS DE REFERÊNCIA

HOSPITAL SARAH KUBITSHECK - SEDE FORTALEZA	27
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO	30
CARABANCHEL HOUSING	33
ST EDWARD'S UNIVERSITY STUDENT RESIDENCES	36

3

PARÂMETROS DO PROJETO

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	41
Gerais	41
Ventos	42
Insolação	43
RECOMENDAÇÕES E DIRETRIZES	44
O BAIRRO BENFICA	46
LOCAL DE INTERVENÇÃO	48
LEGISLAÇÃO	50

4

O PROJETO

PROCESSO DO PROJETO	57
MATERIAIS	64
Vedações e cobertas	64
Materiais do ambiente interno do Restaurante Uni- versitário	67
MEMORIAL DESCRITIVO	68
Restaurante Universitário	68
Clínica Universitária	70
Salão comunal e lavanderia	70
Residência Universitária	71
Cobertura	71

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS	84

1

APRESENTAÇÃO

INTRODUÇÃO

Inicialmente as construções eram feitas utilizando medidas passivas e simples, capazes de garantir o conforto de seus usuários. Essas medidas eram adotadas principalmente devido à falta de tecnologia que permitisse a adequação artificial do edifício ao sítio. Por isso, era feita uma análise do local, levando em consideração topografia, clima, materiais a serem utilizados, geometria e forma, buscando a adoção de uma solução que fosse capaz de gerar o bem estar físico e psicológico do homem.

Com a Revolução Industrial e o desenvolvimento tecnológico, foram criados novos materiais de construção, que eram capazes de serem produzidos em grande velocidade. Essa facilidade de produção acabou por disseminar o seu uso, e homogeneizar as construções, que anteriormente contavam apenas com materiais locais.

O surgimento do Movimento Moderno criou uma linha de pensamento que adotou a arquitetura como universal, capaz de ser reproduzida em qualquer localidade. A adoção desse modelo deixou para trás as diretrizes que guiavam as construções vernaculares, criando uma edificação muito dependente de sistemas mecânicos de climatização para garantir as condições de conforto interior. A fácil e barata disponibilidade de combustíveis fósseis e energia elétrica fez com que esse modelo

de arquitetura e das novas tecnologias de climatização fossem disseminadas como sinal de desenvolvimento e riqueza.

Após a crise mundial do petróleo de 1973, a crise energética no Brasil em 2001, e a atual ameaça de racionamento, observou-se a necessidade do uso de soluções passivas para a obtenção de conforto. O desenvolvimento de programas computacionais nessa área, apresentam-se como ferramentas disponíveis para a previsibilidade do desempenho térmico e acústico da edificação.

Nesse contexto, o projeto tem como objetivo explorar a aplicabilidade de soluções passivas, através de simulações computacionais, considerando as características locais, a fim de buscar a redução do custo operacional em edifícios para a obtenção de conforto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor uma nova edificação para o programa Restaurante Universitário, que seja capaz de atender confortavelmente às necessidades do usuário, sem que seja preciso a utilização de sistemas de climatização artificial;

- Desenvolver uma tipologia habitacional que utilize principalmente soluções de ventilação e iluminação naturais e que possa ser adaptada para pessoas com necessidades especiais (P.N.E);

- Elaborar um projeto de clínica, que tenha como foco o atendimento de estudantes da Universidade;

- Combinar as três tipologias em uma única edificação, respeitando a tradição de arquitetura moderna presente no bairro;

- Projetar o edifício em lotes inteiramente de posse da Universidade, sem causar nenhum ônus de aquisição de terreno;

- Projetar espaços acessíveis, que estimulem a convivência dos alunos;

- Projetar um edifício adequado às condições climáticas de Fortaleza.

FUNDAMENTAÇÃO

CONFORTO TÉRMICO E EDIFICAÇÃO EFICIENTE

Olgay (1963) define conforto como ponto onde a pessoa precisa consumir menos energia para adaptação do meio circundante. Na década de 1960, ele desenvolveu um diagrama bioclimático que propõe a adaptação da arquitetura ao clima, considerando o conforto térmico humano. Esse diagrama, no entanto, era aplicado somente para as condições externas. Em 1969, Givoni elaborou uma carta bioclimática para edifícios, construída sobre o diagrama psicométrico, que relacionava a temperatura do ar com a umidade relativa. Essa carta baseia-se em temperaturas internas do edifício, propondo estratégias construtivas para a adequação da arquitetura ao clima e corrigindo algumas das limitações do diagrama de Olgay. Com os dados climáticos do ano da localidade sobre o diagrama, o arquiteto pode consultar as estratégias a serem adotadas através da identificação da zona em que estão situadas.

Uma vez que os maiores gastos na edificação se dão em função de trocas de calor indesejadas ou do impedimento dessas trocas quando elas são necessárias, a incidência solar tem grande influência na escolha dos materiais e no partido arquitetônico adotado, pois o conceito de conforto está profundamente conectado ao de edificação eficiente. Dessa forma, vemos que uma vez que o conforto pode

ser quantificado e gerido, tornar uma edificação eficiente significa minimizar os gastos para a obtenção do mesmo.

CONFORTO ACÚSTICO

A exposição excessiva a sons de alta intensidade pode causar danos físicos e psicológicos a um indivíduo. Para evitar tal situação, foram desenvolvidas normas e legislações específicas que estabelecem os níveis de ruído aceitáveis. O valor ideal vai variar de acordo com a atividade, no entanto, a partir de 65dB(A), pode ocorrer irritabilidade e fadiga.

Embora os maiores esforços sejam os de bloquear os ruídos externos para níveis compatíveis com sua atividade a ser desenvolvida, também são necessários esforços para a obtenção de condições de audibilidade interna, que pode ser comprometida devido ao prolongamento do som no recinto (reverberação). Através da fórmula de Sabine, podemos calcular o condicionamento acústico do recinto, relacionando o volume do local com o material a ser utilizado, a fim da obtenção de resultados satisfatórios.

CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

O termo sustentabilidade tem sido o foco de debate entre vários setores da economia não somente no Brasil, mas também no mundo. No entanto, o termo não é um consenso. Há várias correntes de pensa-

mento em relação ao termo sustentabilidade, assim, as definições, enfoques e visões de sustentabilidade apresentam contradições muitas vezes incompatíveis.

Diniz da Silva (2009) explica que o interesse por sustentabilidade se originou durante a década de 1980, a partir da conscientização de países em descobrir formas de promover o crescimento sem destruir o meio ambiente, nem sacrificar o bem estar das futuras gerações. (BACHA, SANTOS, SCHAUN, 2010, p. 5)

Atualmente, o conceito adotado não abrange somente a sustentabilidade ambiental, mas também a sustentabilidade econômica e social. Através desta tripla face do conceito, busca-se atingir a melhoria de qualidade de vida nos indivíduos e da sociedade.

Os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, recomenda-se:

- mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis, com possibilidade de readequação para futuras mudanças

de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições;

- busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis;

- gestão ecológica da água;

- redução do uso de materiais com alto impacto ambiental;

- redução dos resíduos da construção, com modulação de componentes para diminuir perdas, e especificações que permitam a reutilização de materiais. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE)

A CULPA DO MOVIMENTO MODERNO

O movimento moderno surgiu no início do século XX, como uma forma de ruptura da tradição acadêmica. Incentivados pelo desenvolvimento tecnológico e o surgimento de novos materiais, o movimento rompeu com as antigas formas de construir, propondo transformações nos espaços construídos que deveriam se refletir na vida de indivíduos e da população. Entre as principais características do Movimento Moderno, estão a rejeição dos estilos históricos e ao ornamento, a utilização de formas puras, busca pelo funcionalismo e racionalismo e utilização de novos materiais e novas técnicas.

Por ter origem diversa, o Movimento Moderno não apresenta um pensamento único. Essas fontes convergem com os CIAM (Congresso Internacional de Arquitetura

Moderna), que faz com que a arquitetura moderna aparente seguir uma linha única e coesa, através da criação do Estilo Internacional. A criação desse novo estilo facilita sua reprodução pelo mundo.

A disseminação do Estilo Internacional fez com que fossem criados edifícios com mau desempenho térmico e muitas vezes inadequados aos climas locais. O pensamento da época era que os recursos energéticos eram ilimitados, no entanto, após as várias crises energéticas e a crescente preocupação com sustentabilidade, podemos concluir que esse tipo de estilo arquitetônico não deve ser mais adotado, buscando a execução de construções mais eficientes.

METODOLOGIA

De forma geral, o trabalho em questão apresenta-se como uma pesquisa aplicada de caráter qualitativo, buscando compreender e interpretar a relação entre os fenômenos.

Quanto aos objetivos, pode ser considerada uma pesquisa exploratória e também descritiva, por expor as relações entre as variáveis.

Quanto aos procedimentos adotados, para a obtenção de conforto térmico, foram utilizados os métodos de cálculo presentes na NBR 15575/2013 e na NBR 15220/2005, que foram utilizadas analogamente, por falta de normativa específica.

Quanto ao conforto acústico, foi utilizado como referência para a obtenção de conforto acústico o protocolo CP001 do Departamento de Educação e Serviços Infantis do Governo da Austrália do Sul, que traz o máximo nível sonoro e o tempo de reverberação recomendados para o tipo de espaço. Juntamente a esse protocolo, foi utilizado o método de cálculo presente na NBR 12179/92 para a obtenção de valores dentro dos parâmetros estabelecidos. O isolamento necessário para a obtenção de conforto foi obtido devido a valores consultados em literatura específica.

2

PROJETOS DE REFERÊNCIA

HOSPITAL SARAH KUBITSCHEK - SEDE FORTALEZA

João Filgueiras Lima (Lelé)



Figura 2.1: Fachada Sudeste.

Fonte: Ventilação e Iluminação Naturais na Obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Estudo dos Hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro (2006).

A 30m acima do nível do mar, o hospital, que está situado no bairro Passaré, periferia de Fortaleza, uma zona de pouco adensamento e baixo gabarito, recebe abundantemente o vento predominante na direção Leste-Oeste. A edificação foi desenvolvida com a adoção de um sistema de ocupação que combina a constru-

ção horizontal com a vertical. Essa forma de construção, presente anteriormente somente nos hospitais de Brasília e Belo Horizonte, deve-se a intenção de tornar a edificação mais compacta e preservar, dessa forma, a grande área arborizada que ocupa mais de 1/3 do terreno.



Figura 2.2: Vista Aérea do Hospital.

Fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSI7EmSWKTW5B2To1YNmSj0JIn6vtYA2Gy2banaknXY6N-mMF9n>

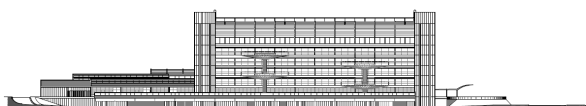


Figura 2.3: Fachada Sudoeste.

Fonte: Ventilação e Iluminação Naturais na Obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Estudo dos Hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro.

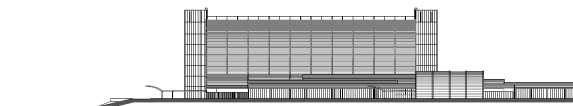


Figura 2.4: Fachada Noroeste.

Fonte: Ventilação e Iluminação Naturais na Obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Estudo dos Hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro.

Uma das principais características do edifício, a ventilação natural, é feita através do fluxo vertical. Essa estratégia foi utilizada para diminuir os riscos de infecção. A ventilação é feita por galerias. As bocas de captação estão posicionadas perpendicularmente aos ventos dominantes e, devido a uma diferença no terreno de três metros, são facilmente levadas para fora, onde há um espelho d'água que serve para o amortecimento da temperatura. Frente às galerias, foram instalados nebulizadores para resfriamento e purificação do ar, e, ao longo delas, há bocas de saída para os ambientes. O fluxo da ventilação é garantido pelas aberturas dos sheds, que devido a sua forma especial de arco quebrado, tem a necessidade que suas duas metades sejam presas rigidamente com uma coluna de aço maciço. Na entrada das galerias, a ventilação é garantida pela velocidade dos ventos, enquanto no final, a ventilação ocorre devido a um aumento de pressão. Na situação em que há ausência de ventos ou velocidade de ventilação abaixo da média, são utilizados ventiladores que insuflam o ar para os ambientes.

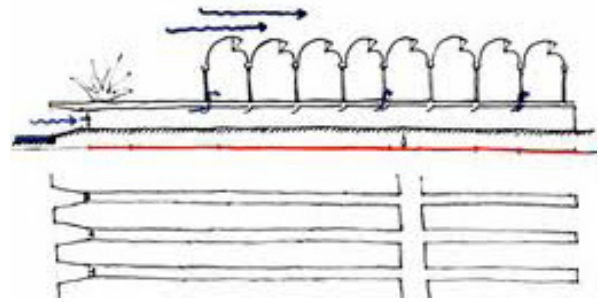


Figura 2.5: Corte e planta esquemático das galerias de ventilação.

Fonte: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQzqeGEg8gl8yqcv3zekXEorXtiaTqMDudTJEPeRDxzE7aVRJFDlg>

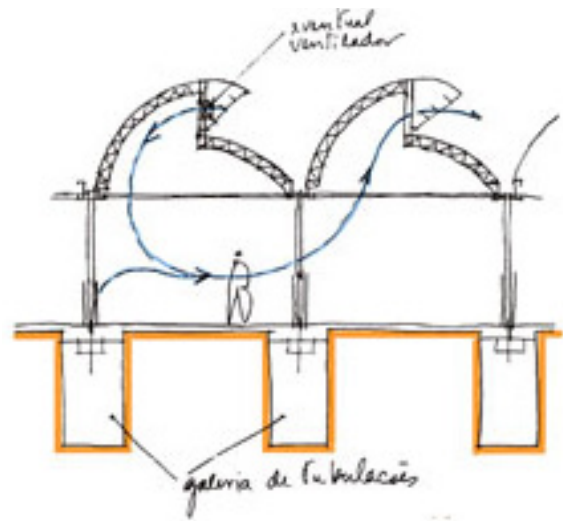


Figura 2.6: Croqui esquemático das galerias de ventilação.

Fonte: A Arquitetura de Lelé: fábrica e invenção (2010).



Figura 2.7: Aspecto da construção dos sheds em forma de "arco quebrado" com conexão rígida entre as treliças.
Fonte: A Arquitetura de Lelé: fábrica e invenção (2010).



Figura 2.8: Vista do espelho d'água com as fontes de pulverização externas às galerias de ventilação.
Fonte: A Arquitetura de Lelé: fábrica e invenção (2010).

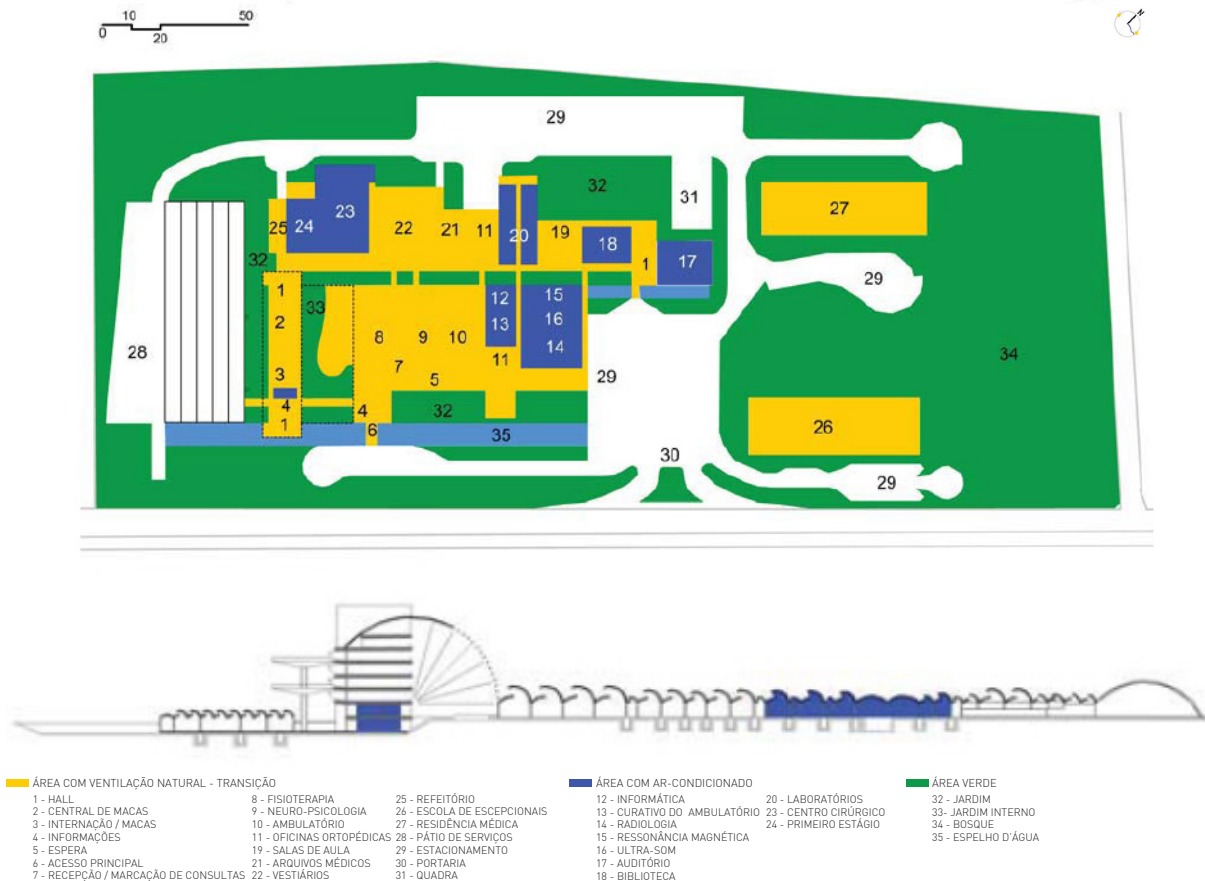


Figura 2.9: Ambientes do hospital - Térreo e Seção. Ventilação e Iluminação Naturais na Obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Estudo dos Hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro.

Figura 2.10: Jardim Interno.
 Fonte: <http://www.sarah.br/paginas/homepage/Fotos%20da%20Rede/06-Sarah%20Fortaleza/0008%20SARAH%20FORTALEZA.jpg>



A organização do hospital é feita para um melhor aproveitamento das características locais para o desenvolvimento dos ambientes. Em 80% do hospital, os ambientes são iluminados e ventilados naturalmente. Ar-condicionados são utilizados somente em ambientes especiais, onde a variação de pressão, temperatura e umidade devem ser reduzidas para garantir a assepsia do espaço e o bom funcionamento dos equipamentos. O sistema de ar-condicionados, no entanto, funciona utilizando o ar das galerias, que é climatizado a uma temperatura, pressão e umidade específicas, e, dependendo da temperatura, o sistema só põe em atividade a ventilação mecânica, sem haver a necessidade de iniciar o sistema de ar-condicionado. Dessa forma, os dois sistemas, artificial e natural, estão incorporados.

RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Cidade Universitária

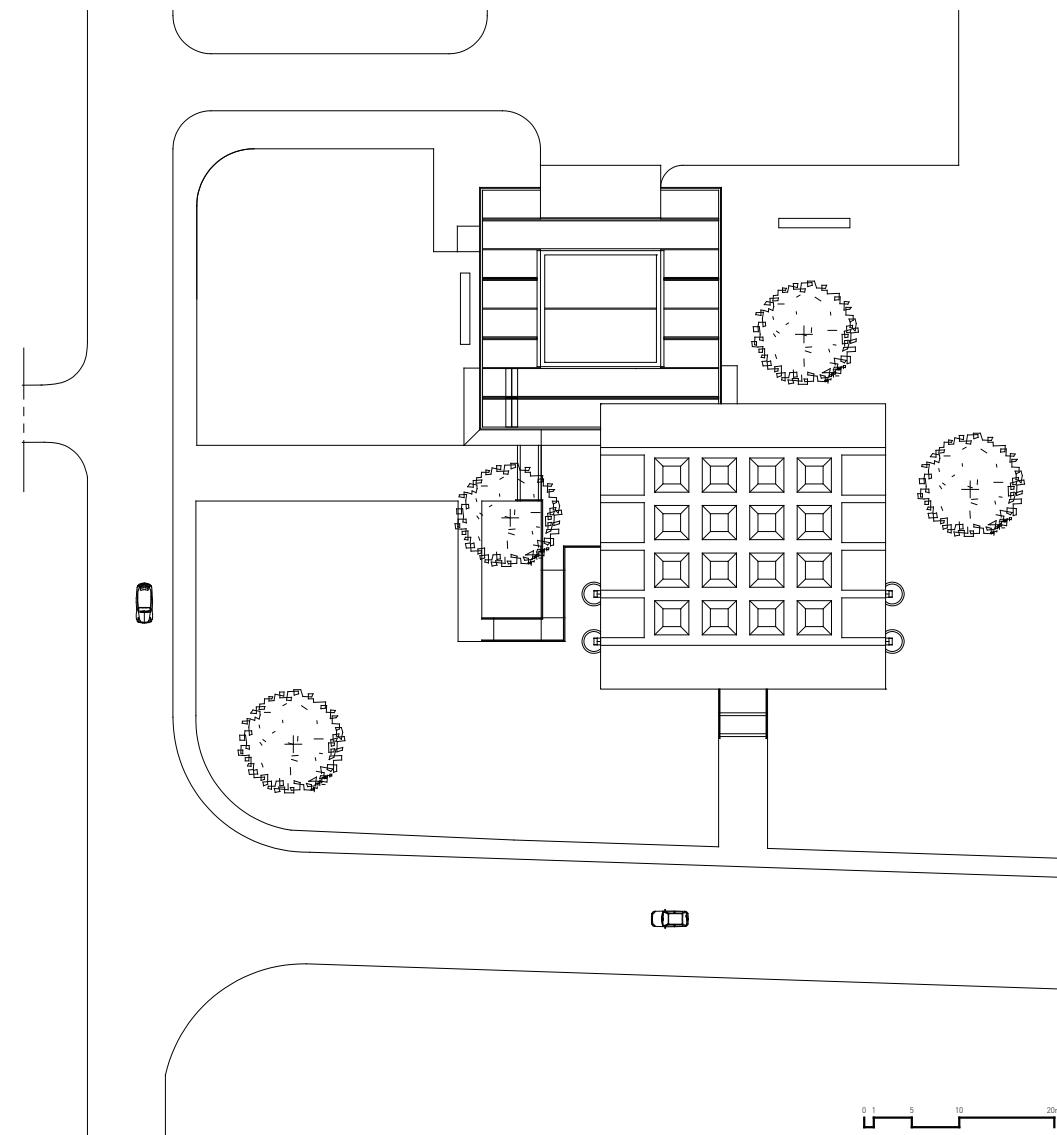


Figura 2.11: Planta de Localização.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

A história da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) tem início com a fundação da Universidade de Recife em 11 de agosto de 1946. Dezenove anos depois, a Universidade de Recife é integrada ao novo sistema de educação do país, tornando-se uma instituição federal subordinada ao Ministério da educação e recebendo a denominação atual.

A Cidade Universitária (CDU), campus da UFPE localizado na zona oeste de Recife, possui uma área de 149 hectares e começou a ser construído em 1948. Atualmente, a administração da CDU é feita pela Prefeitura da Cidade Universitária (PCU), fundada em 1975, vinculada ao gabinete do reitor e responsável pela manutenção e recuperação das instalações existentes.



Figura 2.12: Vista da fachada oeste.
Fonte: Arquivo Pessoal (2013).



Figura 2.13: Vista da fachada sul.
Fonte: Arquivo Pessoal (2013).



Figura 2.14: Interior do Restaurante.
Fonte: Arquivo Pessoal (2013).

Somente um Restaurante Universitário atende à toda CDU. O local ocupa área de 1.292m² e é instalado em uma base elevada a 1 metro do nível da rua. Está dividido em duas áreas, uma para o preparo de alimentos e uma para o refeitório, e é capaz de atender até 550 pessoas no refeitório de área de 623m².

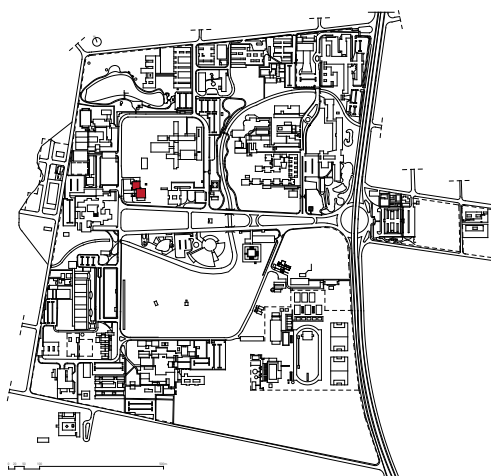


Figura 2.15: Planta de Situação com destaque ao Restaurante.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

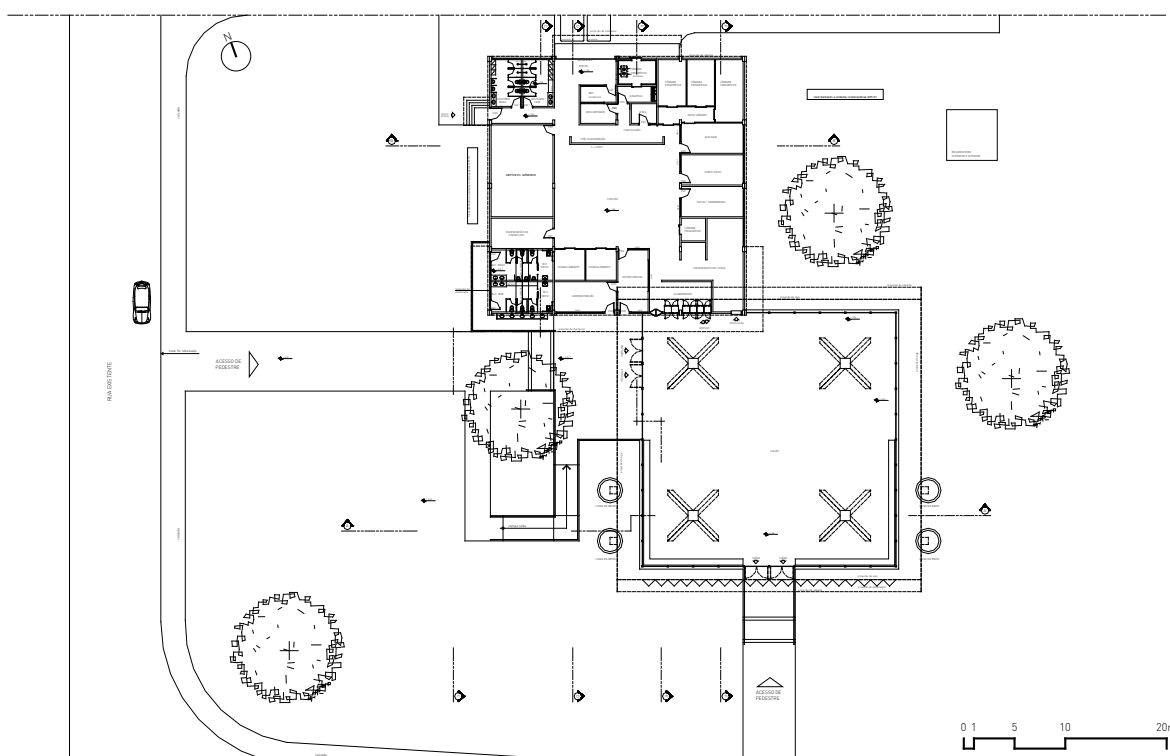


Figura 2.16: Planta Baixa.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

Visto do exterior, o salão do refeitório é delimitado pelo coroamento da cobertura, feito na fachada sul com lambrequins amarelos a 45°, e nas outras fachadas com painéis maciços de argamassa armada. O espaço interior é delimitado por painéis de vidro em montantes de alumínio, que permitem a vista exterior do restante do

campus. A cobertura é feita com dois materiais diferentes: telhas em alumínio trapezoidal e domus de argamassa armada, sustentados por uma estrutura de forma semelhante a um tronco de árvore, que são protegidos por um material translúcido e permitem a iluminação zenital.

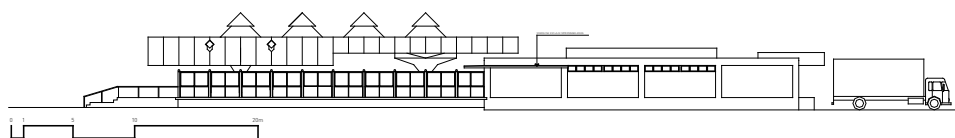


Figura 2.17: Fachada Leste.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

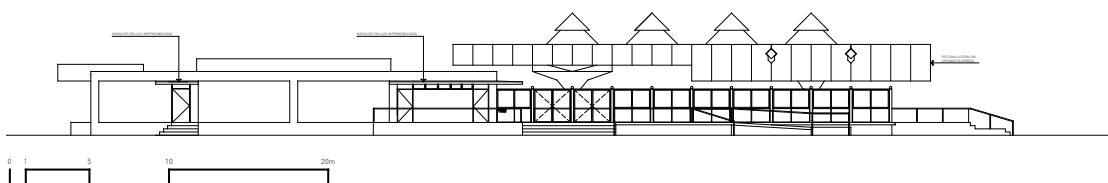


Figura 2.18: Fachada Oeste.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

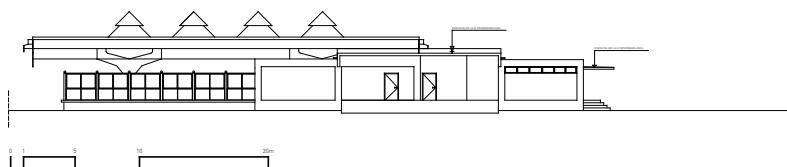


Figura 2.19: Fachada Norte.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

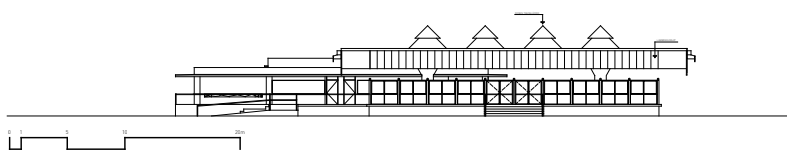


Figura 2.21: Fachada Sul.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

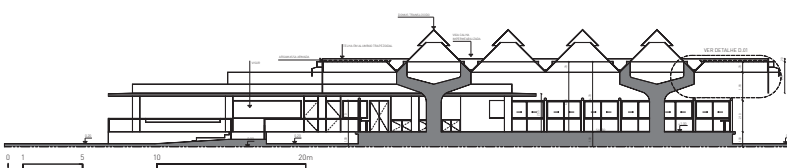


Figura 2.23: Seção AA'.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.

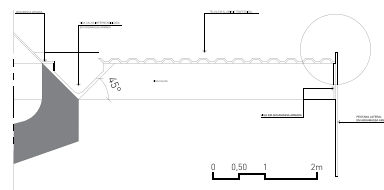
Figura 2.20: Detalhe do Pilar e Iluminação Zenital.
Fonte: Arquivo Pessoal (2013).



Figura 2.22: Detalhe Telhas Metálicas e Lambrequins.
Fonte: Arquivo Pessoal (2013).



Figura 2.24: Detalhe D.01.
Fonte: Departamento de Planos e Projetos - PCU UFPE.



CARABANCHEL HOUSING

Foreign Office Architects (FOA)

Com uma população aproximada 6,5 milhões de pessoas na área metropolitana de Madrid, sendo, estimadamente, 17% delas de imigrantes, as habitações sociais são uma necessidade devido ao alto preço dos aluguéis.

O projeto foi desenvolvido em um terreno de 100X45m, limitado a oeste por um parque urbano e por blocos habitacionais nas outras direções. As unidades foram desenvolvidas com o objetivo de aproveitar a dupla orientação do terreno, que é leste-oeste. Dessa forma, ambas as fachadas são de vidro, cada uma voltando-se a um jardim diferente, com um espaço semi-externo de 1,5m de largura.

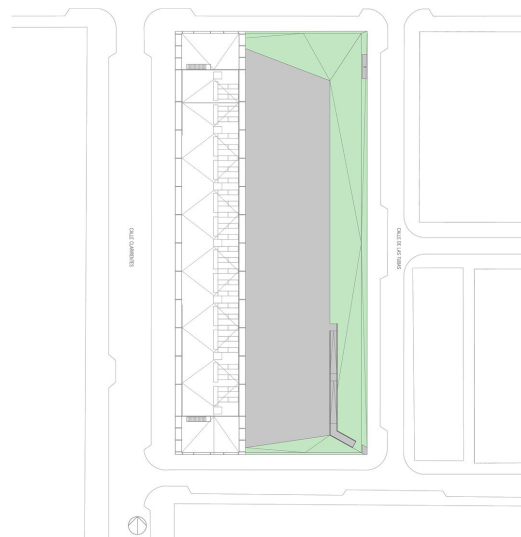


Figura 2.25: Planta de Situação.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>



Figura 2.26: Seção Longitudinal - Terraçoes Elevação Leste.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

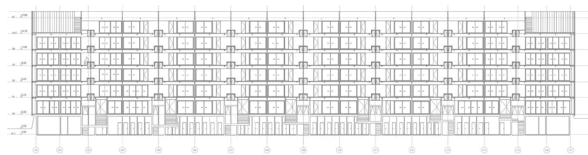


Figura 2.28: Seção Longitudinal - Terraçoes Elevação Oeste.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

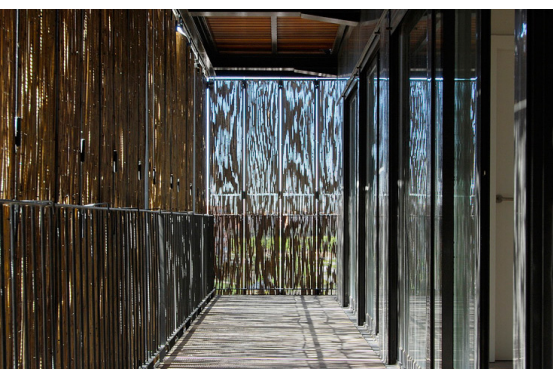


Figura 2.27: Vista interior do corredor.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

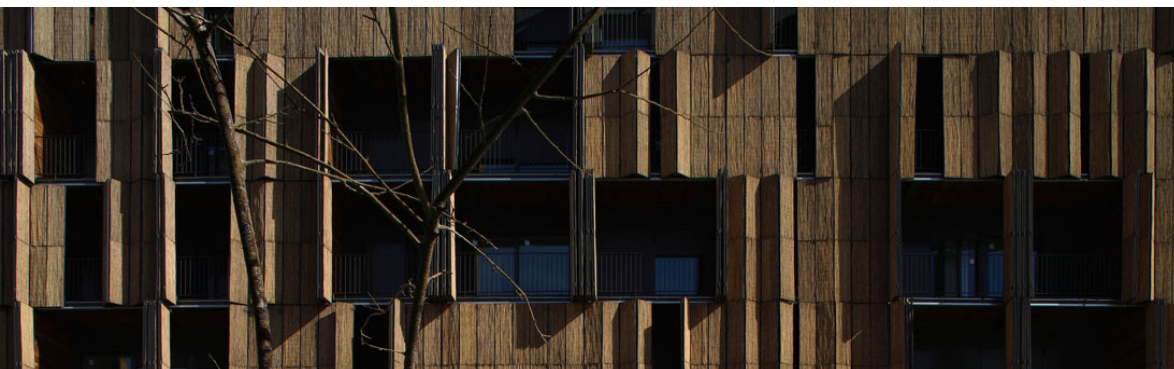


Figura 2.29: Fachada.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

Delimitado por persianas de bambu de correr, os terraços tem, dessa forma, a proteção necessária contra a exposição solar leste-oeste. A articulação das persianas, controladas por moradores de cada unidade individualmente, proporciona uma aparência personalizada, fazendo com que cada morador identifique-se com sua residência, dando a possibilidade, dessa forma, de individualidade em meio a uma metrópole.

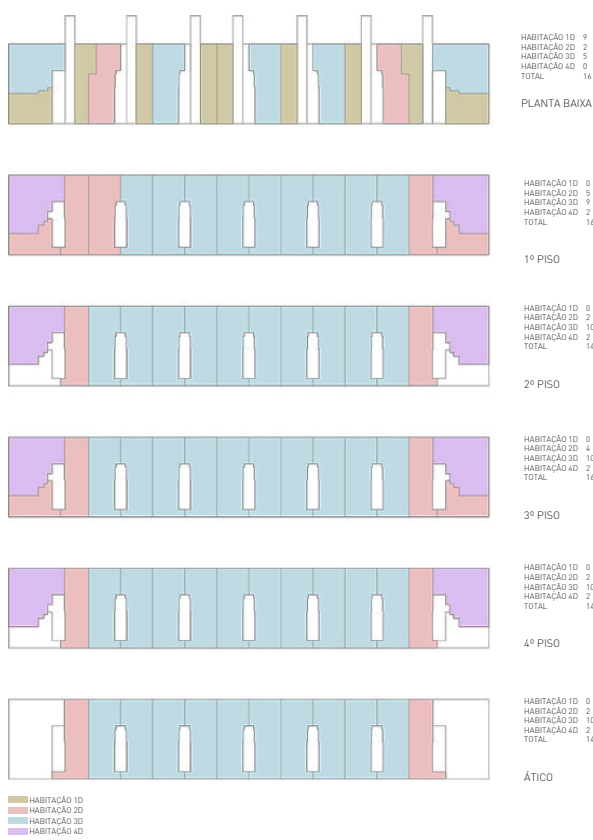


Figura 2.31: Diagrama das Habitações.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>



Figura 2.32: Planta Baixa do Pavimento Tipo.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

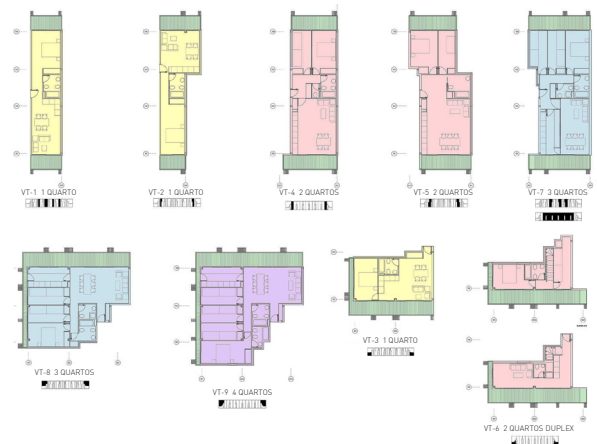


Figura 2.30: Plantas das Habitações.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

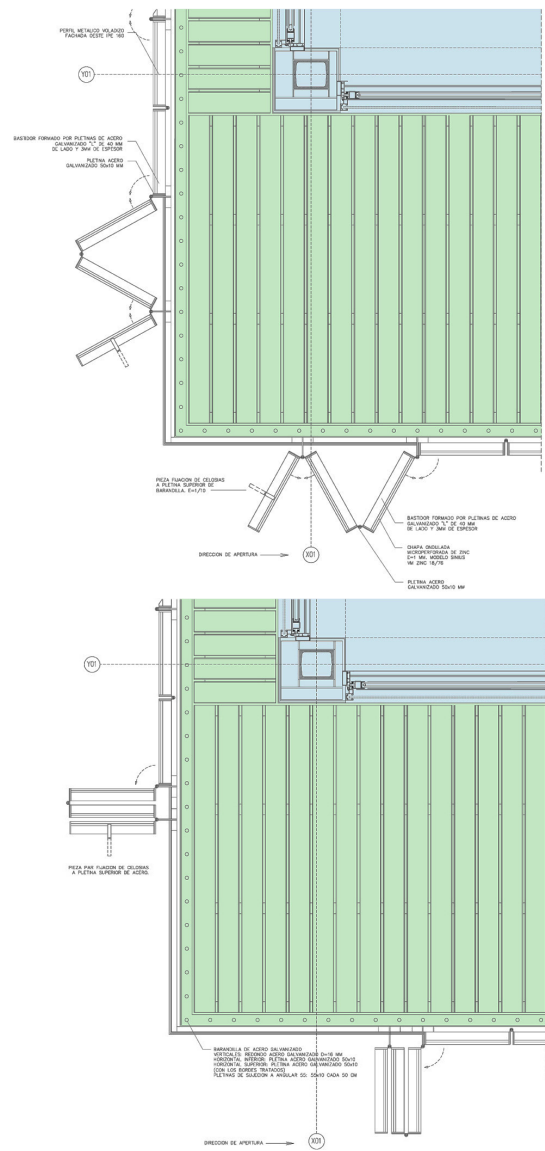


Figura 2.33: Detalhe de Abertura da Fachada.
Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

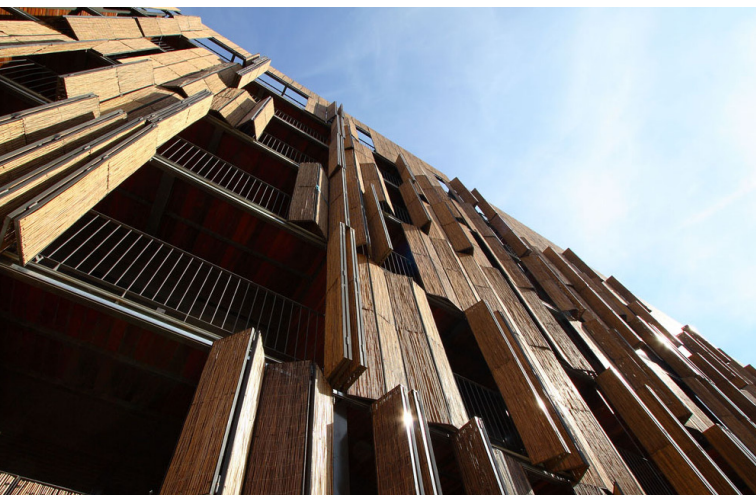
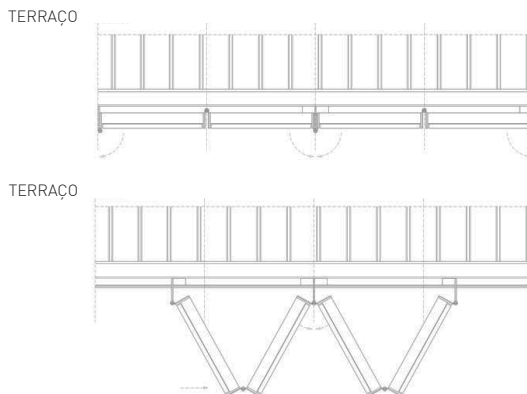
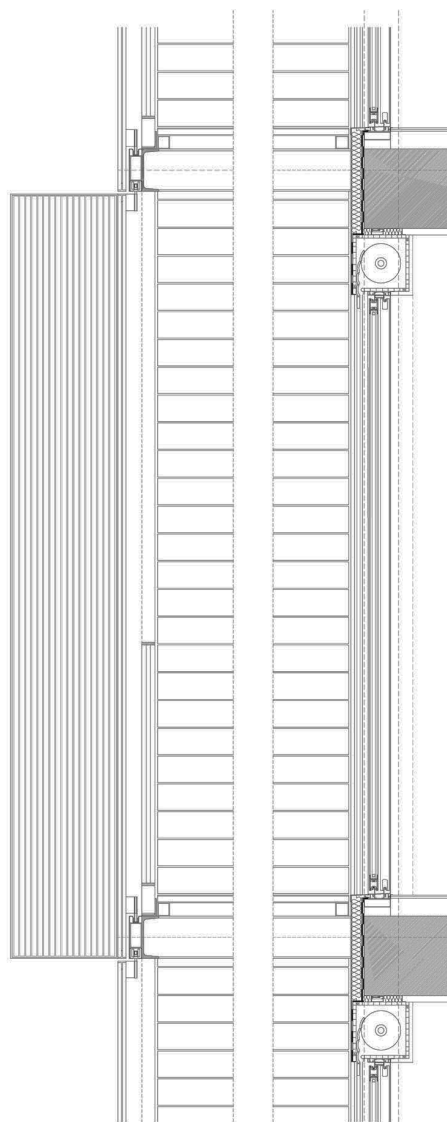


Figura 2.34: Fachada.
 Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>



PEÇAS MÓVEIS COM SISTEMA DE ABERTURA EM DOBRADIÇA

Figura 2.35: Detalhe em Planta da Janela Rotulada da Fachada.
 Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>



FECHAMENTO PARA PROTEÇÃO SOLAR FORMADO POR CANIÇOS DE BAMBU SOBRE CAIXILHO DE AÇO

Figura 2.36: Detalhe da Janela Rotulada da Fachada.
 Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-25982/carabanchel-housing-slash-foreign-office-architects>

ST EDWARD'S UNIVERSITY STUDENT RESIDENCES

Alejandro Aravena

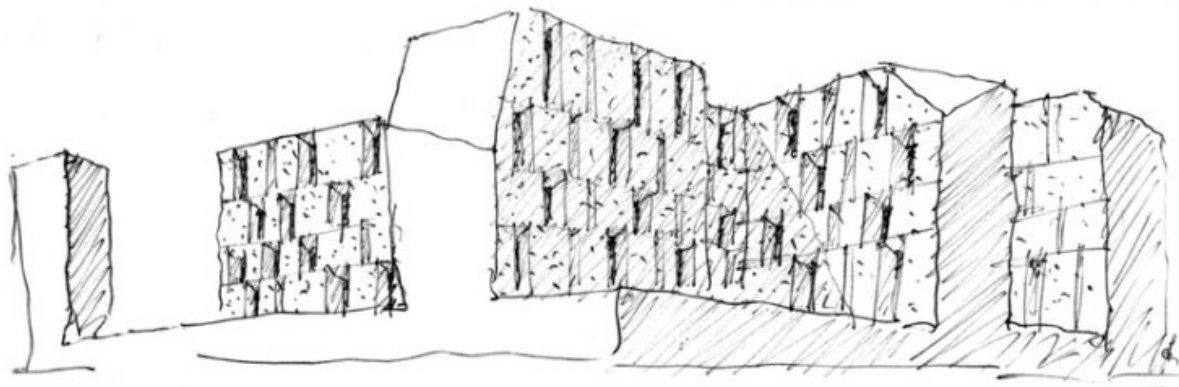


Figura 2.37: Croqui Vista Externa.

Fonte: <http://alejandroaravena.com/obras/educacional-educacional/st-edwards-university/>

Para o projeto do complexo residencial estudantil, foram exploradas duas dificuldades: atender as exigências programáticas do cliente e relacionar a nova edificação com os antigos edifícios patrimoniais da universidade.

A Universidade St. Edward's faz parte da história da cidade de Austin, Texas, há mais de 125 anos. A avenida na qual está localizada, South Compton, era a principal estrada em direção ao sul, tornando-se o endereço de muitas instituições em Austin. Durante os anos 1970, houve um declínio após a abertura da atual interestadual 35, fazendo com que a área se tornasse reduto de usuários de drogas e local de prostituição. Somente no final dos anos 1980, começou a haver mudanças com o objetivo de valorização e revitalização da área. No entanto, para adaptar-se a todas essas mudanças, o campus desenvolveu-se como uma ilha, isolando-se do restante do bairro.

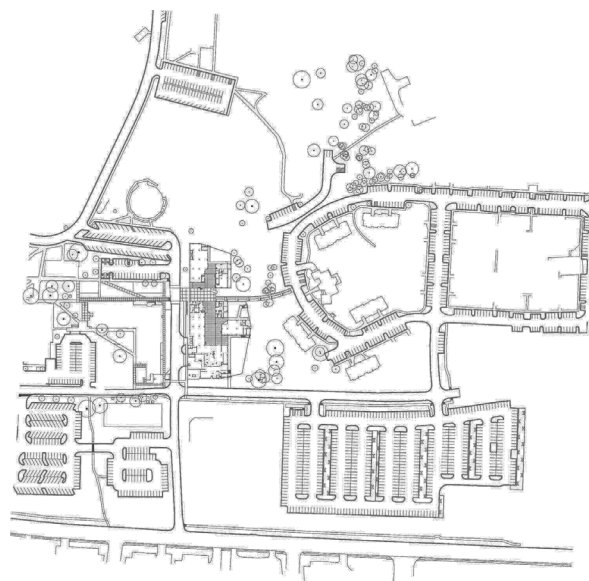


Figura 2.38: Planta se Situação.

Fonte: <http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/>

Figura 2.39:

Vista Externa.

Fonte: <http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/>

www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/

[st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/](http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/)

[university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/](http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/)

[and-dining-hall-alejandro-aravena/](http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/)

[alejandro-aravena/](http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/)



É nessa linguagem de isolamento que é desenvolvido o projeto de Aravena. O arquiteto desenvolveu um traçado articulado para que cada unidade de habitação tivesse iluminação e ventilação natural sem o comprometimento da privacidade. Esse traçado é desenvolvido como uma fita, que envolve o espaço interior, para o qual estão voltados todos os espaços comuns do complexo, protegido pela fachada de tijolos, que esconde o interior suave. A fortaleza externa protege o pátio interno, que é acessado apenas através de aberturas cuidadosamente dispostas, revelando-o, dessa forma, gradualmente ao usuário.

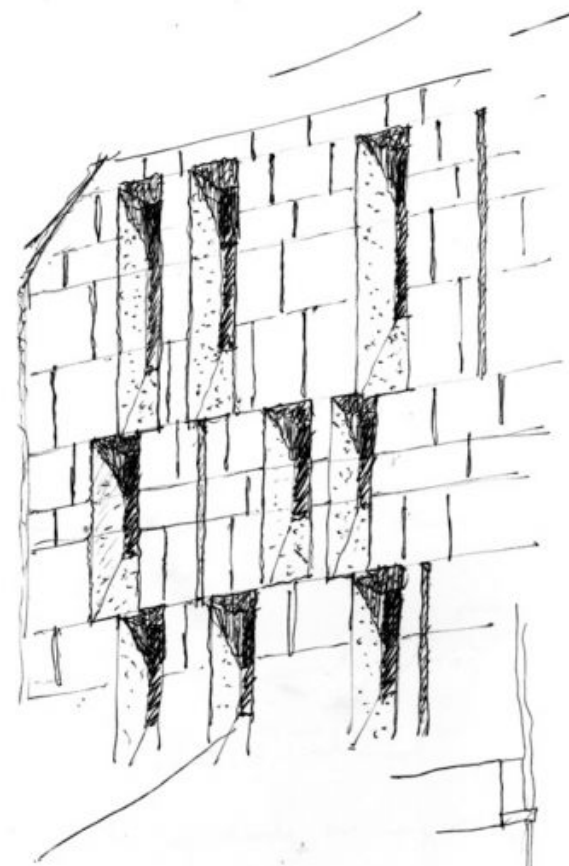


Figura 2.40: Croqui das Janelas das Fachadas Exteriores.
Fonte: <http://alejandraravena.com/obras/educacional-educational/st-edwards-university/>

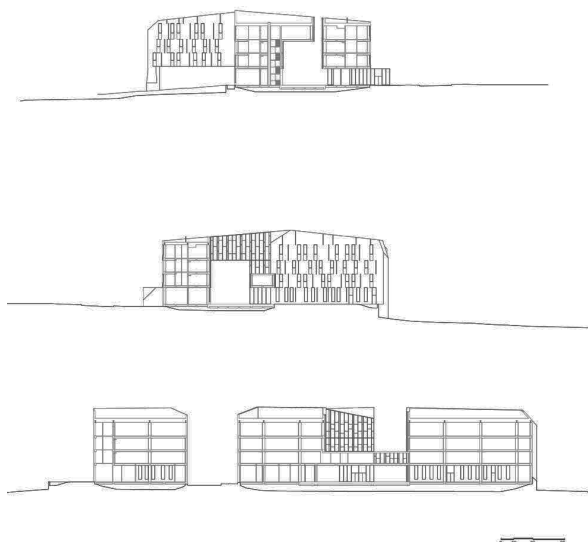
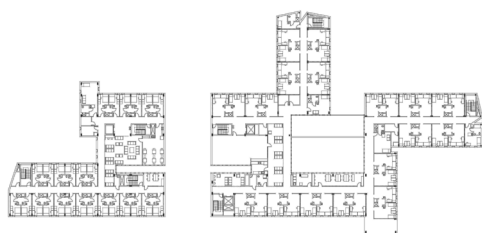
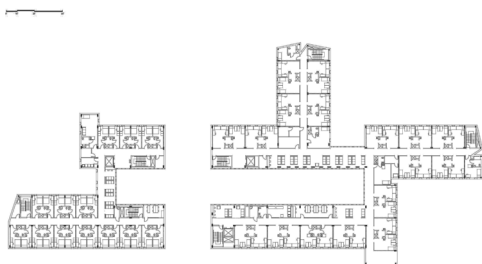
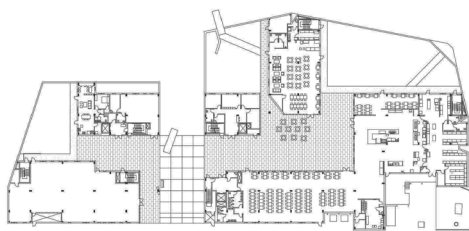


Figura 2.41: Seções.
Fonte: <http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandra-aravena/>

Figura 2.42: Interior do Complexo.
Fonte: <http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandra-aravena/>



As decisões tomadas na disposição das instalações do complexo foram feitas para criar um senso de comunidade. Os elementos maciços foram distribuídos de forma dinâmica, a fim de gerar um interior capaz de conectar os usuários. Ao incorporar em sua forma o dinamismo da vida estudantil, o projeto é considerado um sucesso.

Figura 2.43: Pátio Interno.
Fonte: <http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/>



Figura 2.44: (De cima para baixo, respectivamente) Plantas dos Níveis 1, 2 e 4.
Fonte: <http://www.archdaily.com/31771/st-edwards-university-new-residence-and-dining-hall-alejandro-aravena/>

“Entonces, en este proyecto intentamos balancear lo abstracto (un sólido excavado habitable) con lo concreto (un edificio que se parece a los demás si se ve con el rabllo del ojo). Intentamos escapar a lenguajes figurativos: sin pastiches, sin copiar a los edificios de los 90, pero tampoco las cajas antisépticas que gritan ‘miren-lo-cool-que-somos’.”

- ALEJANDRO ARAVENA

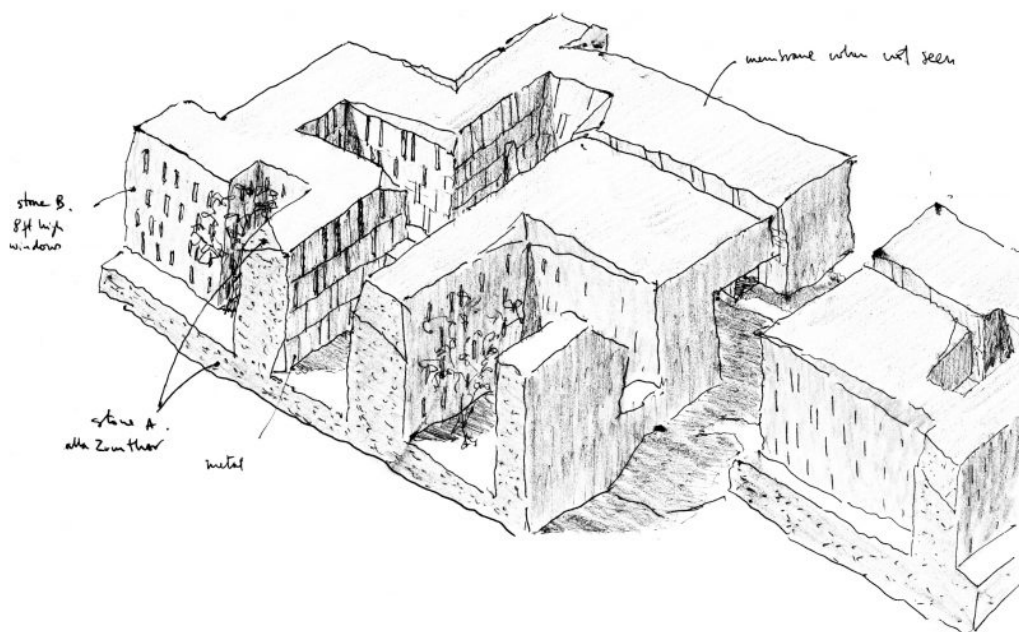


Figura 2.45: Croqui do Complexo.
Fonte: <http://alejandroravena.com/obras/educacional-educational/st-edwards-university/>

3

PARÂMETROS DO PROJETO

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

GERAIS

Segundo a classificação de Köppen-Geiger (1918-1936), o clima de Fortaleza está classificado como tipo Aw, que pode ser caracterizado como um clima tropical de inverno seco e verão como estação chuvosa. A temperatura média é de 26,9°C, com amplitude térmica média anual de 6,8°C. A umidade relativa do ar é alta, entre 70% e 85%, e a velocidade média dos ventos é de 3,8m/s.

Podemos observar ao longo do ano a diferença, nos dois semestres, das características climáticas (Tab. 3.1).

No primeiro semestre, no qual está localizado o período chuvoso, a umidade relativa é elevada, tendo seus picos durante os meses de março e abril, meses de pico também das precipitações e da nebulosidade, o que reduz a insolação.

No segundo semestre, há uma queda da nebulosidade, e conseqüente diminuição da precipitação e aumento da insolação e, por conseqüente, da evaporação. A umidade relativa sofre uma diminuição, causando uma maior variação térmica, que é amenizada devido ao aumento da velocidade dos ventos.

Registro	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Temp. Média [°C]	27,3	27	26,6	26,7	26,7	26,2	26,1	26,5	26,8	27,3	27,5	27,6	26,9
Temp. Máxima [°C]	30,6	30,4	29,9	29,9	30,2	30	29	30,5	30,6	30,9	31,1	31,1	30,4
Temp. Mínima [°C]	24,3	23,8	23,5	23,5	23,4	22,9	22,5	22,7	23,3	23,9	24,5	24,6	23,6
Amplitude Térmica [°C]	6,3	6,6	6,4	6,4	6,8	7,1	6,5	7,8	7,3	7	6,6	6,5	6,8
Umidade Relativa [%]	78	80	83	84	82	80	78	74	73	73	74	75	78
Nebulosidade [n-10]	5,8	6,2	6,6	6,4	5,6	4,8	4,4	3,9	4	4,3	4,5	4,9	5,1
Pressão Atmosférica [mb]	1008,1	1.008,3	1.008,1	1.008,20	1.008,70	1.001,50	1.011,10	1.010,70	1.010,40	1.009,40	1.008,10	1.008,30	1.009,20
Precipitação [mm]	121,8	198,1	352,7	364,6	213,6	157,9	77,1	27,9	26	13,8	12,5	40,6	1.606,60
Evap. do Tanque ClA [mm]	213	171,3	144,5	135,1	158,9	154,7	197,5	242,3	255,7	267,3	257,9	251,3	2.449,50
Evap. de Piche [mm]	117,1	89,7	72,5	66,6	80,9	97,4	119,3	156,2	151,9	161,8	153,2	138,8	1.405,40
Insolação [h/mês]	226,6	178,6	158,7	156,5	213,2	239,2	270,6	294,8	279	286,9	283	269,4	2.856,50
Vel. do Vento [m/s]	3,5	3,4	2,6	2,5	3,1	3,3	3,7	4,4	4,7	4,6	4,5	4,1	3,70

Tabela 3.1: Médias históricas mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, nebulosidade, pressão atmosférica e totais mensais e anuais da precipitação, evaporação do tanque "Classe A", evaporação de Piche e insolação. Fortaleza, 1966-2003.

Fonte: Adaptado de Dados climatológicos: Estação de Fortaleza, 2003 (2004).



Cidade: Fortaleza
 Latitude: 3,46 (S)
 Longitude: 38,4 (W. Grw)
 Altura: 26,5m

Figura 3.1: Vista do Estádio Presidente Vargas, localizado no bairro Benfica. Fonte: <http://static.panoramio.com/photos/large/86830379.jpg>

VENTOS

Como pôde ser observado no gráfico 3.1, o vento em Fortaleza apresenta-se distribuído em três direções predominantes: leste, sudeste e sul, que, somadas, representam 94,3% da frequência.

Observando os gráficos 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5, podemos constatar que ao longo do dia, o regime de ventos sofre modificações de direção e velocidade. Durante a madrugada, as direções predominantes são leste e sudeste, respectivamente, com média de velocidade de 3,6 m/s. Pela manhã, ocorre uma variação na direção dos ventos, vindos principalmente das direções sudeste e leste, respectivamente, com média de velocidade acima dos 4,6 m/s. No período da tarde, ocorre uma nova variação, voltando às direções predominantes de leste e sudeste, na qual verificam-se intervalos de velocidade maiores, que ajudam a amenizar o desconforto. Durante a noite, há uma permanência da direção dos ventos, com diminuição da intensidade, com média de 3,6 m/s.

Gráfico 3.1: Associação das frequências de direção do vento e 10 classes de velocidade do ar.
Fonte: Diagnóstico Climático da Cidade de Fortaleza (2013).

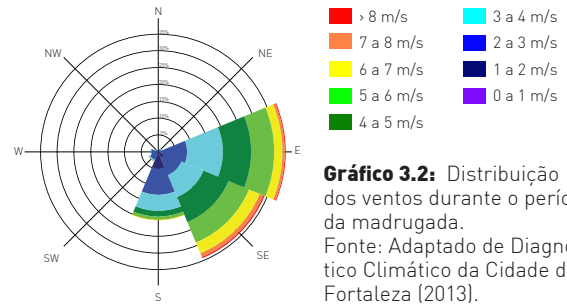
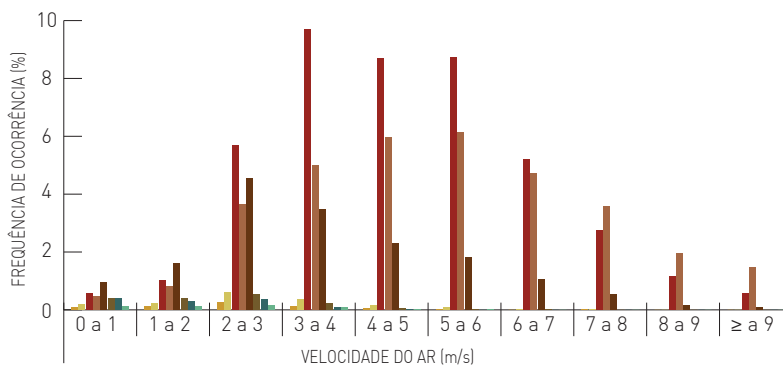


Gráfico 3.2: Distribuição dos ventos durante o período da madrugada.
Fonte: Adaptado de Diagnóstico Climático da Cidade de Fortaleza (2013).

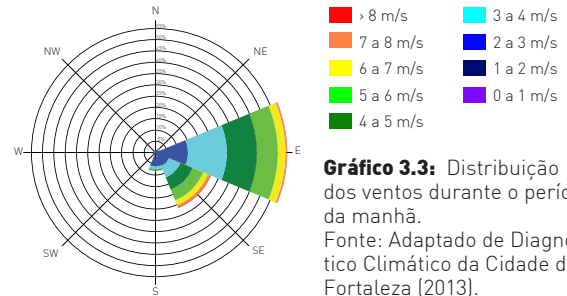


Gráfico 3.3: Distribuição dos ventos durante o período da manhã.
Fonte: Adaptado de Diagnóstico Climático da Cidade de Fortaleza (2013).

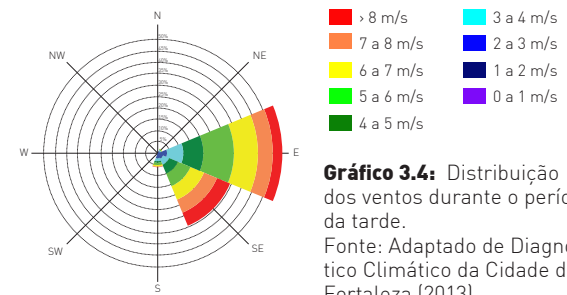


Gráfico 3.4: Distribuição dos ventos durante o período da tarde.
Fonte: Adaptado de Diagnóstico Climático da Cidade de Fortaleza (2013).

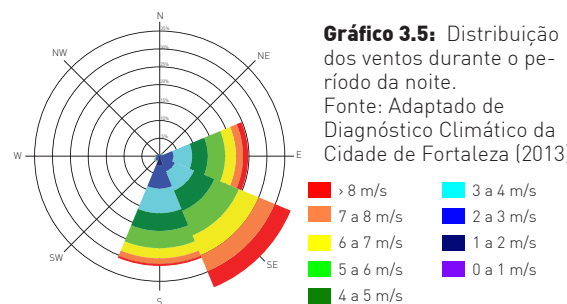


Gráfico 3.5: Distribuição dos ventos durante o período da noite.
Fonte: Adaptado de Diagnóstico Climático da Cidade de Fortaleza (2013).



Figura 3.2: Vista dos parques eólicos.
Fonte: http://roteiroceara.uol.com.br/wp-content/uploads/2009/12/fortaleza_sol.jpg



Figura 3.3: Vista do porto do Mucuripe ao pôr do sol.
 Fonte: http://roteiroceara.uol.com.br/wp-content/uploads/2010/01/fortaleza_solmucuripe.jpg

INSOLAÇÃO

Analisando a carta solar para Fortaleza e o gráfico 3.6, verificamos que a fachada norte vai receber mais insolação que a fachada sul, e que as fachadas leste e oeste vão ter incidência solar elevada apenas em um período do dia, enquanto o plano de cobertura apresentará esse valor muito maior que nos outros planos, devendo receber atenção especial, a fim evitar o excessivo ganho de calor.

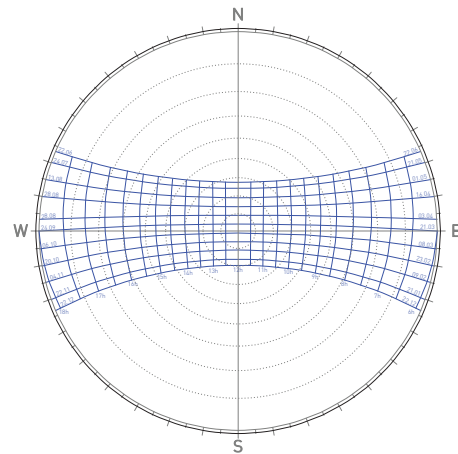


Figura 3.4: Carta solar para Fortaleza - Latitude 4°S.
 Fonte: Adaptado de Manual de Conforto Térmico (2001).

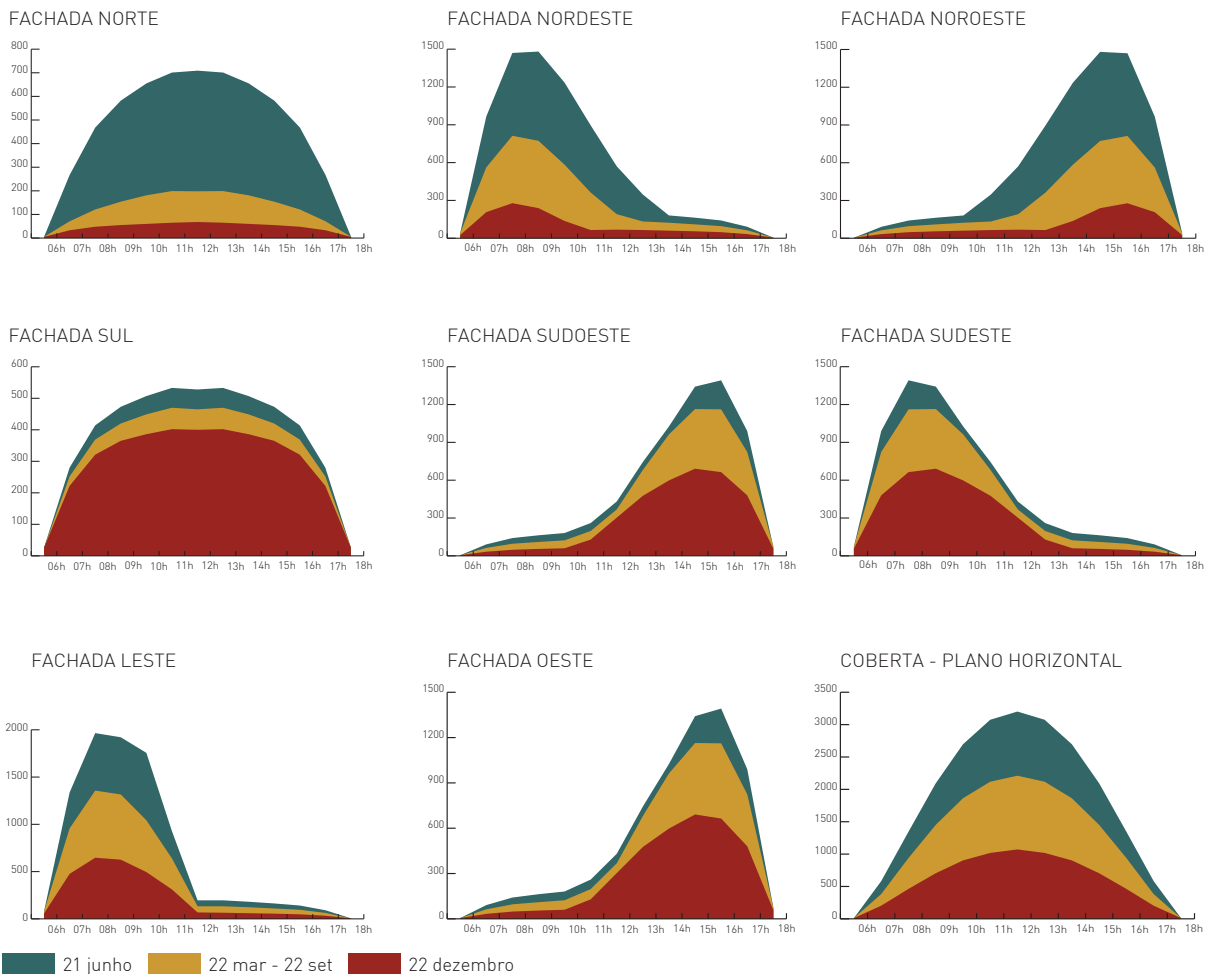


Gráfico 3.6: Dados de Radiação Solar Incidente (I_g) sobre Planos Verticais e Horizontais (W/m^2).
 Fonte: Adaptado de Manual de Conforto Térmico (2001).

RECOMENDAÇÕES E DIRETRIZES

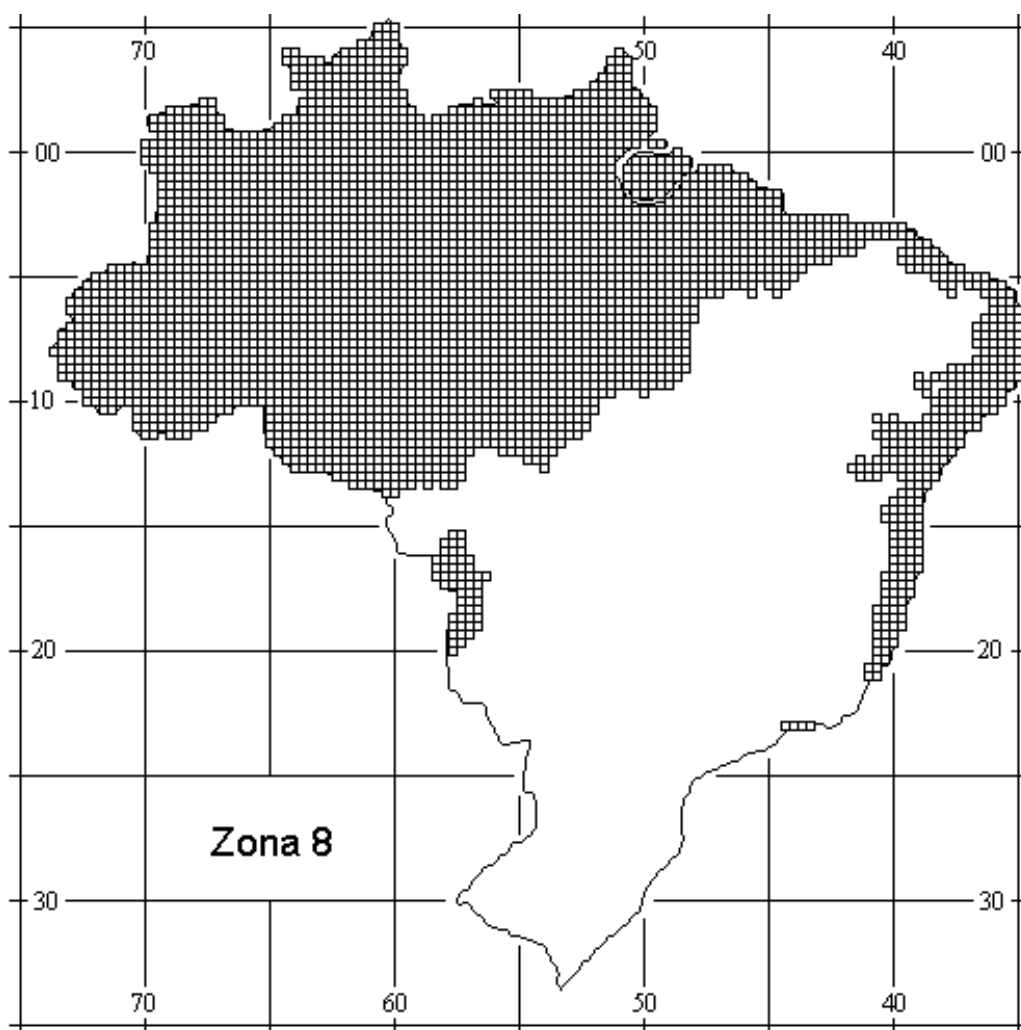


Figura 3.5: Zona Bioclimática 8.
Fonte: NBR 15220 - Parte 3 (2003).

Na NBR 15220 - Parte 3, foi feita uma divisão do país em zonas relativamente análogas quanto ao clima, para as quais foram feitas recomendações capazes de otimizar o desempenho térmico das edificações através da adequação da edificação ao clima local. Como parâmetros para a elaboração das diretrizes, foram considerados o tamanho e proteção das aberturas, os tipos de vedações externas e as estratégias para condicionamento térmico passivo.

Situada na Zona Bioclimática 8 (Fig. 3.5), que compreende 53,7% do território nacional, Fortaleza tem como recomendações construtivas a utilização de grandes aberturas sombreadas, com paredes e coberturas feitas de materiais leves e refletores. Como estratégias de condicionamento térmico, a norma recomenda a desumidificação dos ambientes e a utilização de ventilação cruzada permanente durante o verão.

Observando a carta psicrométrica para Fortaleza (Fig. 3.6), vê-se que em apenas 12,9% do tempo temos uma situação de conforto – nos 87,1% do tempo restante o desconforto é causado pelo excesso de calor. Verifica-se que a ventilação é a estratégia projetual mais eficiente a ser adotada, sendo responsável, total ou

parcialmente, pela obtenção de conforto em até 85,81% das horas do ano. A combinação de estratégias passivas faz com que o conforto possa ser atingido em 98,8% do tempo, sendo necessário o uso do ar-condicionado apenas em 1,2% das horas restantes (Graf. 3.7).

ZONAS

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta Inércia Térmica Para Resfriamento
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica / Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
10. Ventilação / Alta Inércia
11. Ventilação / Alta Inércia / Resfriamento Evaporativo
12. Alta Inércia / Resfriamento Evaporativo

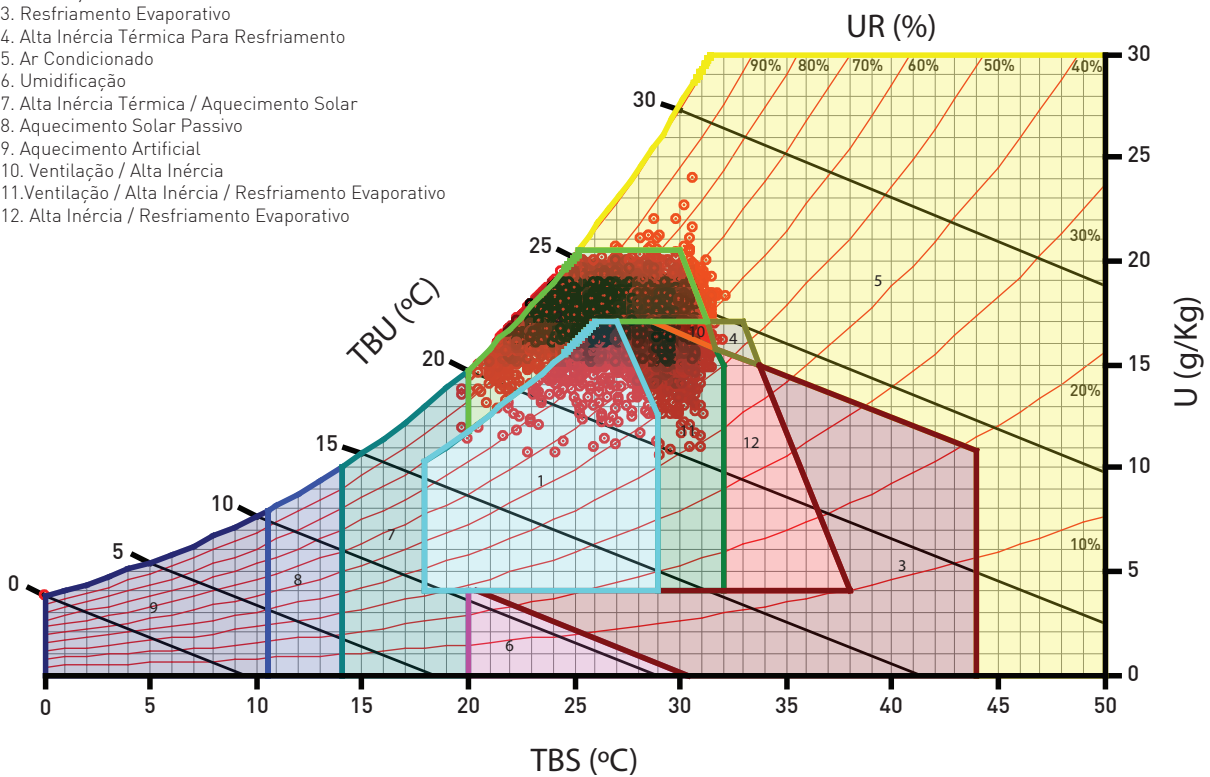


Figura 3.6: Carta Psicométrica de Fortaleza.
Fonte: Adaptado Analysis Bio 2.2 (2014).

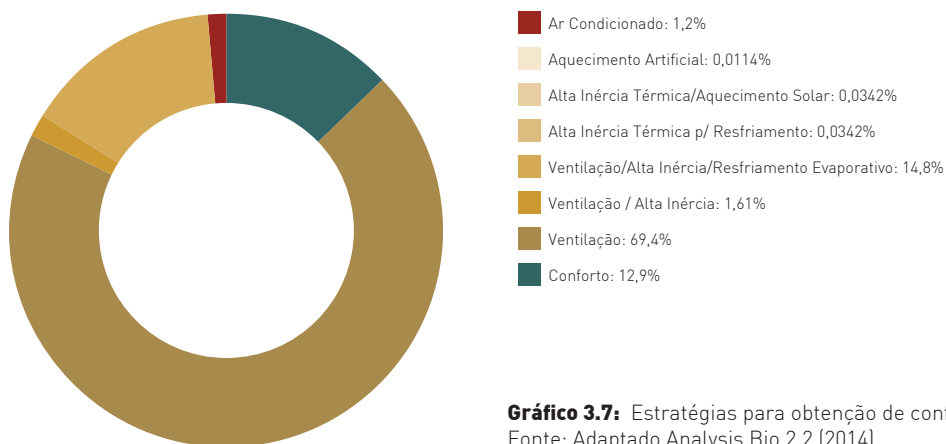


Gráfico 3.7: Estratégias para obtenção de conforto e frequência de uso.
Fonte: Adaptado Analysis Bio 2.2 (2014).

O BAIRRO BENFICA

O bairro Benfica começou a ser formado na década de 1910, ao redor da Igreja dos Remédios. As ocupações iniciais eram de chácaras ao longo da estrada que ligava o Centro de Fortaleza a localidades do interior, a atual Avenida da Universidade. Esse caminho era parte do trajeto percorrido pelo gado que vinha da Messejana e Parangaba em direção ao matadouro municipal.

A consolidação do bairro deu-se após a desativação do matadouro e mudança da elite de Fortaleza do centro para a periferia, a fim de afastarem-se do comércio. Esse deslocamento foi favorecido pelo sistema de transportes, como a presença de bondes elétricos e carros particulares. As ações da família Gentil tiveram grande influência na conformação do Benfica como bairro. O patriarca da família, após acúmulo de capital com a venda de pro-

duto agrícolas, mudou-se de Sobral para a capital, e passou a investir no setor secundário e terciário. Após a compra de uma chácara, loteou os terrenos vizinhos e construiu casas de vila para alugar, estabelecendo, dessa forma, seu pequeno império.

Em 1955, a mansão da família Gentil foi comprada e ampliada para ser utilizado como a sede da Reitoria. O Reitor Antônio Martins Filho, idealizador da Universidade adquiriu os terrenos das vizinhanças, para utilizar como áreas institucionais, que viriam a formar o Campus Benfica. Embora a presença da Universidade tenha ocasionado a perda do patrimônio construído do bairro, ela foi responsável também pelos primeiros exemplares de Arquitetura Moderna, reflexo das transformações que relacionavam a importância de Universidades públicas gratuitas no desenvolvimento do país. Essa nova postura construtiva modernizadora foi a materialização do desejo de renovação da cidade, presente inclusive no lema “O Universal pelo Regional” .

Atualmente, o bairro, que faz parte da Secretaria Regional 4 (SER 4), possui uma área de 1,431km², e tem como delimitante as Avenidas José Bastos, Carapinima e Imperador a oeste, as Rua Senador Pompeu e Avenida dos Expedicionários ao leste, ao sul pela Avenida Eduardo Girão e ao norte pela Rua Antônio Pompeu.



Figura 3.7: Mapa de Fortaleza com destaque para o bairro Benfica.

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Fortaleza_bairro_Benfica.PNG



Figura 3.8: Cruzamento da Av. 13 de Maio com Avenida da Universidade (foto anterior a 1974).
 Fonte: <http://1.bp.blogspot.com/-6Tk0SEUwpuU/TujYcOornVI/AAAAAAAAAJ1w/V4yTldBoRRo/s1600/cruzamento+da+Av.+13+de+Maio+com+Av.+da+Universidade+-Foto+anterior+a+1974-nirez.jpg>

A principal característica do Benfica permanece sendo a heterogeneidade, capaz de reunir diferentes gerações e preservar edificações antigas que fazem parte do acervo cultural da cidade.

Figura 3.9: Portão principal do palacete do Cel. José Gentil, localizado na esquina das avenidas 13 de maio e Universidade, antiga Visconde de Cauípe, durante algum tempo permaneceu como entrada principal da Sede da Reitoria da Universidade Federal do Ceará (1959).
 Fonte: <http://www.ceara.pro.br/fortaleza/imagens/gentilandia/EntradaUFC.jpg>



Figura 3.10: Ensaio geral da colação de grau na concha acústica (2014).
 Fonte: https://fbcdn-sphotos-h-a.akamaihd.net/hphotos-ak-prn1/t1/1512752_618353714898026_1534789862_n.jpg



Figura 3.11: Pré-carnaval bloco Luxo da Aldeia no Bairro Benfica (2014).
 Fonte: http://www.luxodaaldeia.com.br/wp-content/uploads/2014/03/1779837_614495791954253_655351898_n-300x200.jpg

Figura 3.12: Vista aérea da Reitoria da Universidade Federal do Ceará em 03 de outubro de 1959, quando da inauguração da Concha acústica.
 Fonte: <http://www.ceara.pro.br/fortaleza/imagens/gentilandia/AereaUFC.jpg>

LOCAL DE INTERVENÇÃO

O terreno escolhido está localizado na Avenida da Universidade, números 2546 e 2536, onde hoje se localizam o Restaurante Universitário (RU) e o Atendimento Médico Odontológico. Possui uma área de 2049,47m², tem orientação sudeste e como vias delimitantes de frente e fundos a Avenida da Universidade e a Rua Inácio Barroso. Nos lotes a direita e a esquerda do terreno, estão localizado um comércio de máquinas e a Biblioteca Municipal Dolor Barreira.

Atualmente, a edificação que abriga o RU possui 956,51m² de área construída, sendo aproximadamente 36,1% dessa área destinada ao refeitório. A cozinha é superdimensionada, sendo somente metade dela utilizada, e os ar-condicionados exis-

tentes não podem ser ligados, pois a rede elétrica não suporta a sobrecarga. O recuo à esquerda é de apenas 1,04m e à direita sofre uma variação, fato que se deve principalmente a existência de um jardim e um pátio interno. Embora o edifício possua muitas janelas nas fachadas laterais, a ventilação é comprometida devido a insuficiência de recuos e da existência de um primeiro pavimento, que funciona como um bloqueio dos ventos predominantes, que vem das direções sul, sudeste e leste. Após audiometria realizada no local, verificou-se que o nível de decibéis no restaurante está muito acima dos níveis recomendados pela NBR 10152, como pode ser verificado no gráfico abaixo.

No Centro de Atendimento Médico Odon-

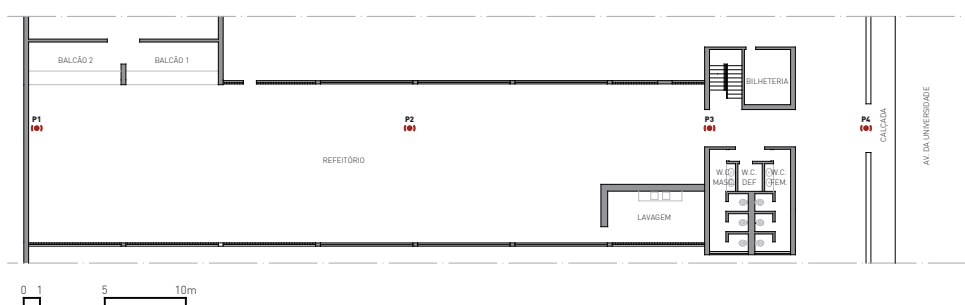


Figura 3.13: Planta do Restaurante Universitário Benfica com pontos onde foram feitas as medições para audiometria. Fonte: Coordenadoria de Projetos e Obras - UFC

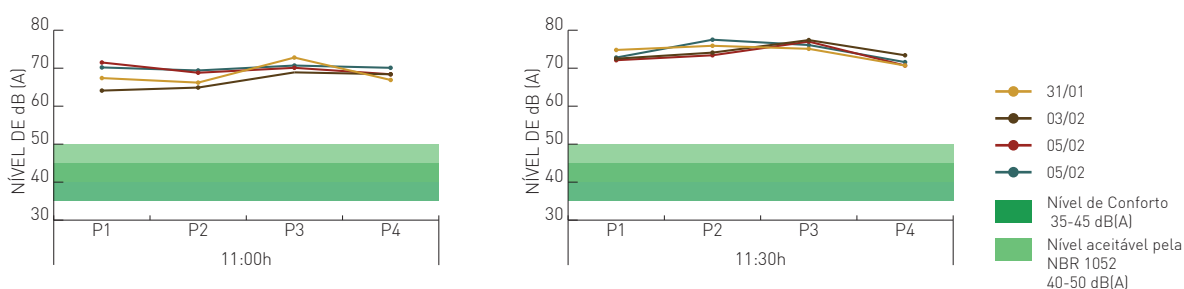


Gráfico 3.8: Resultados da audiometria realizada no Restaurante Universitário nos dias 31/01, 03/02, 05/02 e 06/02. Fonte: Dados obtidos em campo (2014).



Figura 3.14: Centro Médico Odontológico (2014).
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 3.15: Biblioteca Pública Municipal Dolor Barreira (2014).
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 3.16:
Interior do RU
(2013).
Fonte:
http://www.reabanne2013.com.br/site/wp-content/uploads/2013/06/ft_ru_benfica_01.jpg



Figura 3.17: Comércio Máquinas Jucá (2014).
Fonte: Arquivo pessoal.

tológico, a estrutura não comporta a demanda de atendimentos. Embora o atendimento ao estudante seja um direito assegurado no item 8, subitem 8.1, do manual do aluno, a clínica em questão tem como principal foco o atendimento de servidores públicos ligados ao Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor (SIASS) na UFC para perícia (fazem parte do SIASS/UFC servidores públicos da UFC, IFCE, Unilab, Departamento de Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, ANTT, Anatel, Antac, ICMBio, Superintendência Federal de Agricultura no Ceará, Abin, DNOCS, Presídio Federal de Mossoró e BACEN). Atualmente, a sala de espera dos alunos é um corredor. Somente um médico e um dentista são destinados ao atendimento dos alunos, e, o que

era antes a sala de enfermagem, que funcionava para campanhas de vacinação dos alunos, hoje funciona como almoxarifado para depósito dos arquivos dos pacientes.

A escolha do terreno deveu-se a constatação da inadequação dos equipamentos após pesquisa de campo, a proximidade dos outros equipamentos da universidade e a grande oferta de comércios e serviços. A excelente condição de mobilidade também foi fator decisivo para a elaboração do projeto: a Avenida da Universidade juntamente com as Avenidas 13 de Maio e Carapinima contam com 75 linhas de ônibus diferentes, além da presença da Estação Benfica, que faz parte da Linha Sul do metrô, que conta, atualmente, com 24 km de percurso concluído.

LEGISLAÇÃO

Segundo o Mapa 3 - Zoneamento Urbano – Anexo da Lei Complementar nº 062 de 02 de fevereiro de 2009, que institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza, o projeto, que tem como en-

dereço o logradouro Av. da Universidade, números 2546 e 2536, está localizado em uma Zona de Ocupação Preferencial 1, que é descrita da seguinte forma no Capítulo III, Seção II:

Art. 79. A Zona de Ocupação Preferencial 1 (ZOP 1) caracteriza-se pela disponibilidade de infraestrutura e serviços urbanos e pela presença de imóveis não utilizados e subutilizados; destinando-se à intensificação e dinamização do uso e ocupação do solo.

Art. 80. São objetivos da Zona de Ocupação Preferencial 1 (ZOP 1):

I – possibilitar a intensificação do uso e ocupação do solo e a ampliação dos níveis de adensamento construtivo, condicionadas à disponibilidade de infraestrutura e serviços e à sustentabilidade urbanística e ambiental;

II – implementar instrumentos de indução do uso e ocupação do solo, para o cumprimento da função social da propriedade;

III – incentivar a valorização, a preservação, a recuperação e a conservação dos imóveis e dos elementos característicos da paisagem e do patrimônio histórico, cultural, artístico ou arqueológico, turístico e paisagístico;

IV – prever a ampliação da disponibilidade e recuperação de equipamentos e espaços públicos;

V – prever a elaboração e a implementação de planos específicos, visando à dinamização socioeconômica de áreas históricas e áreas que concentram atividades de comércio e serviços;

VI – promover a integração e a regularização urbanística e fundiária dos núcleos habitacionais de interesse social existentes;

VII – promover programas e projetos de habitação de interesse social e mercado popular.

Art. 81. São parâmetros da ZOP 1:

I – índice de aproveitamento básico: 3,0;

II – índice de aproveitamento máximo: 3,0;

III – índice de aproveitamento mínimo: 0,25;

IV – taxa de permeabilidade: 30%;

V – taxa de ocupação: 60%;

VI – taxa de ocupação de subsolo: 60%;

VII – altura máxima da edificação: 72m;

VIII – área mínima de lote: 125m²;

IX – testada mínima de lote: 5m;

X – profundidade mínima do lote: 25m.

Art.82. Serão aplicados na Zona de Ocupação Preferencial 1 (ZOP 1), especialmente, os seguintes instrumentos:

- I – parcelamento, edificação e utilização compulsórios;
- II – IPTU progressivo no tempo;
- III – desapropriação mediante pagamento por títulos da dívida pública;
- IV – direito de preempção;
- V – direito de superfície;
- VI – transferência do direito de construir;
- VII – operação urbana consorciada;
- VIII – consórcio imobiliário;
- IX – estudo de impacto de vizinhança (EIV);
- X – estudo ambiental (EA);
- XI – Zona Especial de Interesse Social (ZEIS);
- XII – instrumentos de regularização fundiária;
- XIII – outorga onerosa de alteração de uso.

Analisando a Lei nº 7987 de 23 de dezembro de 1996 – Lei de Uso e Ocupação do Solo do município de Fortaleza, verificamos que o projeto em questão se adequaria melhor, segundo o Anexo 6 – Classificação das atividades por grupo e subgrupo, como Grupo de Uso – Serviço – Subgrupo – Hospedagem – Atividade – República de Estudantes (hospedaria). No Anexo 10 –

Classificação das Vias do Sistema Viário, vemos que a Avenida da Universidade é classificada como Via Arterial II. Com os dados dos Anexos 6 e 10, pode ser feita a consulta ao Anexo 8 – Adequação das Atividades ao Sistema Viário, obtendo, dessa forma todos os parâmetros legais para o desenvolvimento da edificação.

SERVIÇO - HOSPEDAGEM								
CÓDIGO	CLASSE H	ATIVIDADE	PORTE (m²)	Nº MÍNIMO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS	RECUOS (m)			NORMAS
					FT	LT	FD	
55.19.06	2	República de estudantes. (hospedaria)	251 a 1000	1 vaga / 100m² A.U.*	10	3	3	02,05,10, 13 e 18
	3		acima de 1000		10	5	5	
NORMAS								
2	A testada** mínima do terreno deverá ser de 20,00m (vinte metros).							
5	O acesso direto de automóvel, quando for exigida vaga interna para estacionamento, deverá estar de acordo com o PROJETO 1 (Figura 10.13).							
6	O acesso direto de automóvel, quando for exigida vaga interna para estacionamento,deverá estar de acordo com o PROJETO 2 (Figura X.14)							
10	O acesso direto de automóvel, quando for admitida vaga externa para estacionamento lindeiro ao meio fio, deverá estar de acordo com uma das alternativas dos PROJETOS 6 e 7 (Figura X.15).							
11	O acesso direto de automóvel, quando for admitida vaga externa para estacionamento lindeiro ao meio fio, deverá estar de acordo com uma das alternativas do PROJETO 7 (Figura X.16).							
13	Deverá ter área apropriada para embarque e desembarque de passageiros interna ao lote e dimensionada de acordo com o subgrupo de atividade, de forma a não prejudicar a operação da via.							
18	No pavimento térreo é permitido encostar nas laterais, respeitados os recuos de frente e fundos, a taxa de ocupação, o índice de aproveitamento, a taxa de permeabilidade da zona e as condições mínimas de ventilação e iluminação dos compartimentos.							

DEFINIÇÕES ADOTADAS PELA LEI:

*A.U.: ÁREA ÚTIL - é a superfície utilizável de área construída de uma parte ou de uma edificação, excluídas as partes correspondentes às paredes, pilares, jardineiras e sacadas de até 0,90m (noventa centímetros) de largura;

** TESTADA - é a distância horizontal, medida no alinhamento, entre as divisas laterais do lote

Tabela 3.2: Condicionantes legais do terreno - resumo dos Anexos 6, 8 e 10.

Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Município de Fortaleza (1996).

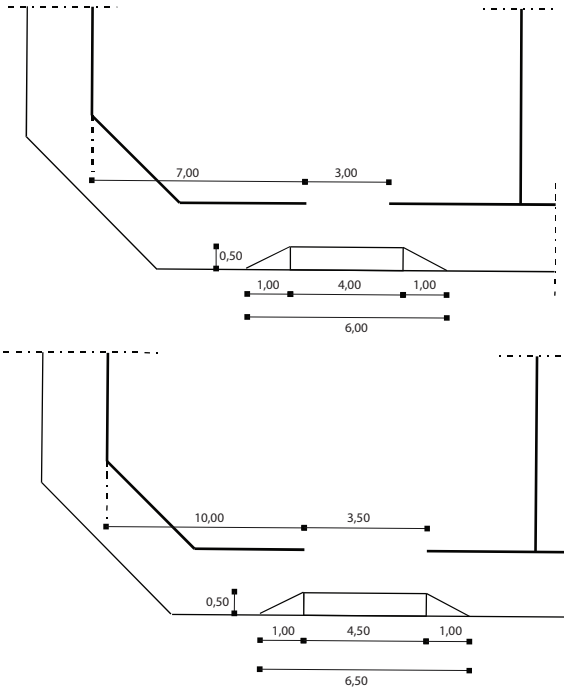


Figura 3.18: PROJETO 1.
Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Município de Fortaleza (1996).

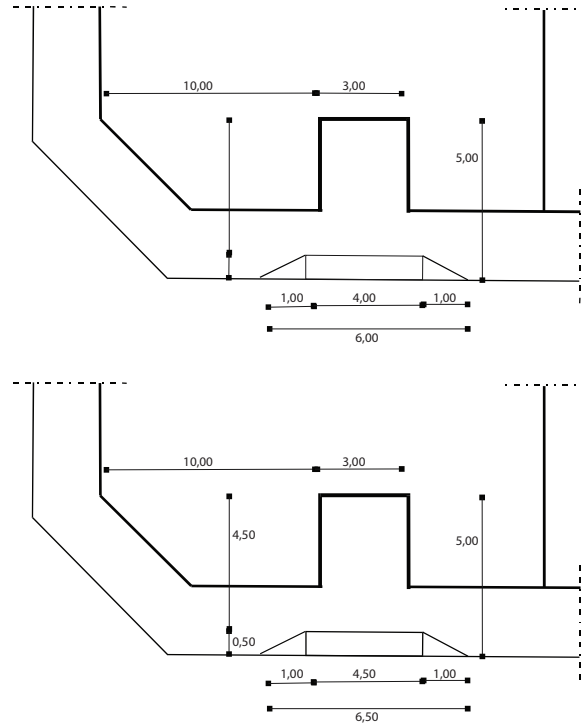


Figura 3.19: PROJETO 2.
Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Município de Fortaleza (1996).

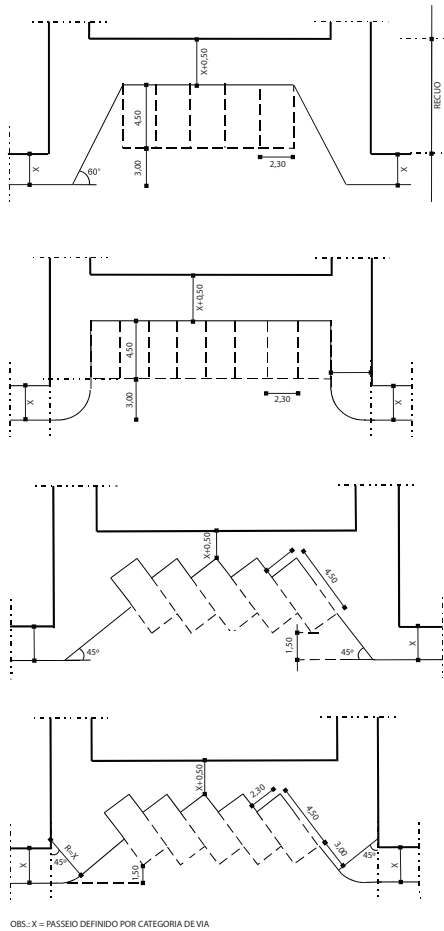


Figura 3.20: PROJETO 6.
Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Município de Fortaleza (1996).

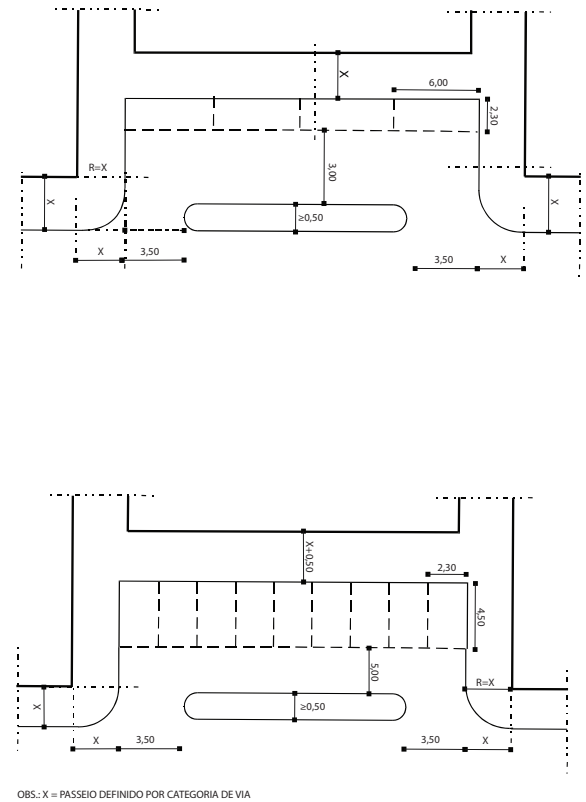


Figura 3.21: PROJETO 7.
Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Município de Fortaleza (1996).

No Capítulo III dessa mesma lei, que traz as disposições sobre as normas de ocupação, estão transcritos abaixo os artigos que servirão como exigências de projeto.

Art. 57. O uso e a ocupação nas Microzonas de Densidade e Zonas Especiais obedece o disposto neste capítulo, ressalvadas as normas específicas das zonas especiais.

Art. 58. Será permitida a construção de subsolos, respeitados a taxa de ocupação do subsolo, a taxa de permeabilidade, os recuos de frente e fundos e a altura de 1,00m (um metro) para o pisopronto do pavimento térreo, medido do nível médio do passeio, por onde existe acesso;

Parágrafo único. A construção de subsolos nos lotes de esquina deverá respeitar a taxa de ocupação do subsolo, a taxa de permeabilidade, os recuos de frente e a altura de 1,00m (um metro) para o pisopronto do pavimento térreo, medido do nível médio do passeio, por onde existe acesso;

Art. 59. Admite-se a exclusão do cálculo do índice de aproveitamento, da área do sub-solo e das áreas dos pavimentos destinados a estacionamento de veículos, respeitados a altura máxima da edificação e os demais indicadores urbanos exigidos e desde que não se trate de edifício garagem.

Art. 60. A ocupação dos terrenos deverá respeitar as seguintes normas:

I - nas edificações com mais de quatro pavimentos as medidas de todos os recuos deverão ser acrescidas de 20cm (vinte centímetros) por pavimento que excederem ao quarto, medidos a partir do térreo;

II - nas edificações com mais de dez pavimentos as medidas de todos os recuos, a partir do térreo, deverão observar a relação de 14% (quatorze por cento) da altura máxima da edificação;

III - em todos os pavimentos a distância mínima entre blocos deverá ser igual ou superior a duas vezes o recuo lateral exigido considerando os acréscimos decorrentes da verticalização, para a classe do subgrupo de uso.

Parágrafo único. Na aplicação dos parâmetros estabelecidos nos incisos I e II deste artigo deverão ser respeitadas as alturas máximas de 13,00m (treze metros) para o piso do quarto pavimento e de 30,00m (trinta metros) para o piso do décimo pavimento.

Art. 61. Admitem-se recuos com dimensões variadas, desde que sejam respeitadas concomitantemente as seguintes condições:

a) a média ponderada destes recuos, não seja inferior ao recuo mínimo obtido pela aplicação no disposto no artigo anterior;

b) a menor distância da edificação para a divisa do lote, não seja inferior ao recuo mínimo correspondente à frente, lateral ou fundos para a atividade na via, sem os acréscimos decorrentes da verticalização

Art. 62. Será permitido balanço de 1,00m (um metro), observada a altura mínima de 3,00m (três metros) do nível do piso do pavimento por onde existe acesso quando o recuo de frente for maior que 3,00m (tres metros).

Parágrafo único. No caso do recuo ser igual ou superior a 7,00m (sete metros), o balanço poderá ser de 2,00m (dois metros).

Art. 63. Nos lotes de esquina os recuos de frente são os correspondentes aos das vias para o uso pretendido.

Art. 64. Será permitida a projeção em até 90cm (noventa centímetros) de elementos componentes das fachadas, compreendendo: brises, pérgolas, jardineiras e similares, quando os recuos obrigatórios, laterais e de fundos forem superiores a 5,00m (cinco metros).

Art. 65. Os recuos laterais obrigatórios poderão sofrer uma redução de até 50% (cinquenta por cento), numa extensão máxima de 1/3 (um terço) da profundidade do lote, desde que ocupados por escadas, elevadores, rampas, lixeiras e circulações comunitárias

Parágrafo único. Em se tratando de lotes com profundidade superior a 50,00m (cinquenta metros), os recuos laterais poderão sofrer a mesma redução de que trata este artigo, desde que não ultrapasse a extensão máxima de 18,00m (dezoito metros).

Art. 66. Nas edificações com recuo lateral inferior a 1,50m (um metro e cinquenta centímetros) fica proibida a construção de portas, janelas, terraços, varandas e cobertas que despejem águas nos terrenos lindeiros.

Parágrafo único. Em qualquer pavimento acima do térreo, quando a edificação encostar na lateral e houver terraços ou pavimento de transição, será obrigatória a vedação para o vizinho localizada a no mínimo 1,50m (um metro e cinquenta centímetros) da divisa.

Art. 68. Será obrigatório o uso de elevadores nas edificações em desenvolvimento vertical que possuam lajes de piso acima da cota de 13,00 m (treze metros), contados a partir do nível médio do passeio por onde existe acesso.

4

O PROJETO

PROCESSO DO PROJETO



Figura 4.1: Imagem da fachada principal do edifício.
Fonte: Desenvolvido pela autora.

A identificação do problema foi o ponto de partida do projeto. Inicialmente, o foco foi melhorar as condições do atual restaurante universitário (RU), utilizando o mesmo local de implantação. No entanto, a incorporação do terreno adjacente (assim como do programa nele existente), também de posse da Universidade, mostrou-se como uma alternativa para a melhoria da proposta. Para um melhor aproveitamento do lote, decidiu-se pela incorporação da tipologia habitacional ao programa restaurante e clínica, que enriqueceria o projeto e aumentaria sua complexidade.

Após a análise dos dados do local de intervenção, foi desenvolvida uma volumetria inicial, com a setorização das tipologias, o que permitiu o tratamento diferenciado para cada ambiente, a fim da otimização

do espaço. O restaurante, de uso comum, fica no térreo para melhor acesso dos usuários, enquanto as áreas que exigem maior privacidade encontram-se nos pavimentos superiores. Essa solução faz com que no térreo exista uma grande área não edificada, capaz de funcionar como praça para os estudantes. O volume vertical foi disposto perpendicularmente à direção sudeste, recuada em relação ao limite do lote, a fim de permitir o aproveitamento da ventilação natural e reduzir o impacto visual que uma edificação verticalizada possa causar no transeunte.

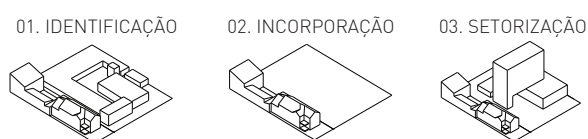


Figura 4.2: Esquema ilustrativo do processo de elaboração do projeto.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

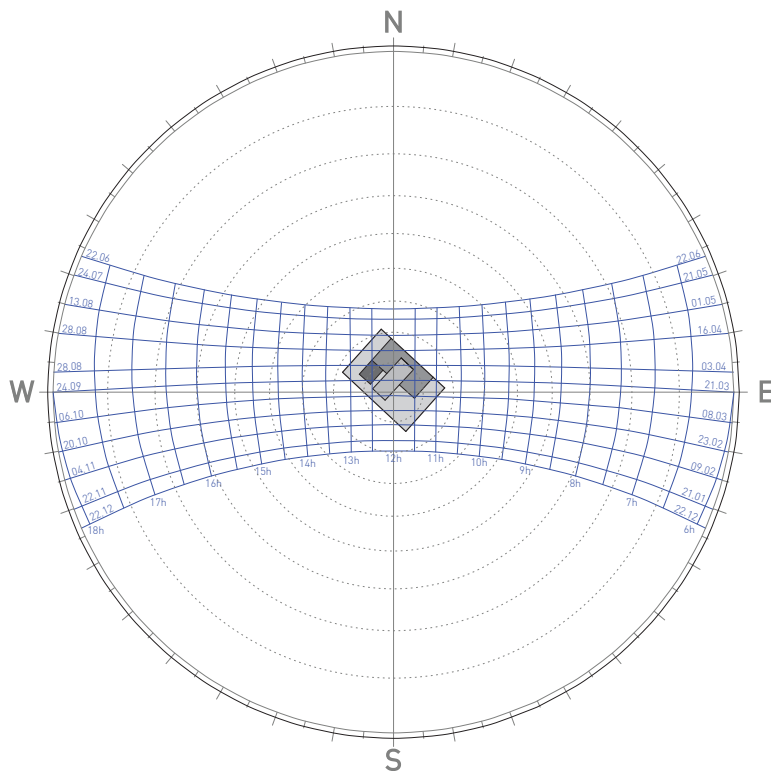


Figura 4.3: Sobreposição da planta da volumetria inicial na carta solar correspondente à Fortaleza para análise de insolação das fachadas.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

Após o desenvolvimento da volumetria inicial, foram feitos os primeiros estudos para a obtenção de conforto. Observando a carta solar de Fortaleza (Fig. 4.3), pôde-se concluir que, nos meses compreendidos entre o equinócio de outono (24 de setembro), passando pelo solstício de verão (22 de dezembro), até chegar o equinócio de primavera (22 março), as fachadas sudeste e sudoeste serão as que receberão insolação. Por sua vez, nos meses compreendidos pelo equinócio de primavera (22 de março), passando pelo solstício de inverno (22 de junho), até o equinócio de outono (24 de setembro), as fachadas opostas (nordeste e noroeste) é que serão iluminadas. Concluiu-se também que as fachadas nordeste e sudeste serão iluminadas durante o período da manhã (06:00h – 12:00h), enquanto as fachadas noroeste e sudoeste serão iluminadas so-

mente à tarde (12:00 – 18:00).

Para a decisão da distribuição de aberturas no restaurante, foram feitas simulações utilizando o programa Ecotect (Figs. 4.4, 4.5 e 4.6). Os dados obtidos na fase de levantamento apontavam para a necessidade de isolamento do restaurante devido ao grande ruído produzido pela Avenida da Universidade. Com esse dado, aliado aos resultados das simulações, foi tomada a decisão da distribuição das entradas na parede do restaurante paralela a direção sudeste, para que a fachada do restaurante perpendicular a essa direção fosse mantida sem aberturas, garantindo, dessa forma, o isolamento. Para melhor acomodação dos estudantes, a entrada que dá acesso aos balcões e a bilheteria, foram localizados abaixo da projeção do edifício, que sempre é sombreada.

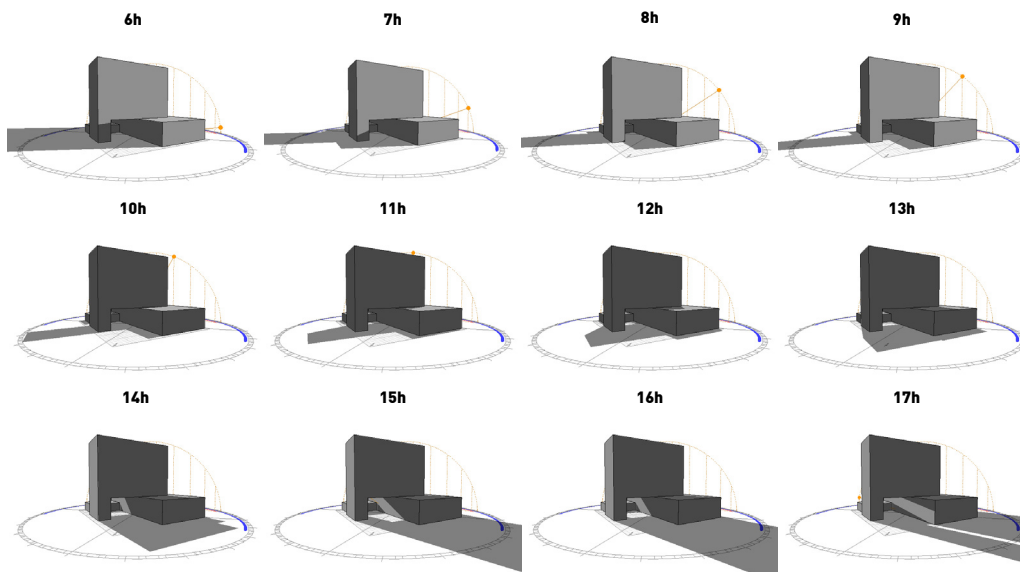


Figura 4.4: Simulação de insolação da volumetria inicial durante o solstício de inverno. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

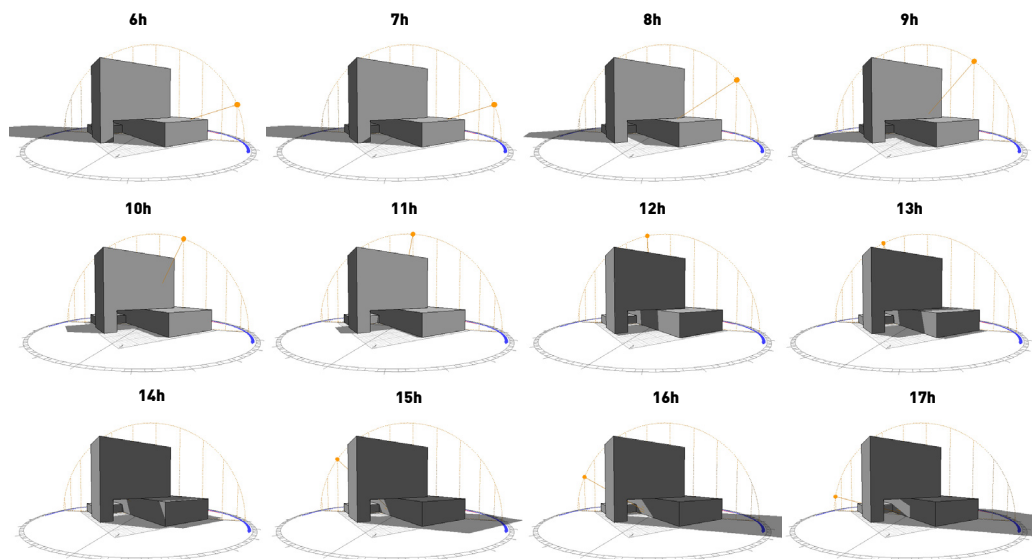


Figura 4.5: Simulação de insolação da volumetria inicial durante os equinócios. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

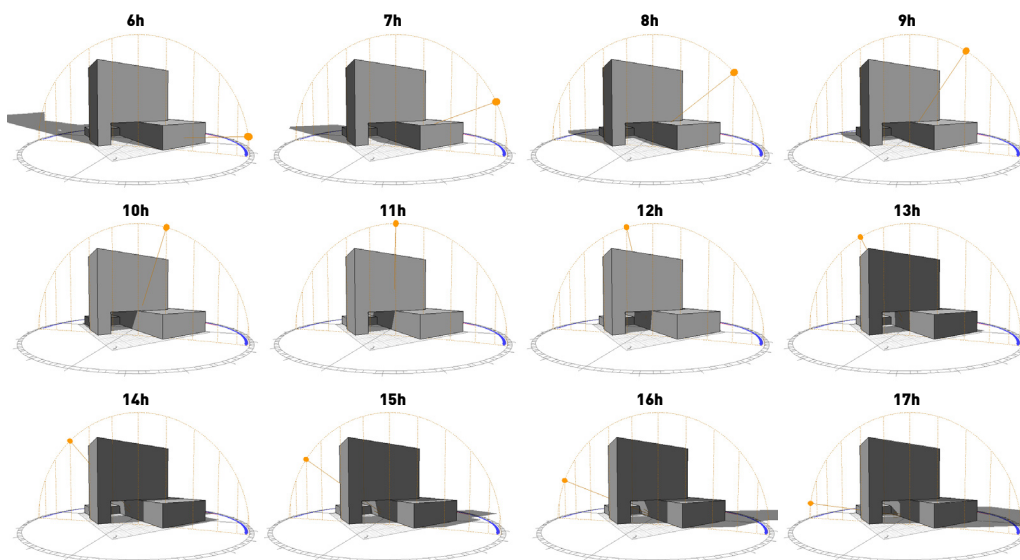


Figura 4.6: Simulação de insolação da volumetria inicial durante o solstício de verão. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

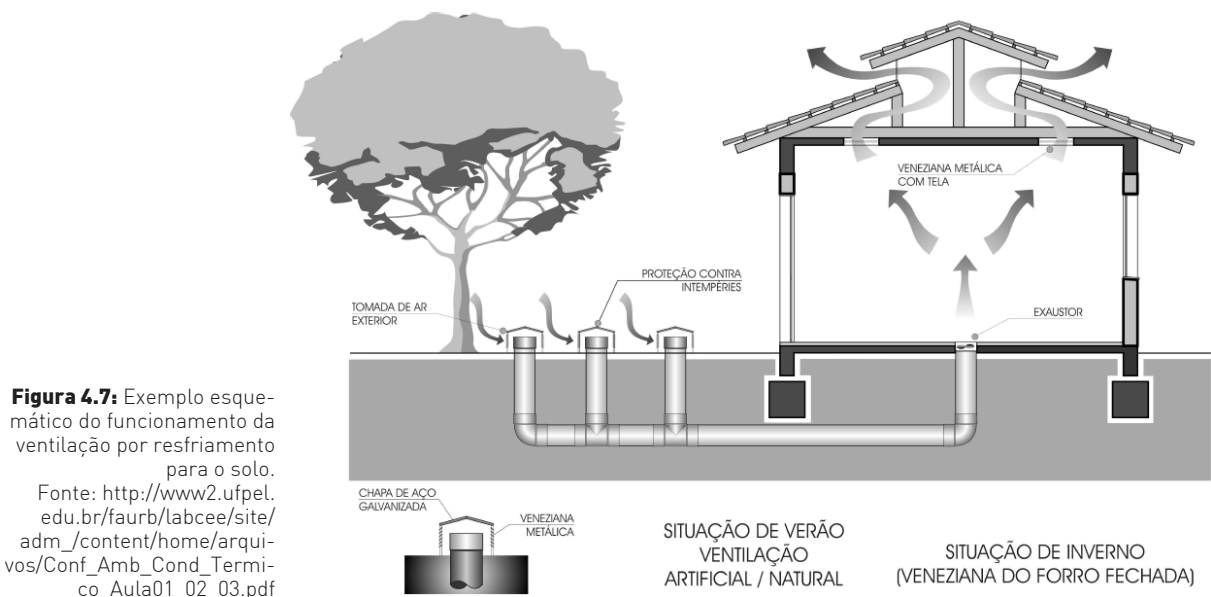
Devido a necessidade de isolamento do restaurante, foi necessária a busca de uma solução alternativa para a ventilação.

Foi feita uma simulação no programa Vasari, na qual onde se observou que a ventilação, quando no nível térreo, apresenta grande interferência das edificações vizinhas, chegando ao local de intervenção com velocidades muito baixas (Fig. 4.8). Dessa forma, foi utilizada a solução de resfriamento por condução para o solo (Fig. 4.7), na qual o ar externo seria coletado por dutos de captação exteriores ao restaurante, instalados em um espelho d'água, e distribuído para o interior do restaurante por um sistema de distribui-

ção com bocas de saída protegidas por grelhas instaladas no piso.

Segundo Cunha (2006), a temperatura a 4m de profundidade é igual a temperatura média anual. Ao adotar essa solução teremos uma redução de aproximadamente 3°C na temperatura diária no interior do restaurante durante o horário de almoço, uma vez que nesse horário as temperaturas registradas estão próximas às máximas diárias.

Para o devido funcionamento dessa solução, foi necessária a instalação de sheds, com o objetivo de proporcionar a saída de ar para o correto estabelecimento do flu-



xo de ventilação. Os sheds tiveram sua inclinação orientada na direção dos ventos dominantes, a fim de evitar o conflito com a entrada de ar e criar uma diferença de pressão que cause a exaustão do ar que foi introduzido pelos dutos.

Após a disposição das aberturas, foram feitas simulações onde puderam ser verificadas a eficiência das proteções solares utilizadas, podendo ser feito, com isso, as devidas correções.

Viu-se que os sheds necessitam de um prolongamento para além da área de cobertura de 80cm, garantindo o sombreamento do restaurante durante todo o ano. As aberturas na coberta na área de jardim interno devem ser protegidas por pérgolas, com inclinação de 35° e extensão mínima de 1,10m.

Contatou-se também que, embora a abertura de entrada e o espaço destinado a bilheteria sempre sejam sombreados, a saída não deve localizar-se junto a fachada, devendo ser recuada em relação a mesma.

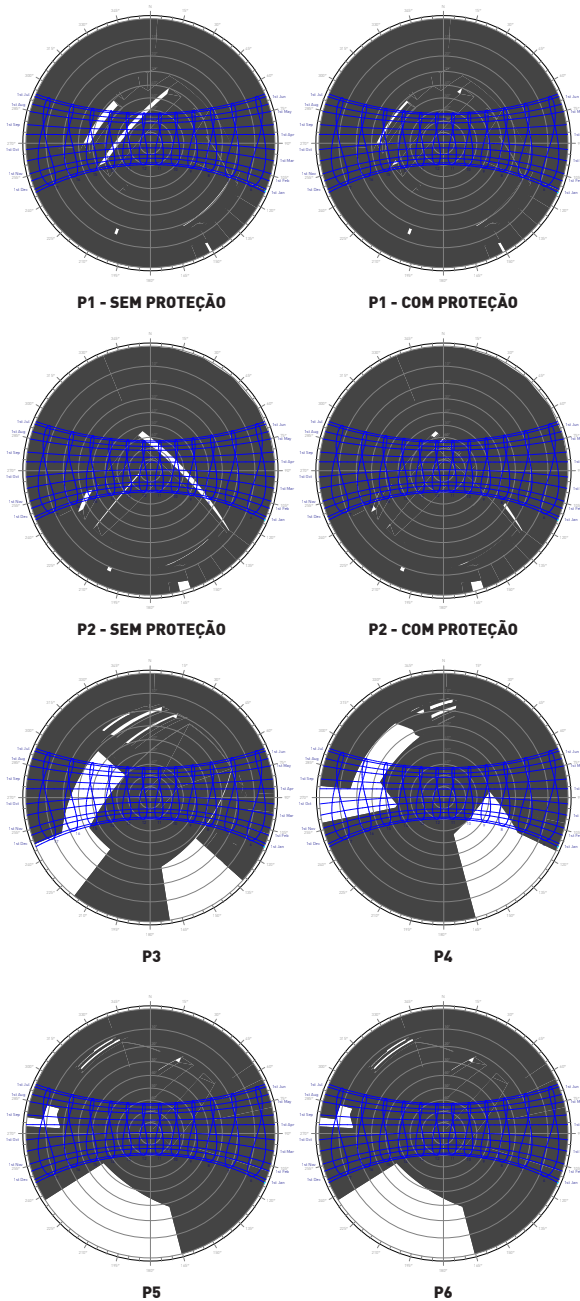
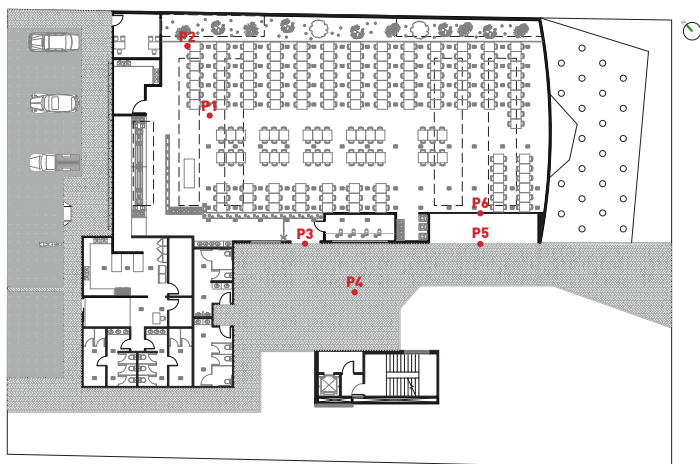


Figura 4.10: Máscaras de sombreamento sobre carta solar de Fortaleza para a verificação da eficiência das proteções solares nos pontos especificados pela Figura 4.9. Fonte: Adaptado Ecotect Analysis 2011 (2014).

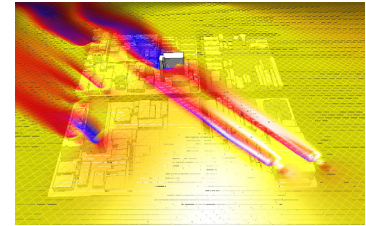
Figura 4.9: Pontos base para a elaboração das máscaras de sombreamento. Fonte: Elaborado pela autora (2014).

A solução para a obtenção de conforto na edificação vertical foi feita de forma diferente a da edificação que abriga o Restaurante.

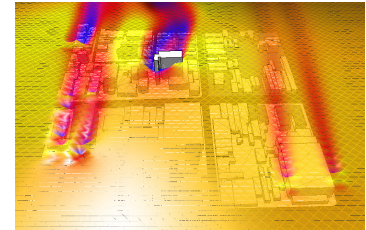
Através de simulação feita no programa Vasari (Fig. 4.11) observou-se que, devido a inexistência de construções verticais que pudessem comprometer a ventilação nos pavimentos superiores, a climatização da edificação poderia ser feita através da ventilação cruzada, excetuando-se apenas o pavimento onde funciona a Clínica Universitária, que tem a necessidade de um ambiente com temperatura controlada. Nas habitações, isso foi possível devido à instalação de cobogós na parede voltada a noroeste, que foram capazes de garantir a permeabilidade do espaço (Fig. 4.12), permitindo que o fluxo de ventilação funcionasse mesmo com a porta de entrada fechada, assegurando, dessa forma, a privacidade do usuário.

Devido a orientação noroeste-sudeste das fachadas e a grande quantidade de radiação solar incidente sobre elas, foi necessário a adoção de um sistema de proteção solar. Observou-se que mesmo nas habitações, onde o núcleo estava a uma distância de aproximadamente de 1,5m de cada uma das fachadas, essa proteção era necessária. Dessa forma, o controle solar na edificação vertical deu-se através do uso de uma pele de painéis de brises móveis (Figs. 4.13 à 4.17), capazes de serem articulados individualmente por cada usuário, gerando com isso uma grande variedade na aparência do edifício.

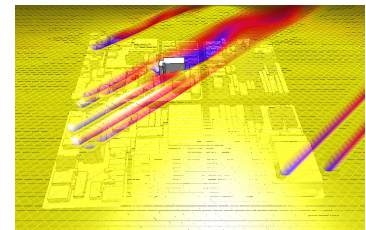
Figura 4.11: Simulação do comportamento da ventilação no local de intervenção nos níveis superiores. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



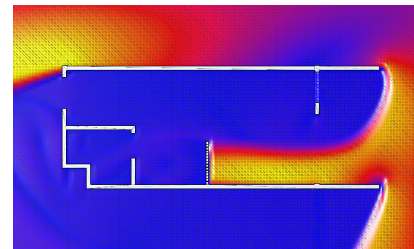
LESTE



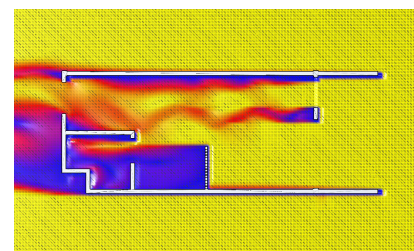
SUDESTE



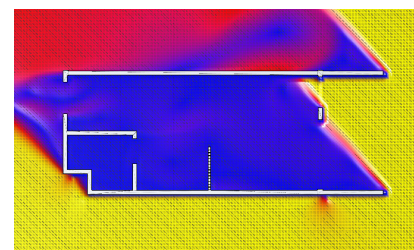
SUL



LESTE

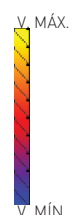


SUDESTE



SUL

Figura 4.12: Simulação do comportamento da ventilação na habitação. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



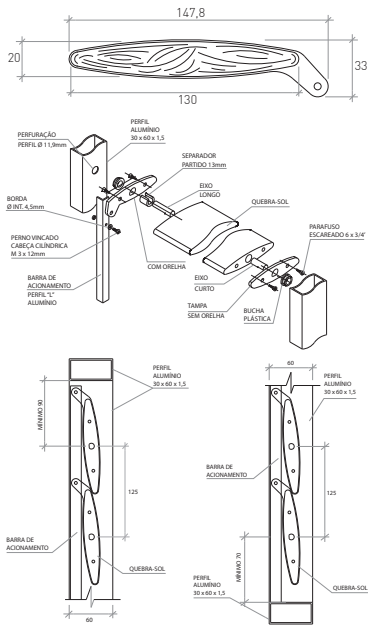


Figura 4.13: Detalhe do brise: dimensões, componentes e remates. Obs.: as medidas estão em milímetros. Fonte: http://www.hunterdouglas.com.br/hd/ec/ap/fichas/Cortasol_Woodbrise.pdf

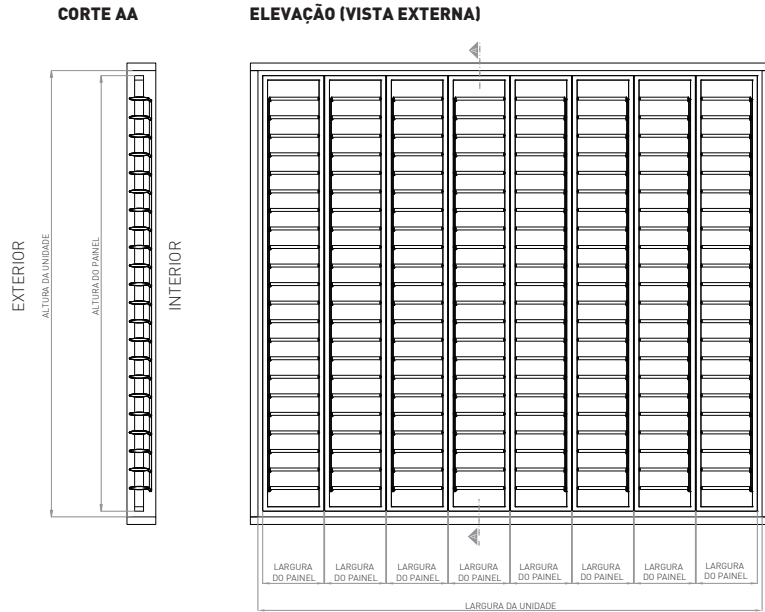


Figura 4.14: Detalhe dos painéis de brises, componentes das fachadas. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



Figura 4.16: Vista do corredor das habitações. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

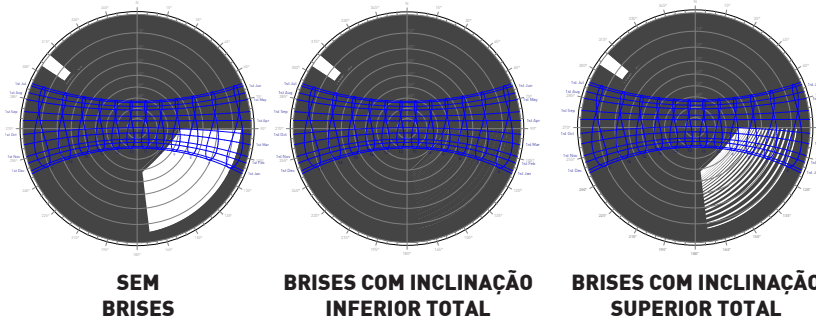
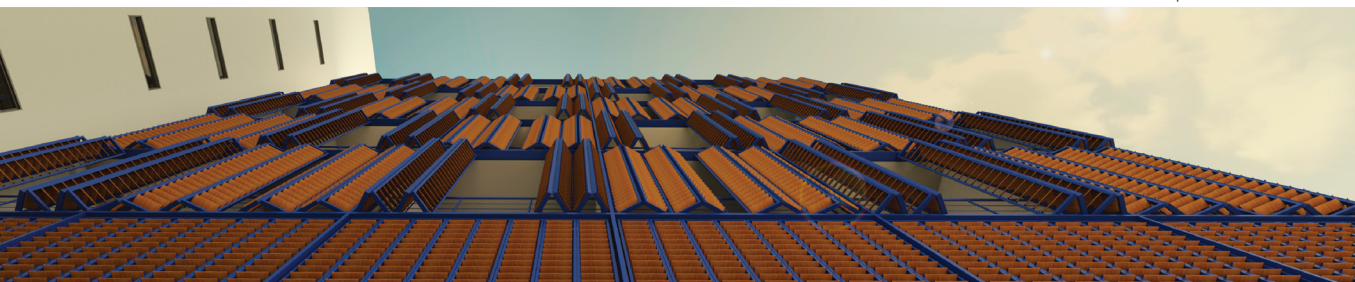


Figura 4.15: Máscaras de sombreamento sobre carta solar de Fortaleza, calculada no limite ente o quarto e a varanda, onde pôde ser verificado a necessidade de proteção solar e a eficiência das mesmas, apesar do sombreamento ocasionado pela laje de varanda. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

Figura 4.17: Vista dos brises da fachada anterior. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



MATERIAIS

VEDAÇÕES E COBERTAS

Após os resultados obtidos nas simulações, foratas na NBR 15220/2005 e na NBR 15575/2013, nas quais são estabe-

lecidos os requisitos para a obtenção de conforto térmico e acústico na edificação (Tab. 4.1). Esses requisitos serviram para orientar a escolha de materiais a serem adotados no projeto.

CRITÉRIOS PARA CONFORTO TÉRMICO			
PAREDE		COBERTA	
$a \leq 0,6$	$a > 0,6$	$a \leq 0,4$	$a > 0,4$
$U \leq 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 2,3 \text{ FV W/m}^2\text{K}$	$U \leq 1,5 \text{ FV W/m}^2\text{K}$
CRITÉRIOS PARA CONFORTO ACÚSTICO			
ELEMENTO	DnT,w [dB]		DESEMPENHO
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49		M
	50 a 54		I
	maior ou igual a 55		S
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual	40 a 44		M
	45 a 49		I
	maior ou igual a 50		S
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas, nas áreas onde não haja ambiente de dormitório	40 a 44		M
	45 a 49		I
	maior ou igual a 50		S
Sistema de piso entre unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas	45 a 49		M
	50 a 54		I
	maior ou igual a 55		S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	40 a 44		M
	45 a 49		I
	maior ou igual a 50		S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49		M
	50 a 55		I
	maior que a 55		S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual	30 a 34		M
	35 a 39		I
	maior ou igual a 40		S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas	45 a 49		M
	50 a 54		I
	maior ou igual a 55		S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	40 a 44		M
	45 a 49		I
	maior ou igual a 50		S
OBSERVAÇÕES:			
1) α é a absorvância à radiação solar da superfície externa			
2) O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220-2, e pode ser encontrada lá com o nome fator de correção da transmitância (FT)			
3) Níveis de desempenho: M = mínimo; I = intermediário; S = superior			

Tabela 4.1: Critérios para a obtenção de conforto térmico e acústico na edificação.
Fonte: NBR 15575/2013, NBR 15220/2005

O sistema de cobertura adotado na edificação que abriga o RU foi de lajes maciças de concreto de 10cm com impermeabilização. No entanto, foi constatado que somente a laje maciça não atende aos requisitos estabelecidos em norma ($U = 3,57W/m^2K$). Para sua adequação, foi utilizada uma camada de 7cm de argila expandida, reduzindo a transmitância térmica do sistema para $1,39 W/m^2.K$ (Fig. 4.18).

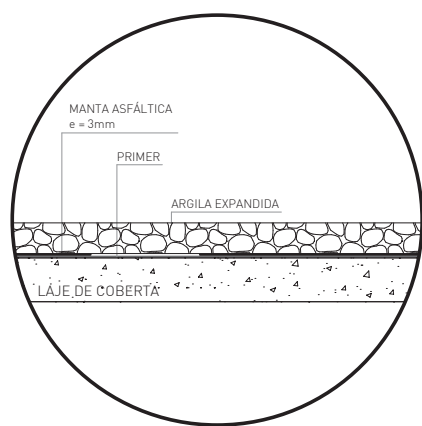
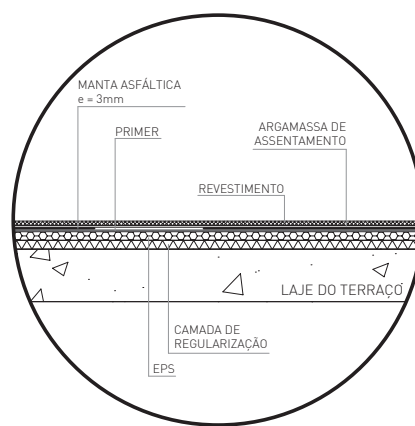


Figura 4.18: Detalhe da laje de cobertura do RU. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

A laje de cobertura da edificação vertical será utilizada como um terraço, de acesso comum aos estudantes. Por isso, o sistema adotado para a última laje foi de laje impermeabilizada de 12cm, com camada de 20mm de EPS (Fig. 4.19). Além de atender ao requisito de conforto térmico para cobertura ($U = 1,22 W/m^2.K$), também atende ao de conforto acústico, uma vez que a laje adotada possui índice de isolamento acústico (IA) acima de 53dB.

Figura 4.19: Detalhe da laje do terraço. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



Para as vedações verticais, foram utilizados quatro tipos de sistemas diferentes - concreto autoportante, tijolo cerâmico

furado, tijolo maciço e drywall - dispostos conforme a Tab. 4.2.

Tabela 4.2: Transmitância térmica, isolamento acústico e locais de uso das paredes do projeto. Fonte: NBR 15575/2013, NBR 15220/2005

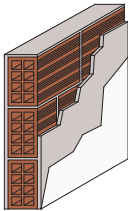
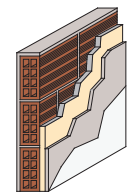
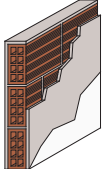
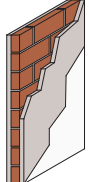
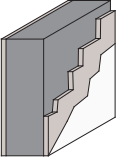
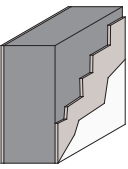
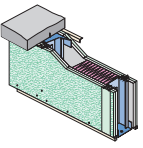
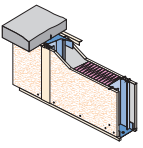
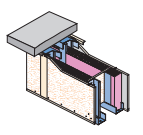
PAREDE	DESCRIÇÃO	TRANSMITÂNCIA (U)	ISOLAMENTO ACÚSTICO (IA)	LOCAIS DE USO
	Parede de tijolo cerâmico furado de 12cm, com 1,5cm de argamassa em cada face, pintada de branco. Espessura total: 15cm	2,94W/m ² k	45dB	Paredes entre habitações e circulação, entre cozinha e refeitório, entre higienização e refeitório, entre administração e refeitório e entre higienização e administração. Também usada na parede curva de fachada, na parede entre a antecâmara e circulação, entre elevador e circulação, entre antecâmara e elevador e entre lavanderia e salão comunal.
	Parede de tijolo cerâmico furado de 9cm, com placa EPS de 25mm na face interna do ambiente e com 1,5cm de argamassa em ambas as faces, pintada de branco. Espessura total: 14,5cm	0,24 W/m ² K	> 36dB	Paredes da fachada noroeste (quando existirem), paredes da fachada leste e trecho de parede da fachada oeste, que é recuado em relação a caixa de escadas.

Tabela 4.2 (continuação): Transmitância térmica, isolamento acústico e locais de uso das paredes do projeto.
 Fonte: NBR 15575/2013, NBR 15220/2005. Cálculos desenvolvidos pela autora (2014).

PAREDE	DESCRIÇÃO	TRANSMITÂNCIA (U)	ISOLAMENTO ACÚSTICO (IA)	LOCAIS DE USO
	Parede de tijolo cerâmico furado de 9cm, com 1,5cm de argamassa em ambas as faces, pintada de branco. Espessura total: 12cm	3,22 W/m²K	36dB	Paredes de ambientes internos da área de serviço do restaurante, paredes entre bilheteria e refeitório e paredes entre dormitório e varanda.
	Parede de tijolo maciço de 10cm, com argamassa de 2,5cm em cada face. Espessura total: 15cm	3,17 W/m²K	43dB	Paredes envolventes da caixa de escadas e dos dutos de ventilação nas fachadas sudeste e oeste.
	Parede de concreto autoportante de 20cm, com 2,5cm de argamassa em cada face, pintada de branco. Espessura total: 25cm	3,05 W/m²K	60 dB	Parede da fachada oeste do refeitório.
	Parede de concreto de 25cm, com 2,5cm de argamassa de gesso em cada face, pintada de branco. Espessura total: 30cm	2,81 W/m²K	> 60dB	Parede recuada da fachada noroeste e parede da fachada leste da caixa de escadas.
	Parede drywall separativa de 12cm com lâmina de vidro.	-	50 / 52 dB	Parede de geminação das habitações, dos ambientes internos da clínica e entre a lavanderia e o salão comunal.
	Parede drywall simples de 7,3cm.	-	42 / 44 dB	Paredes dos banheiros das habitações.
	Parede drywall de shaft simples de 14cm com lâmina de vidro.	-	53 / 55 dB	Paredes de shafts.
OBSERVAÇÕES: 1) Os valores de isolamento acústico de alguns elementos foram determinados de forma análoga, devido a falta de valor específico em bibliografia. 2) Os índices de transmitância térmica das paredes drywall não foram determinados, pois seu uso é exclusivamente para áreas internas.				

MATERIAIS DO AMBIENTE INTERNO DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Após a escolha das vedações externas, foi realizado o condicionamento acústico do ambiente interno do RU.

Na parede sudeste, foi aplicada uma pequena curvatura, de raio externo ao restaurante, a fim de evitar o eco. O tempo de reverberação foi calculado utilizando a fórmula de Sabine, tendo como referência de tempo ótimo os valores indicados pelo protocolo CP001 do Departamento de Educação e Serviços Infantis do Governo

da Austrália do Sul. Para atingir o tempo de reverberação recomendado dentro dos parâmetros de tolerância estabelecidos na NBR 12179/92 (Graf. 4.1), foi feita uma mudança dos materiais (Tab. 4.3) e diminuição do pé-direito do ambiente, sendo o problema resolvido principalmente nos tratamentos de forro, devido a maior disponibilidade de produtos no mercado,

Os materiais utilizados no cálculo tiveram seus dados estabelecidos em literatura específica.

MATERIAIS ORIGINAIS														
SUPERFÍCIE	MATERIAL	ÁREA [S]	FREQÜÊNCIA											
			125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
			α	aS	α	aS	α	aS	α	aS	α	aS	α	aS
Piso	Cimentado	518,94	0,01	5,19	0,01	5,71	0,01	6,23	0,01	6,23	0,01	6,23	0,01	6,23
	Greijas de ventilação c/ 50% da seção livre	8,15	0,15	1,22	0,25	2,04	0,35	2,85	0,38	3,06	0,40	3,26	0,04	0,33
	Área Úmida	67,58	0,05	3,38	0,05	3,38	0,05	3,38	0,05	3,38	0,05	3,38	0,02	1,01
Parede	Reboco liso	602,67	0,02	12,05	0,02	12,05	0,02	12,05	0,02	12,05	0,03	18,08	0,06	36,16
	Vidros planos 3-4mm com 50mm de espaço e amortecimento nas bordas	26,85	0,23	6,18	0,11	2,95	0,09	2,42	0,01	0,27	0,01	0,27	0,03	0,81
Esquadrias	Porta de madeira compensada pintada a óleo	5,28	0,04	0,21	0,04	0,18	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16
	Concreto aparente sem pintura	453,57	0,01	4,54	0,01	4,54	0,02	9,07	0,02	9,07	0,02	9,07	0,03	13,61
Coberta	Vazio	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48
	Lambris de madeira	75,37	0,08	6,03	0,07	5,28	0,06	4,52	0,06	4,52	0,06	4,52	0,05	3,77
Diversos	Madeira pintada a óleo	107,46	0,04	4,30	0,04	3,76	0,03	3,22	0,03	3,22	0,03	3,22	0,03	3,22
	Chapa Metálica Sobre Superfície Rígida	12,16	0,002	0,02	0,00	0,02	0,002	0,02	0,003	0,03	0,003	0,04	0,003	0,04
	Pessoa com Cadeira	221	0,33	72,93	0,39	85,09	0,44	97,24	0,45	99,45	0,46	101,66	0,46	101,66
	Cadeira comum de madeira	95	0,01	0,95	0,02	1,90	0,02	1,90	0,02	1,90	0,02	1,90	0,02	1,90

MATERIAIS MODIFICADOS														
SUPERFÍCIE	MATERIAL	ÁREA [S]	FREQÜÊNCIA											
			125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
			α	aS	α	aS	α	aS	α	aS	α	aS	α	aS
PISO	Cimentado	518,94	0,01	5,19	0,01	5,71	0,01	6,23	0,01	6,23	0,01	6,23	0,01	6,23
	Greijas de ventilação c/ 50% da seção livre	8,15	0,15	1,22	0,25	2,04	0,35	2,85	0,38	3,06	0,40	3,26	0,04	0,33
	Área Úmida	67,58	0,05	3,38	0,05	3,38	0,05	3,38	0,05	3,38	0,05	3,38	0,02	1,01
Parede	Reboco liso	602,67	0,02	12,05	0,02	12,05	0,02	12,05	0,02	12,05	0,03	18,08	0,06	36,16
	Vidros planos 3-4mm com 50mm de espaço e amortecimento nas bordas	26,85	0,23	6,18	0,11	2,95	0,09	2,42	0,01	0,27	0,01	0,27	0,03	0,81
Esquadrias	Porta de madeira compensada pintada a óleo	5,28	0,04	0,21	0,04	0,18	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16	0,03	0,16
	Gesso em placas 12,5mm	471,97	0,02	9,44	0,03	11,80	0,03	14,16	0,04	18,88	0,05	23,60	0,05	23,60
Forro	Forro Focus, plenum de 200mm	180,19	0,45	81,09	0,75	135,14	0,85	153,16	0,90	162,17	0,90	162,17	0,80	144,15
	Vazio	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48	1,00	144,48
Diversos	Lã de vidro ou mineral sobre superfície sólida (50mm)	75,37	0,30	22,61	0,60	45,22	0,80	60,29	0,80	60,29	0,75	56,53	0,90	67,83
	Chapa Metálica Sobre Superfície Rígida	12,16	0,002	0,02	0,02	0,00	0,02	0,003	0,03	0,003	0,04	0,003	0,04	
	Pessoa com Cadeira	221,00	0,33	72,93	0,39	85,09	0,44	97,24	0,45	99,45	0,46	101,66	0,46	101,66
	Cadeira	95,00	0,01	0,95	0,02	1,90	0,02	1,90	0,02	1,90	0,02	1,90	0,02	1,90

Tabela 4.3: Tabelas de materiais utilizados no interior do RU, com seus respectivos coeficientes de absorção acústica (α) e área de aplicação (em m²), para a obtenção do tempo ótimo. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

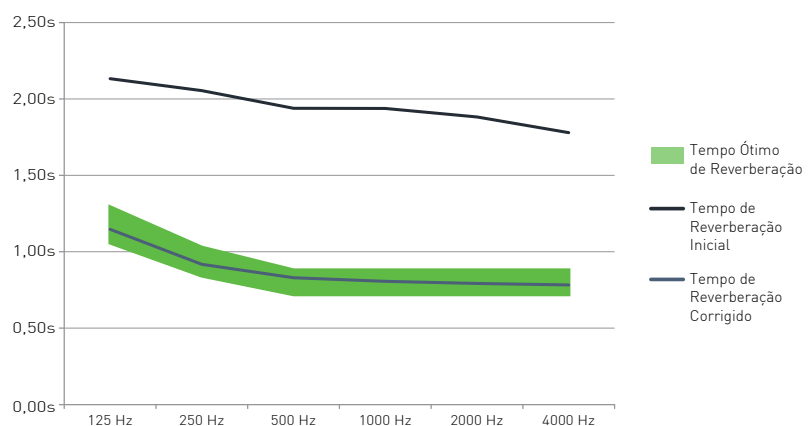


Gráfico 4.1: Gráfico do tempo de reverberação no interior do restaurante. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

MEMORIAL DESCRITIVO

RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

O restaurante Universitário é composto por dois volumes diferentes. O volume que abriga o refeitório, que possui capacidade de 316 lugares e pé direito duplo, conta com três entradas: duas delas situadas na fachada perpendicular à Avenida da Universidade, pela qual se acessa o refeitório, enquanto a terceira situa-se na fachada paralela à Rua Inácio Barroso, pela qual se tem acesso à sala de administração e nutricionista.

No refeitório, a entrada que permite o acesso aos balcões de atendimento está localizada sob a projeção dos pavimentos superiores do edifício. Essa projeção, que abriga também a bilheteria, permite o agrupamento de estudantes nos horários de pico do funcionamento do restaurante. Após a passagem pela catraca



Figura 4.20: Fachada da edificação vista a partir da Avenida da Universidade.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



Figura 4.21: Vista do interior do restaurante.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

eletrônica, os alunos encontram cinco pias para a assepsia das mãos, seguidas de carrinhos onde se localizam os pratos e talheres. Devido a utilização do sistema de serviço com auxílio de copeira, foi adotada a disposição de balcões lineares de fluxo contínuo, criando, dessa forma, uma fila única. As bandejas usadas devem ser depositadas nos carrinhos metálicos situados na área de despejo que, quando cheios, devem ser levados até a área de higienização de utensílios pelos funcionários. A outra entrada existente, pela qual pode ser feito o acesso direto ao salão de refeições, localiza-se próxima a Avenida da Universidade, o que gera um fluxo contínuo dentro do restaurante.

Os serviços foram concentrados no menor volume, adjacente ao refeitório. Nele, podemos encontrar dois banheiros, um masculino e um feminino, acessíveis aos estudantes através de um corredor. Na face oposta, localiza-se a entrada da administração e da área restrita aos funcionários, na qual estão concentrados os banheiros, vestiários, depósitos, despensa e

cozinha. Devido a terceirização da produção do alimento, que chega em pequenos carros térmicos, a cozinha possui tamanho reduzido, sendo esse espaço dedicado principalmente à lavagem de frutas e verduras.

A climatização no restaurante é feita através de ventilação cruzada: grelhas metálicas dispostas no chão protegem as saídas de ar, que foi coletado no exterior, enquanto as aberturas no teto (sheds ou claraboias ventiladas) garantem sua exaustão. Além de servir para a ventilação, as aberturas também permitem o aproveitamento de iluminação natural durante a utilização dos espaços.

Na parte posterior do edifício, voltada para a Rua Inácio Barroso, encontram-se disponíveis as vagas de estacionamento: seis destinadas a carros, quatro para moto e uma para carga e descarga de equipamentos, assim como sessenta vagas disponíveis para o suporte de bicicletas, comuns a todos os alunos e funcionários da Universidade.



Figura 4.22: Fachada da edificação vista a partir da Rua Inácio Barroso.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

CLÍNICA UNIVERSITÁRIA

A Clínica Universitária encontra-se no segundo pavimento, e seu acesso pode ser realizado através do volume retangular que abriga a circulação vertical, que vai desde o térreo até o 8º andar.

A sala de espera, que tem capacidade de vinte pessoas, possui uma disposição central entre a recepção e a farmácia e os três consultórios existentes (enfermeiro, médico e dentista). O corredor adjacente, em forma de L, conecta ainda a sala de administração, banheiros e ambulatório, além de abrigar também a porta que controla o acesso à área exclusiva dos funcionários. Nessa área, está localizada a copa, área de serviço, depósito de materiais de limpeza, sala de esterilização e banheiros dos funcionários. Ao lado da recepção, também de acesso exclusivo, encontra-se a sala de arquivos, onde devem ser armazenados os prontuários de pacientes.

A fachada voltada para a Avenida da Universidade é de vidro, com esquadrias de correr, protegidas pelo sistema de brises móveis, que permitem a regulação de entrada de luz durante o dia. A fachada voltada para a Rua Inácio Barroso,

no entanto, não possui aberturas, e nela está disposta a maior parte das áreas de serviço. Devido a necessidade de ser um ambiente controlado, a Clínica é o único espaço que conta com a presença de climatização artificial para obtenção de conforto.

SALÃO COMUNAL E LAVANDERIA

O terceiro pavimento tem como objetivo funcionar como um pavimento de transição, onde começa a haver a diferenciação do público para o privado. Embora o acesso seja restrito aos moradores dos apartamentos, ele tem como objetivo estabelecer um espaço de convivência, através de equipamentos de jogos, espaços de leitura e entretenimento. Também nesse pavimento está localizada a lavanderia de uso comum, que conta com lavadoras, secadoras e tanques.

Nesse pavimento, a ventilação e iluminação naturais são garantidas pela fachada de brises móveis. Os painéis de brises móveis agora funcionam como portas de harmônio, capazes de abrirem-se completamente. Na lavanderia, no entanto, os painéis são fixos, sendo móveis somente os brises.

Figura 4.23: Vista do salão comunal no 3º pavimento. Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

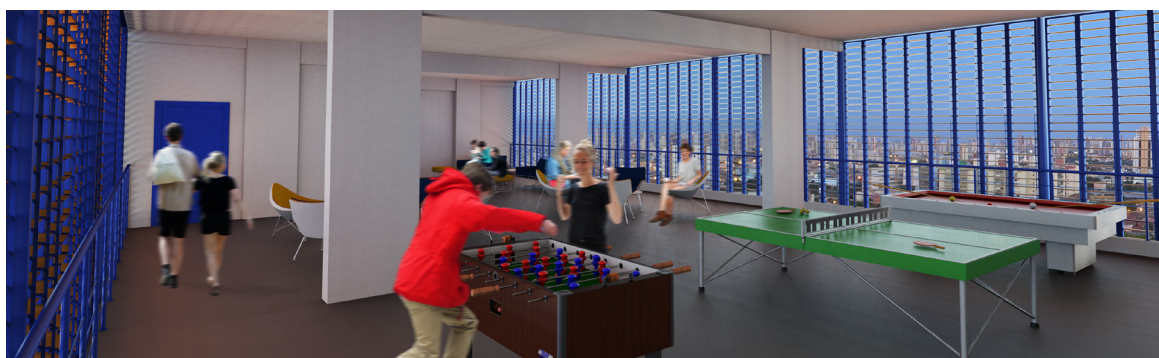




Figura 4.24: Vista do interior da habitação.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA

A Residência Universitária conta com trinta apartamentos, dispostos em fita, distribuídos ao longo de 4 pavimentos, cada qual com seis unidades de habitação. Cada apartamento é destinado a um aluno, sendo, dessa forma, o espaço mais privativo da edificação.

Para o desenvolvimento da habitação, foi estabelecido um módulo base, a fim de que fosse desenvolvido uma planta única. O módulo foi distribuído de forma equidistante às fachadas sudeste e noroeste, a fim de evitar a insolação direta, gerando dois espaços de transição: o corredor, e a varanda. Dessa forma, cada unidade conta com banheiro, cozinha e quarto no seu ambiente interno. Buscou-se ainda, dentro desse módulo, sua capacidade de adaptação para um usuário

com necessidades especiais.

Na Residência, as varandas são protegidas pelos painéis de brises móveis que funcionam como portas de harmônio. Cada unidade de habitação possui o controle individual dos painéis, o que permite que a fachada varie de acordo com a necessidade de cada usuário.

COBERTURA

No último pavimento, na área de cobertura do edifício, o aluno tem acesso a um terraço descoberto, com uma área ajardinada e bancos que criam pequenos núcleos de convivência.

Também pelo último pavimento pode ser feito o acesso à caixa d'água e a casa de máquinas dos elevadores.



Figura 4.25: Planta de situação.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



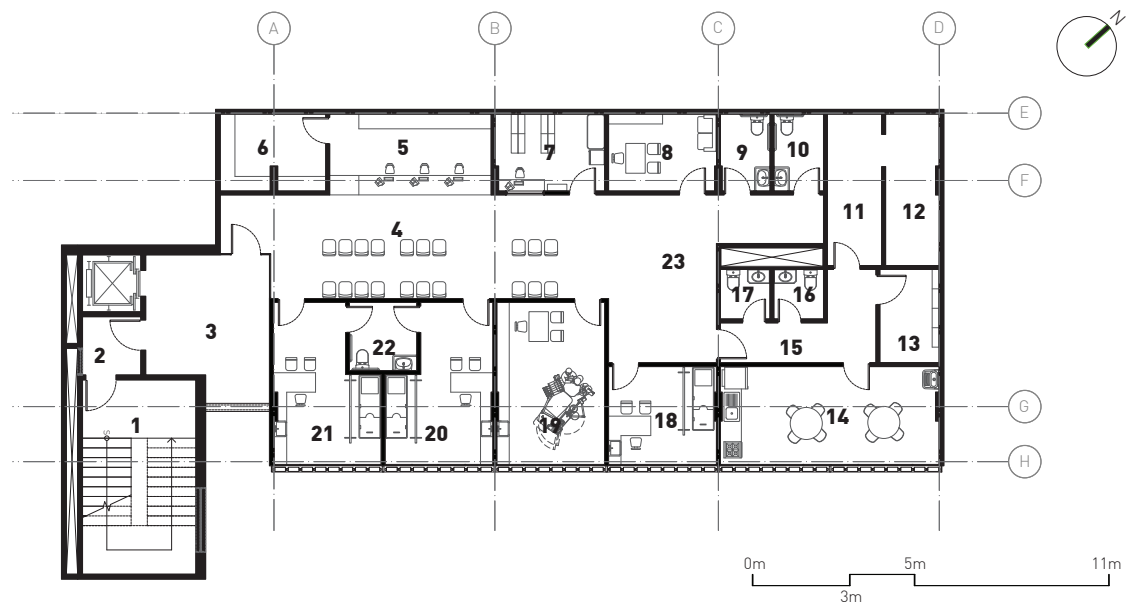
Figura 4.26: Planta de locação e coberta.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



LEGENDA

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - Refeitório: 449,35m ² | 9 - W.C. feminino: 16,85m ² | 17 - Despensa: 9,32m ² |
| 2 - Despejo: 5,72m ² | 10 - Vestiário feminino: 9,29m ² | 18 - Cozinha: 34,02m ² |
| 3 - Controle / Caixa: 9,20m ² | 11 - W.C. feminino: 10,49m ² | 19 - Entrada: 6,58m ² |
| 4 - Entrada / Espera: 42,67m ² | 12 - W.C. masculino: 10,61m ² | 20 - Antecâmara: 3,16m ² |
| 5 - Distribuição: 27,10m ² | 13 - Vestiário masculino: 9,02m ² | 21 - Escada: 21,00m ² |
| 6 - Higienização de utensílios: 14,31m ² | 14 - Controle: 17,12m ² | 22 - Estacionamento: 117,60m ² |
| 7 - Administração e nutricionista: 14,09m ² | 15 - Hall: 2,27m ² | 23 - Carga e descarga: 33,03m ² |
| 8 - W.C. masculino: 16,13m ² | 16 - DML: 4,71m ² | |

Figura 4.27: Planta do pavimento térreo: Restaurante Universitário.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

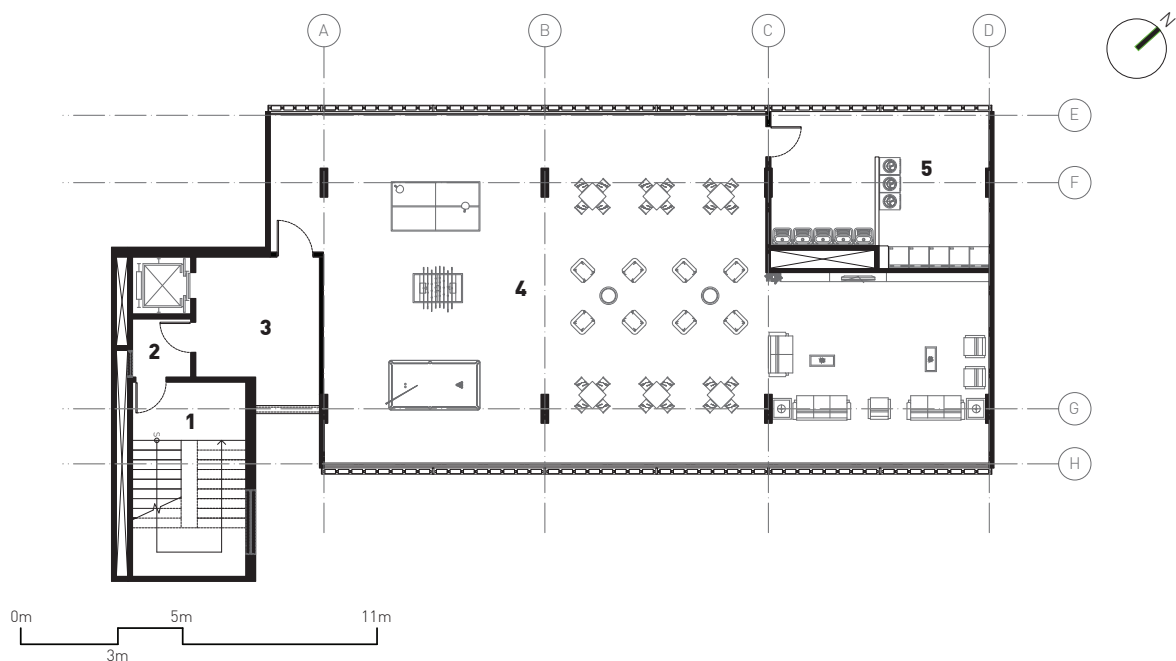


LEGENDA

1 - Escada: 21,00m ²	8 - Administração: 7,96m ²	13 - DML: 5,27m ²	co: 16,60m ²
2 - Antecâmara: 3,16m ²	9 - W.C. feminino: 3,63m ²	14 - Copa / Serviço: 20,26m ²	20 - Consultório médico: 14,20m ²
3 - Hall: 16,16m ²	10 - W.C. masculino: 3,67m ²	15 - Hall: 8,38m ²	21 - Consultório de enfermagem: 14,05m ²
4 - Espera: 36,20m ²	11 - Esterelização(ambiente limpo): 7,84m ²	16 - W.C. masculino: 2,34m ²	22 - W.C. reversível: 4,38m ²
5 - Recepção: 12,56m ²	12 - Esterelização (ambiente sujo): 7,62m ²	17 - W.C. feminino: 2,34m ²	23 - Hall: 22,21m ²
6 - Arquivos: 7,56m ²		18 - Ambulatório: 10,01m ²	
7 - Farmácia: 8,04m ²		19 - Consultório odontológico:	

Figura 4.28: Planta do 2º pavimento: Clínica Universitária.

Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

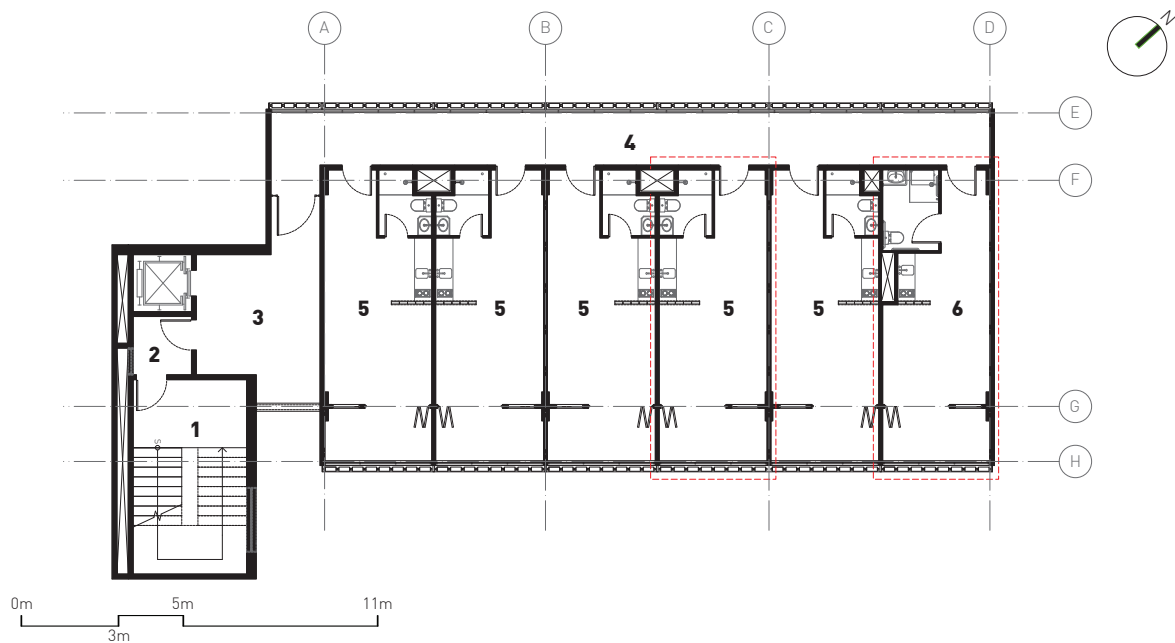


LEGENDA

1 - Escada: 21,00m ²
2 - Antecâmara: 3,16m ²
3 - Hall: 16,27m ²
4 - Salão comunal: 194,11m ²
5 - Lavanderia: 30,08m ²

Figura 4.29: Planta do 3º pavimento: salão comunal e lavanderia.

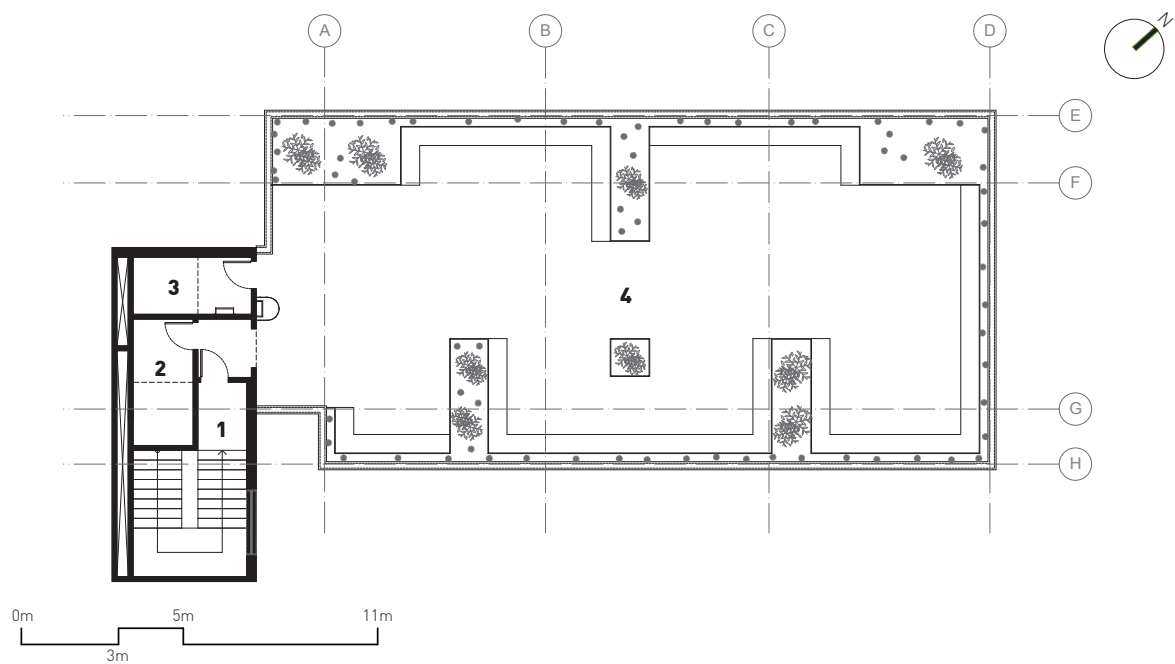
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



LEGENDA

- 1 - Escada: 21,00m²
- 2 - Antecâmara: 3,16m²
- 3 - Hall: 18,89m²
- 4 - Hall das habitações: 37,50m²
- 5 - Habitação tipo: 29,41m²
- 6 - Habitação acessível: 28,83m²

Figura 4.30: Planta do pavimento tipo [4º ao 8º]: Residência Universitária.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

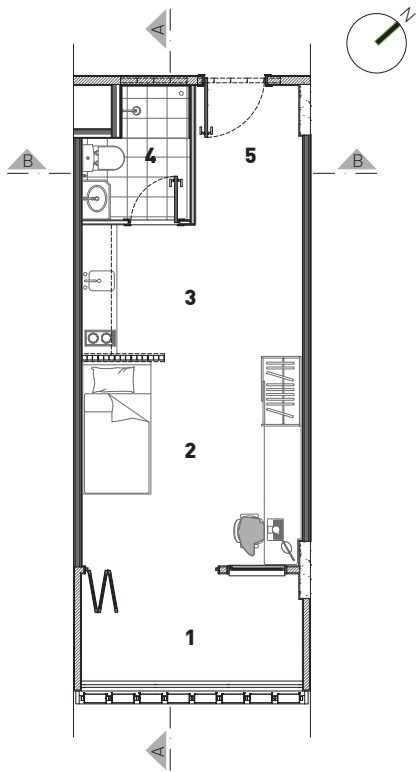


LEGENDA

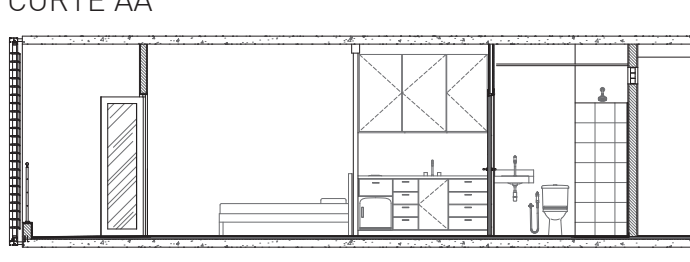
- 1 - Escada: 16,80m²
- 2 - Barrilete: 7,21m²
- 3 - Casa de máquinas: 6,42m²
- 4 - Terraço: 236,68m²

Figura 4.31: Planta do último pavimento.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

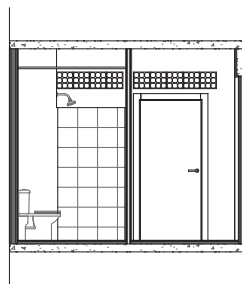
PLANTA BAIXA



CORTE AA



CORTE BB



LEGENDA

- 1 - Varanda: 5,36m²
- 2 - Quarto: 10,46m²
- 3 - Cozinha: 18,89m²
- 4 - Banheiro: 6,55m²
- 5 - Hall: 3,41m²

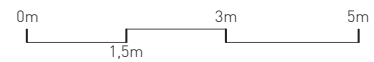
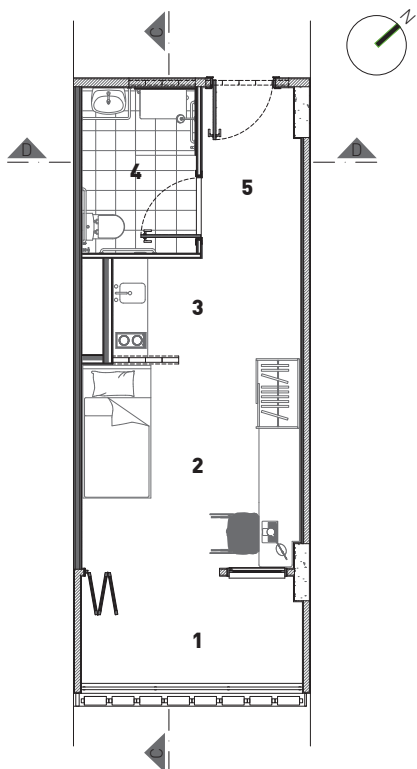
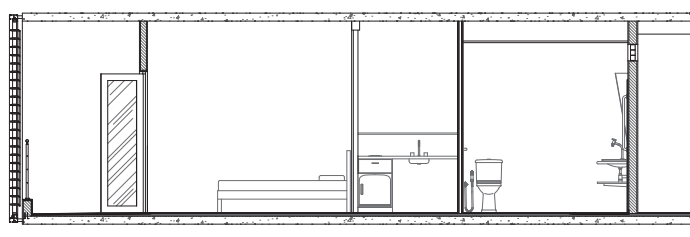


Figura 4.32: Detalhe da habitação tipo.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

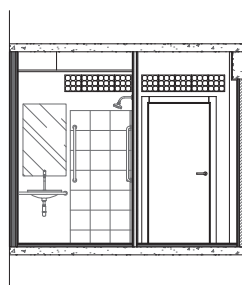
PLANTA BAIXA



CORTE CC



CORTE DD



LEGENDA

- 1 - Varanda: 5,36m²
- 2 - Quarto: 10,46m²
- 3 - Cozinha: 18,89m²
- 4 - Banheiro: 6,55m²
- 5 - Hall: 3,41m²

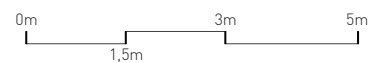


Figura 4.33: Detalhe da habitação acessível.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

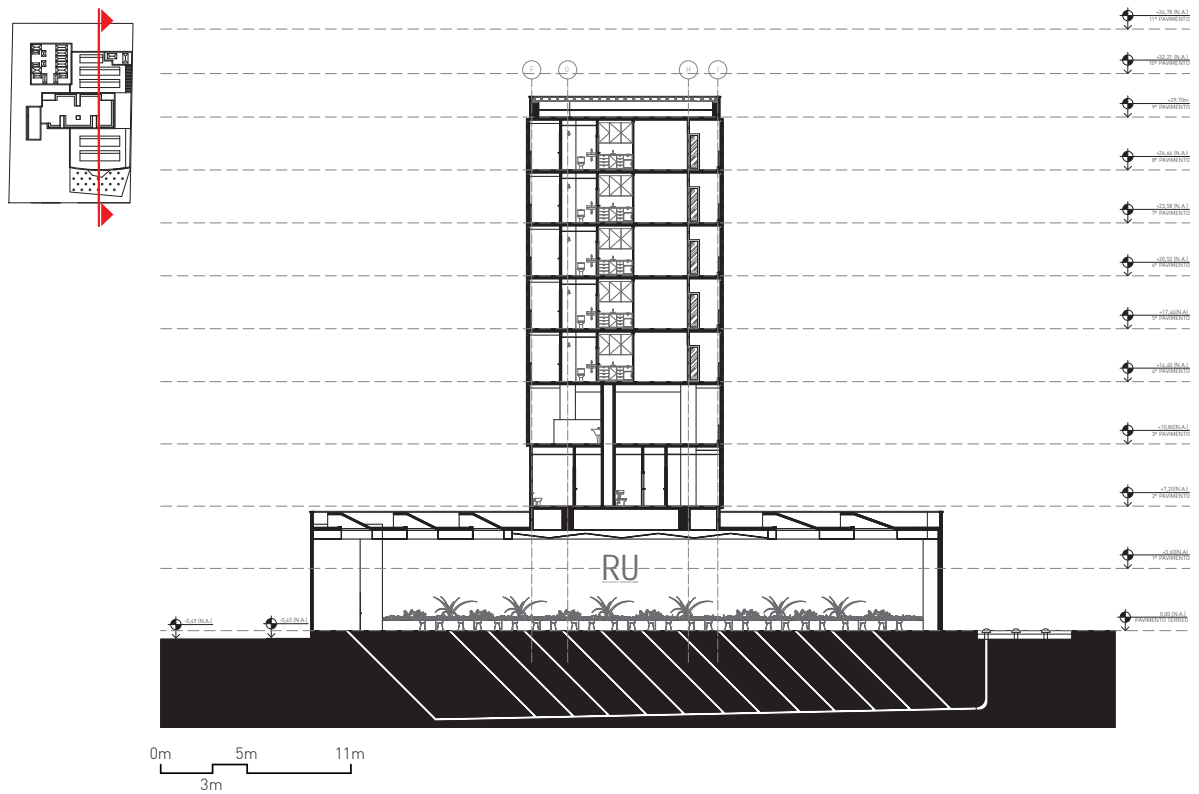


Figura 4.34: Seção 1.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

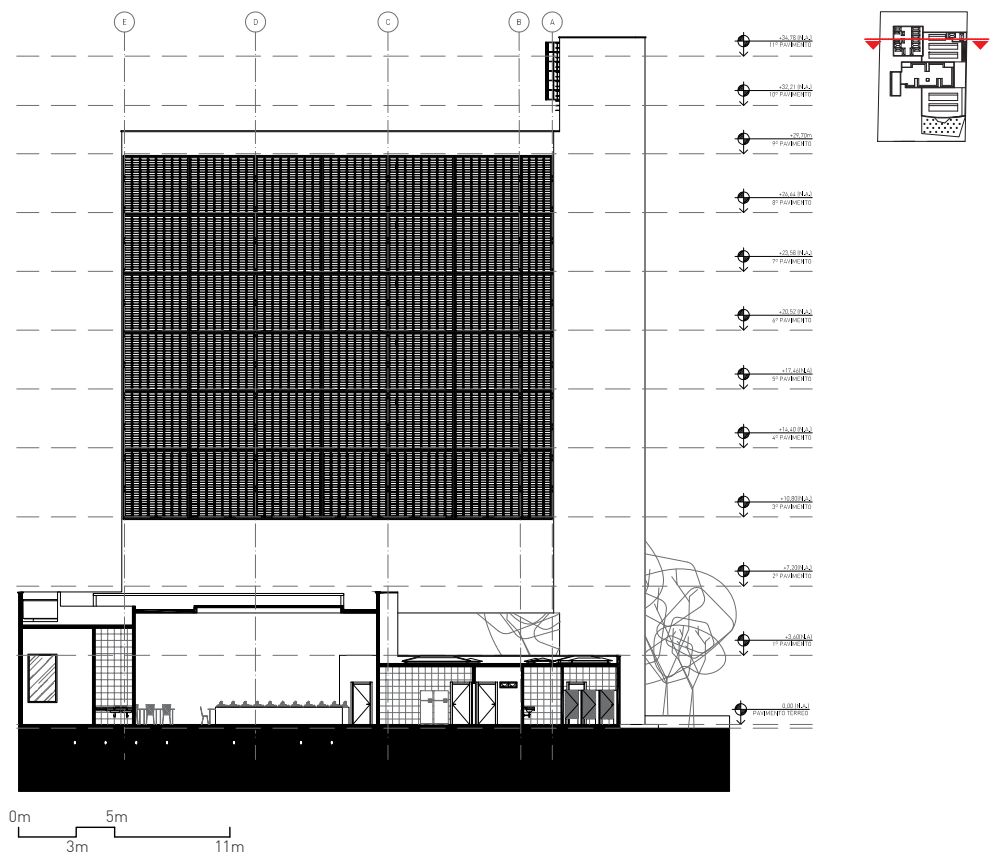


Figura 4.35: Seção 2.
Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

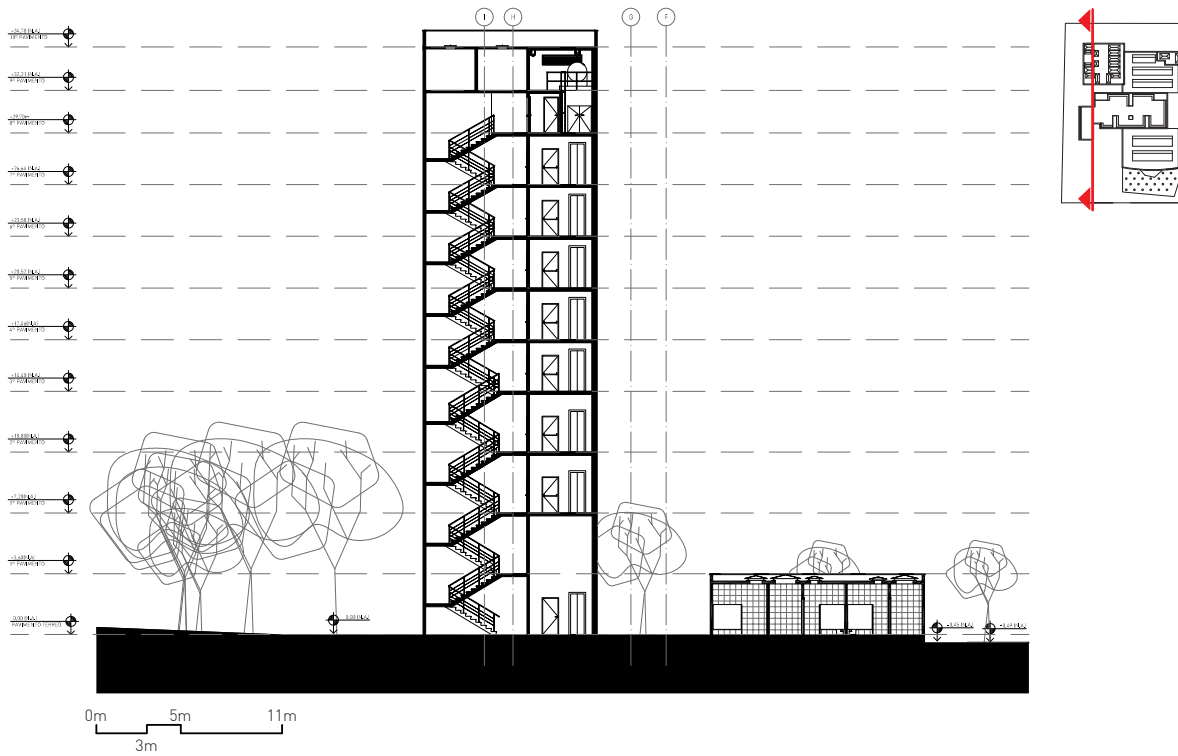


Figura 4.36: Secção 3.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



Figura 4.37: Elevação 1.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).



Figura 4.38: Elevação 2.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

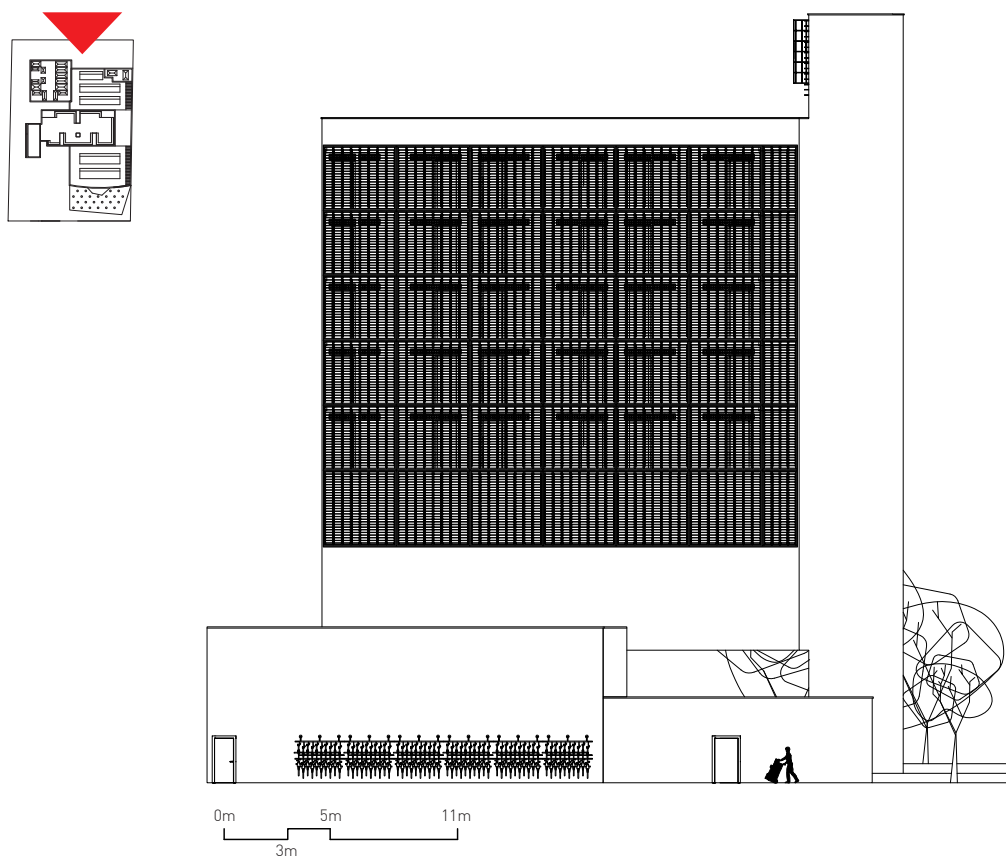


Figura 4.39: Elevação 3.
 Fonte: Desenvolvido pela autora (2014).

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONCLUSÃO

Se o conforto através de técnicas passivas é possível ou não, parece não ser uma preocupação muito grande das construtoras atualmente. A obtenção de lucro a qualquer custo acaba conduzindo ao desenvolvimento de edificações genéricas, capazes de serem reproduzidas indiferentes ao local de implantação, sem nenhuma preocupação com o ambiente urbano ou impactos resultantes desse adensamento.

Com a elaboração desse projeto, constou-se que para a obtenção de conforto através da utilização de técnicas passivas, não foi preciso o emprego de sistemas inovadores. Os materiais propostos, responsáveis diretos para a solução do problema de desconforto, são facilmente encontrados no mercado, e o sistema de resfriamento por condução para o solo, embora pareça novidade, é amplamente utilizado pelo arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé) na rede de hospitais Sarah Kubitschek.

Verificou-se que a NBR 15575/2013 e a NBR 15220/2005, apresentam limitações, no entanto, a sua utilização de forma análoga para a obtenção de conforto térmico não apresentou prejuízo para a escolha das soluções. Porém, quando o assunto é o conforto acústico, as normas brasileiras não se apresentam atualizadas nem com boa aplicabilidade. As limitações da NBR 12179/92 e da NBR 10152/87 justificam a elaboração de novas normas de conforto

acústico.

Conclui-se, portanto, que a resolução do problema arquitetônico não pode passar apenas pela esfera financeira ou estética. A atual situação de crise aliada ao desenvolvimento de normas reguladoras de desempenho ressaltam a necessidade de soluções alternativas no desenvolvimento das edificações, consolidando o processo multidisciplinar que é a elaboração de um projeto. Dessa forma, o profissional de arquitetura deve sempre estar atento às mudanças, acompanhando as transformações sociais e tecnológicas. Uma boa arquitetura considera diversos fatores, não existindo assim, um modelo genérico a ser adotado. O desenvolvimento das ferramentas de simulação e projeto já possibilitam a previsão do desempenho das edificações, e o arquiteto, que não pode ignorar esse avanço, possui agora uma grande responsabilidade: gerenciar recursos em prol de um espaço de qualidade para o usuário e para a cidade.

REFERÊNCIAS

ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do Ecoedifício**: interação entre ecologia, consciência e edifício. São Paulo: Aquariana, 2001. 128 p.

AGUIAR, Maria de Jesus Nogueira et al. **Dados climatológicos**: Estação de Fortaleza, 2003. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 19 p.

ANDRADE, Nelson; BRITO, Paulo Lucio de; JORGE, Wilson Edson. **Hotel**: Planejamento e Projeto. 7. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico - Procedimento. Rio de Janeiro, 1987. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179**: Tratamento acústico em recintos fechados - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005. v. 5.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013. v. 6.

B., Imprensa Oficial; M. C.. **Arquitetura de Lelé**: Fábrica e Invenção. São Paulo: Imprensa Oficial, 2010. 244 p.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christina. **Introdução a Ventilação Natural**. 2. ed. Maceió: Edufal, 2006. 163 p.

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica Arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2006. 167 p.
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ. NPT 008: Resistência ao fogo dos elementos de construção. Paraná: Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, 2012. 14 p.

CUNHA, Eduardo Grala da. **Elementos de Arquitetura de Climatização Natural**: Método projetual buscando a eficiência energética nas edificações. 2. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2006. 188 p.

DEPARTMENT OF EDUCATION AND CHILDREN'S SERVICE. **CP001**: Acoustic performance standas for learning areas. South Australia, 2009. 4 p.

FORTALEZA (Município). Lei Complementar nº 062, de 02 de fevereiro de 2009. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**. Fortaleza, CE, 13 mar. 2009. n. 14020, p. 1-520. Disponível em: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/diarios-oficiais>. Acesso em: 01 set. 2013.

FORTALEZA (Município). Lei nº 5530, de 17 de dezembro de 1981. Dispõe sobre o Código de Obras e Posturas do Município de Fortaleza e da outras providências. **Código de Obras e Posturas do Município de Fortaleza**. Fortaleza, CE, Disponível em: http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/pgm/arquivos_conteudos/copmf.pdf. Acesso em: 31 ago. 2013.

FORTALEZA (Município). Lei Ordinária nº 7987, de 23 de dezembro de 1996. Dispõe Sobre O Uso e Ocupação do Solo no Município de Fortaleza, e Adota Outras Providências. **Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza**. Disponível em: <https://www.leismunicipais.com.br/a/ce/f/fortaleza/lei-ordinaria/1996/798/7987/lei-ordinaria-n-7987> Acesso em: 31 ago. 2013.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 228 p.

HERTZ, John B.. **Ecotécnicas em Arquitetura**: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil. São Paulo: Pioneira, 1998. 125 p.

HOLANDA, Armando de. **Roteiro para construir no Nordeste**: arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Instituto de Arquitetos do Brasil, Pe, 2010. 67 p.

LEITE, R. C. V. **Diagnóstico climático da cidade de Fortaleza**. Trabalho programado n. 2. Memorial de qualificação para doutoramento. FAUUSP, 2013.

MURGEL, Eduardo. **Fundamentos de Acústica Ambiental**. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística**. Brasília: Fau / Unb, 2009. 803 p.

SANTOS, Paula Constante S e ALUCCI, Marcia Peinado. Banco de Dados de Características Acústicas. Versão 1.2. São Paulo: FAUUSP/FAPESP, 2003. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/pesquisa/laboratorios/labaut/conforto/>. Acesso em: 05/05/2014.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA E DEFESA SOCIAL. **NORMA TÉCNICA Nº 01/2008**: Procedimento Administrativo. Fortaleza: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará, 2008. 55 p.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA E DEFESA SOCIAL. **NORMA TÉCNICA Nº 05/2008**: Saídas de Emergência. Fortaleza: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará, 2008. 26 p.

