

Thâmara Thaís de Aquino

***ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA DE EDIFÍCIO HOSPITALAR PELO MÉTODO
PRESCRITIVO DO RTQ-C: Hospital Anália Franco em São Paulo***

Janeiro, 2012

Belo Horizonte, MG

Thâmara Thaís de Aquino

***ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA DE EDIFÍCIO HOSPITALAR PELO MÉTODO PRESCRITIVO
DO RTQ-C: Hospital Anália Franco em São Paulo***

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para à obtenção do título de especialista.

Orientadora: Grace Cristina Roel Gutierrez

Janeiro, 2012

Belo Horizonte, MG

FICHA CATALOGRÁFICA

A657a

Aquino, Thâmara Thaís de.

Análise da envoltória de edifício hospitalar pelo método prescritivo do RTQ-C [manuscrito]: hospital Anália Franco em São Paulo / Thâmara Thaís de Aquino. – 2012.

N. folhas f. 47: il.

Orientador: Grace Cristina Roel Gutierrez.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Energia - Conservação. 2. Energia - Armazenamento. 3. Edifícios – Engenharia ambiental. 4. Edifícios hospitalares. 5. Tecnologia – Avaliação. I. Gutierrez, Grace Cristina Roel. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 720.47

Monografia defendida no curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído, do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, e aprovada em 28 de janeiro de 2012, pela banca examinadora composta pelos seguintes professores:

Prof^a Msc. Grace Cristina Roel Gutierrez,
Orientadora – EA/UFMG

Prof. Dr. Eduardo Cabaleiro Cortizo
EA/UFMG

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a Deus, quem me guia sempre, principalmente por permitir que minha saúde perdurasse para que eu concluísse o curso. A todos que me proporcionaram a oportunidade de mais conhecimento e descobrir que o papel da minha profissão ultrapassa o que chamam de belo. A oportunidade e vontade de tornar uma profissão mais uma forma de contribuição para melhorar a saúde da população.

A minha mãe Angélica Aparecida Fonseca de Aquino e meu pai João Bosco de Aquino, a quem devo a vida, o amor, o respeito e a alegria de viver.

A Grace minha orientadora e professora, que demonstrou a grandiosidade de seu trabalho com a calma e objetividade necessárias para o sucesso profissional de qualquer professor e que além da sua competência como tal, ela sempre se manteve compreensiva e atenciosa.

Ao escritório Zanettini que foram solícitos desde o início, enviando informações e dados técnicos necessários para que este trabalho se concretizasse.

A todos que participaram da minha vida neste período e que certamente fizeram a diferença. Ao meu noivo pela compreensão nos dias de extremo cansaço e de fins de semana em que não pudemos ir para um barzinho ou boate, pois não é nada fácil trabalhar e estudar...

Dedico a estes, juntamente com meu coração, esta Monografia que é parte da minha luta.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O consumo de energia em edificações hospitalares possui aspectos bastante específicos, em função do uso final de energia e do programa dessa tipologia construtiva. Este estudo apresenta as análises desenvolvidas para avaliação da envoltória e os resultados para um edifício hospitalar pelo método prescritivo do RTQ-C, sendo este um dos primeiros estudos realizados no Brasil para etiquetagem dessa tipologia. Com o objetivo de proceder à classificação da envoltória pelo método prescritivo do Requisito Técnico da Qualidade de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), este estudo buscou também propor adequações, quando necessárias, para melhor classificação da edificação. O edifício selecionado foi projetado pelo respeitado arquiteto brasileiro Siegbert Zanettini: o Hospital e Maternidade São Luiz – unidade Anália Franco em São Paulo, SP. Dessa forma, foi realizada análise dos pré-requisitos da cobertura e das fachadas, verificando o atendimento ou não a esses requisitos. Após essa análise, calculou-se o índice de consumo da envoltória, para a classificação final envoltória. Como resultado a classificação obtida foi C, sendo reavaliada visando possíveis alternativas para melhoria da classificação inicial obtida pelo estudo.

Palavras-chave: RTQ-C, Edifício Hospitalar, Eficiência Energética em Edificações, Etiqueta PROCEL.

ABSTRACT

Energy consumption in hospital buildings has several specific features, depending on the final energy use and the architectural program of its typology. This study presents the results of a hospital building envelope analysis by the RTQ-C prescriptive method, one of the first studies conducted in Brazil for labeling this building typology. It aimed to proceed the prescriptive method of envelope classification of the Quality Technical Requirement for Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C), this study also sought to propose adjustments when necessary, for better classification of the building. The hospital building study case was designed by the respected Brazilian architect Siegbert Zanettini: the Analia Franco Hospital in Sao Paulo, SP. This analysis was performed by checking the attempting requirements of the roof and walls prerequisites and estimated the consumption rate of the building envelope, resulting in the envelope final standings. Therefore, the classification C was reviewed by analyzing possible alternatives in order to improve the initial classification obtained by the study.

Keywords: RTQ-C, Hospital Building, Energy Efficiency of Buildings, PROCEL Label.

SUMÁRIO

	Página
Resumo	v
1. Introdução	1
2. Objetivos	2
3. Breve Panorama Da Etiquetagem De Edificações No Brasil	3
4. Estudo de Caso	4
4.1. Seleção do edifício	5
4.2. Descrição do local	5
4.3. Caracterização do edifício	6
5. Análise da Envoltória	11
5.1. Pré-requisitos	11
5.1.1. Cobertura	11
5.1.2. Fachadas	16
5.2. Índice de Consumo da Envoltória	28
6. Classificação Final da Envoltória	36
7. Conclusão	37
Referências Bibliográficas	39
Anexos	40

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil integra o grupo de países com políticas e programas para a Eficiência Energética em Edificações. A etiquetagem dos edifícios brasileiros possui duas modalidades: para edificações comerciais classificadas pelo Requisito Técnico da Qualidade do nível de eficiência energética de edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C), e para as edificações residenciais classificadas através do Requisito Técnico da Qualidade do nível de eficiência energética de edificações Residenciais - RTQ-R (INMETRO, 2010).

Com relação às edificações etiquetadas pelo RTQ-C, de acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial¹, pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem², pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais³ e pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações⁴, no Brasil até dezembro de 2011, foram etiquetados 30 edifícios comerciais, de serviços e públicos, como shoppings, universidades, bancos e escritórios. (www.procelinfo.com.br).

Na área da saúde, embora os edifícios hospitalares representem uma tipologia com grande consumo de energia para suporte de suas atividades e equipamentos, ainda não há nenhum edifício hospitalar etiquetado. A resposta para este questionamento está relacionada à alta complexidade desta tipologia arquitetônica, com necessidades e instalações específicas, que atendam a realidade da legislação sanitária vigente no Brasil, aspectos não contemplados no procedimento de etiquetagem dos edifícios comerciais, de serviços e públicos. É importante salientar que os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde vêm passando por adaptações constantes, devido a novos estudos desenvolvidos principalmente no século passado e no atual, as novas tecnologias e equipamentos, bem como a questão da eficiência energética, sendo cada vez mais comum que esses estabelecimentos se insiram nesta nova realidade.

De acordo com a RDC 50/2002, programas complexos como o do Hospital e Maternidade Anália Franco, há necessidade de haver Instalações Prediais Ordinárias e Especiais, sendo: Instalações hidrossanitárias, Instalações elétrica e eletrônica (I), Instalação de proteção contra descarga elétrica (P), Instalações fluido-mecânicas (F) e Instalação de climatização (IC) que são as de Ar Condicionado (AC), Ventilação (V) e Exaustão (E). Em relação a este estudo, a que influencia diretamente na análise de consumo energético é a climatização por ar condicionado, aquecimento de água e iluminação artificial, assim como os equipamentos específicos para os diversos usos do edifício, principalmente os das Unidades de Terapia Intensiva adulta e infantil.

¹ Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial será citado no decorrer do trabalho com a sigla: INMETRO.

² Programa Brasileiro de Etiquetagem criado em 1084 e coordenado pelo INMETRO será citado no decorrer do trabalho com a sigla: PBE.

³ Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais será citado no decorrer do trabalho com a sigla: LABCON.

⁴ O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações foi criado no ano de 1996 e está vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, será citado no decorrer do trabalho com a sigla: LABEEE.

É importante salientar que os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde vêm passando por adaptações constantes (ANVISA, 2002), devido a novos estudos desenvolvidos principalmente no século passado e no atual, às novas tecnologias e equipamentos, bem como a questão da eficiência energética, sendo cada vez mais comum que esses estabelecimentos se insiram nesta nova realidade. Com relação às condições ambientais de conforto determinadas pela referida Resolução são divididas entre endógena (que cria condições internas de salubridade com relação ao meio externo) e exógenas (que “observa os impactos causados pelas construções no meio ambiente externo, de forma positiva ou negativa, suas condições climáticas naturais”).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi aplicar o Requisito técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais (RTQ-C), especificamente da análise para a etiqueta parcial da envoltória do edifício do Hospital e Maternidade São Luiz – unidade Anália Franco, consistindo num dos primeiros estudos do Brasil para etiquetagem de eficiência energética dessa tipologia construtiva.

2.2. Objetivos Específicos

Auxiliar na conciliação das especificações técnicas exigidas pela Resolução – RDC nº 50 (ANVISA, 2002) e o procedimento de etiquetagem de edificações;

Analisar possibilidades outras soluções visando a melhoria da classificação da etiqueta da envoltória.

3. BREVE PANORAMA DA ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL

Os primeiros estudos e discussões sobre os consumos de energia no mundo ocorreram a partir da crise do petróleo na década de 70 somado aos aumentos do seu preço na década de 90. Estas crises causaram a preocupação governamental mundial, que iniciaram a busca para alternativas novas de conseguir recursos energéticos.

No Brasil o sistema hidrelétrico teve a participação de 76,7% no ano de 2009 segundo Morishita (MORISHITA, 2011 *apud* BEN, 2010). De acordo com a autora, o crescimento do número de domicílios, sobretudo no período de 1995 a 1999, ocasionou o aumento no consumo médio por domicílio, contribuindo para a crise de 2001. Esta crise ocasionou um período de racionamento nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste do Brasil. A principal constatação foi que o setor residencial promoveu a economia energética mais significativa, o que comprovou que este setor tinha um grande potencial para manter esta economia e evitar novos “apagões” e crises energéticas. Diante desta crise, intensificaram-se as considerações na busca do uso racional da energia, das quais vale ressaltar a Lei 10.295 de 2001, que dispõe sobre a conservação e o uso racional de energia.

Além desta lei, houve o lançamento dos regulamentos referentes ao nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos como parte do PBE. Em 1985 foi criado, pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)⁵. (MORISHITA, 2011).

Os primeiros regulamentos relacionados ao desempenho de edificações foram criados na Europa no início dos anos 70. Definiam parâmetros para a envoltória, no intuito de diminuir a transferência de calor através dos seus componentes construtivos, controlar a difusão de vapor e a permeabilidade do ar (PÉREZ-LOMBARD *et al.*, 2009). No início dos anos 90 o regulamento e a certificação energética para edificações emergiram como um novo meio para redução do consumo energético e da emissão de gases causadores do efeito estufa.

Os regulamentos relacionados à eficiência energética em edificações estabelecem requerimentos para alcançar níveis mínimos de eficiência no consumo de energia em edificações novas. O objetivo principal é conservar energia sem comprometer o conforto, a produtividade ou a qualidade arquitetônica das edificações.

No Brasil, a Lei 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, regulamentada pelo Decreto no 4.059 de 19 de dezembro de 2001, estabelece a necessidade de “indicadores técnicos e regulamentação específica”, visando o uso racional de energia nas edificações (BRASIL, 2001). Dentro das ações integrantes deste Decreto, foi criado em 2004 o projeto “Elaboração de regulamentação e classificação de edificações eficientes”, resultante do convênio entre a Eletrobrás/PROCEL Edifica e a Universidade Federal de Santa Catarina

⁵ PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

(UFSC), através do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE)⁶. O projeto prevê, dentre outras ações, a elaboração de dois regulamentos:

- RTQ-C - Regulamento Técnico para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos;
- RTQ-R - Regulamento Técnico para Eficiência Energética de Edificações Residenciais (LABEEE, 2010b).

De acordo com o site do LABEEE, para o período de 2004/2008 e 2008/2011, são desenvolvidas as atividades para atendimento dos convênios assinados com a Universidade Federal de Santa Catarina, cujo objetivo é a cooperação técnica e financeira visando ao desenvolvimento de ações integrantes do PROCEL.

“A avaliação do RTQ-C divide-se em quatro partes: Envolvente, Sistema de Iluminação, Sistema de Condicionamento de Ar e a edificação como um todo. São ainda contabilizadas bonificações pelo uso de fontes alternativas ou melhorias que beneficiam a eficiência energética. A classificação é feita para cada requisito variando de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Após a sua análise, o edifício obterá a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do Inmetro.” (SOUZA *et al*, 2010).

Dentro do objetivo proposto pelo Ministério de Minas e Energia em apoiar ações que visem disseminar os preceitos estabelecidos RTQ-C, está a capacitação de profissionais de diversas áreas para atuação junto à operacionalização do processo de certificação de edificações. Nesse sentido, o Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética em Edificações da Escola de arquitetura da UFMG (LABCON-UFMG) em parceria com outros 14 laboratórios, foi um dos capacitados através do convênio ECV 939/03. (SOUZA *et al*, 2010).

4. ESTUDO DE CASO

A escolha de um edifício hospitalar para desenvolvimento deste estudo se deu em função da atuação profissional da autora na área da saúde.

Dessa forma, foi selecionada uma edificação que representasse a qualidade e importância da arquitetura de estabelecimentos assistenciais de saúde no Brasil, assim como a possibilidade de acesso às informações e ao projeto de arquitetura, sendo essa disponibilidade de informações uma significativa barreira ao desenvolvimento de estudos de etiquetagem de edificações no Brasil.

⁶ LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações.

4.1. Seleção do edifício

A partir de uma busca em artigos de revistas, livros e sites relevantes no âmbito da arquitetura e urbanismo no país, algumas das principais obras desta tipologia arquitetônica é de autoria do arquiteto Siegbert Zanettini.

Uma das obras emblemáticas de seu extenso portfólio é a Unidade e Maternidade São Luiz – Unidade Anália Franco (fig. 01), escolhida por ser uma obra finalizada recentemente, em 2007.



Figura 01 – A unidade Anália Franco, a terceira do Hospital e Maternidade São Luiz.
Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/siegbert-zanettini-hospital-sao-23-07-2008.html>

Outro motivo crucial para a escolha da obra foi o acesso ao projeto e dados fornecidos pelo escritório Zanettini. Foram disponibilizados dados técnicos em PDF necessários para a análise da envoltória, que constavam em plantas, cortes, fachadas, assim como o memorial descritivo da obra.

4.2. Descrição do local

O Hospital e Maternidade Anália Franco localiza-se na Rua Francisco Marengo, nº1312, no bairro do Tatuapé em São Paulo, SP. A cidade, uma das maiores metrópoles mundiais, está localizada na latitude -23° 32' 51" e longitude -46° 38' 10" e a região do Tatuapé encontra-se em terreno relativamente plano, e apresenta entorno bastante edificado e verticalizado.



Figura 02 – Localização da unidade Anália Franco.
(Fonte: disponível em <http://maps.google.com.br>)

De acordo com a NBR 15.220-03 a cidade de São Paulo está localizada na Zona Bioclimática 3 (fig. 03). A predominância dos ventos no local é de sudeste.

CARACTERÍSTICAS DA ZONA BIOCLIMÁTICA 03

Aberturas para ventilação: médias entre $15\% < A < 25\%$, sendo A a área do piso.
Sombreamento das aberturas: permitir sol durante o inverno.

Vedações externas:

Parede: Leve refletora, com U (transmitância térmica) $\leq 3,60 / \phi$
(atraso térmico) $\leq 4,3 / F_{so}$ (fator solar) $\leq 4,0$
Cobertura: Leve isolada, com U (transmitância térmica) $\leq 2,00 / \phi$ (atraso térmico) $\leq 3,3 / F_{so}$ (fator solar) $\leq 6,5$

Estação

Verão: J) Ventilação cruzada
Inverno: B) Aquecimento solar da edificação
C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)

Figura 03 – Zona Bioclimática 3.
(Fonte: NBR 15220-3)

4.3. Caracterização do edifício

O projeto do edifício do Hospital e Maternidade São Luiz, unidade Anália Franco apresenta uma solução volumétrica bastante movimentada com pavimentos escalonados em balanços, com um “grande vazio separando dois blocos, que se unem por passarelas e criam uma praça central com jardins visíveis dos espaços de estar de cada pavimento”. Segundo Zanettini, “a volumetria

resultante e a fluência dos espaços internos são valorizadas pela iluminação e ventilação naturais, conjunto que garante ecoeficiência no consumo de energia” (<http://www.zanettini.com.br>). Este edifício foi premiado no V Grande Prêmio de Arquitetura Corporativa – destaque em Saúde.

A concepção do projeto segue as instruções normativas da RDC, conforme programa físico funcional dessa tipologia (fig. 04) e explica a concepção da setorização, fluxos de circulação e hierarquia (fig.05) dos espaços do edifício.

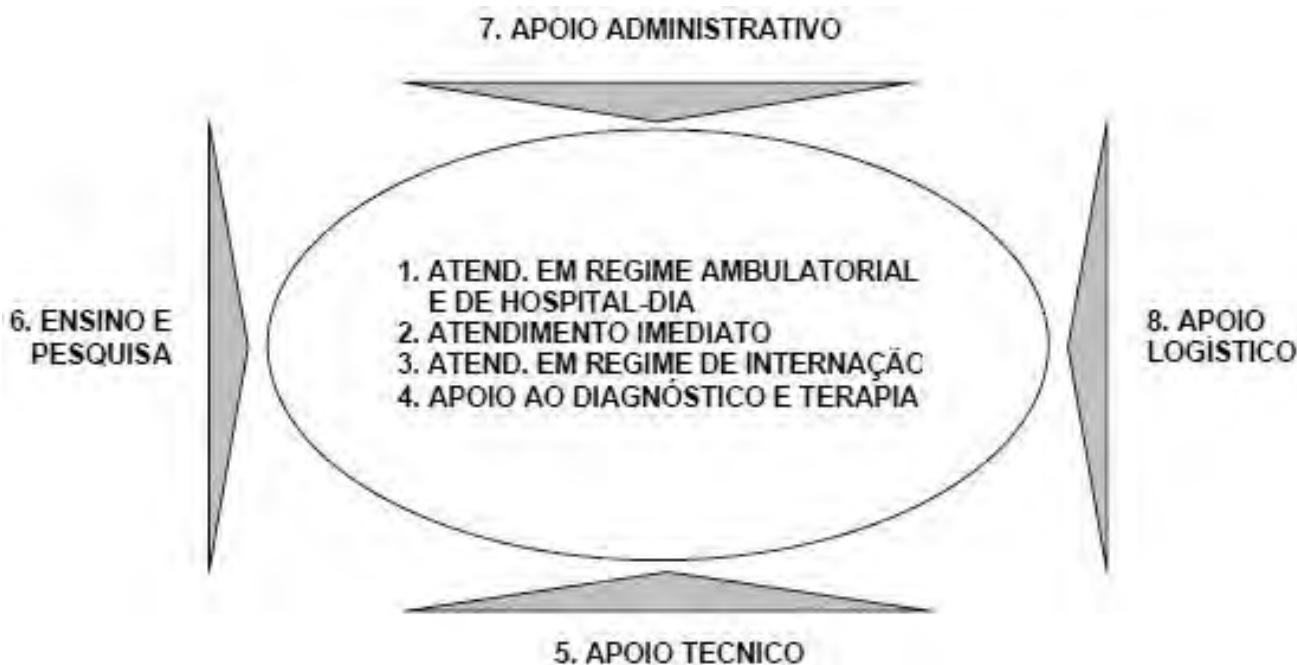


Figura 04 –Diagrama da programação físico-funcional dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

Os andares superiores são divididos em dois blocos separados pelo vazio central e abrigam os quartos das alas de internação. Segundo Silva e Paiva (2008), “abaixo do quarto andar, o volume une-se longitudinalmente, abrigando, no centro, os serviços de apoio comuns às duas alas. Com essa solução foi possível otimizar o uso dos equipamentos e o trabalho das equipes médica e de enfermagem. O térreo, no mesmo nível da rua, caracteriza-se como uma praça coberta, rodeada de jardins. (...) A declividade do terreno, correspondente à altura de um pavimento, foi aproveitada para a implantação do pronto-socorro, consultórios, setor de diagnóstico e tratamento, laboratórios e equipamentos de imagem. A administração encontra-se no mezanino, enquanto unidades de tratamento intensivo, centros obstétrico e cirúrgico, setores de apoio médico e de enfermagem distribuem-se entre o primeiro e o terceiro pavimentos.” A hierarquia e setorização da edificação estão representadas na figura 04 e 05.

Apesar das publicações pesquisadas afirmarem que a área total do edifício é 43.996,55 m², a área técnica do escritório Zanettini informou que o 8º pavimento não foi executado. Desta forma, o total de área construída do edifício é de 41.230,47 m². Deste total, 61% (sessenta e um por cento) correspondem a área de projeção do edifício (Ape), sendo 24.990,75 m².

Foram executados 07 pavimentos, 03 subsolos, 279 leitos, 380 vagas de garagem, 18 salas de cirurgia e 11 salas de parto.

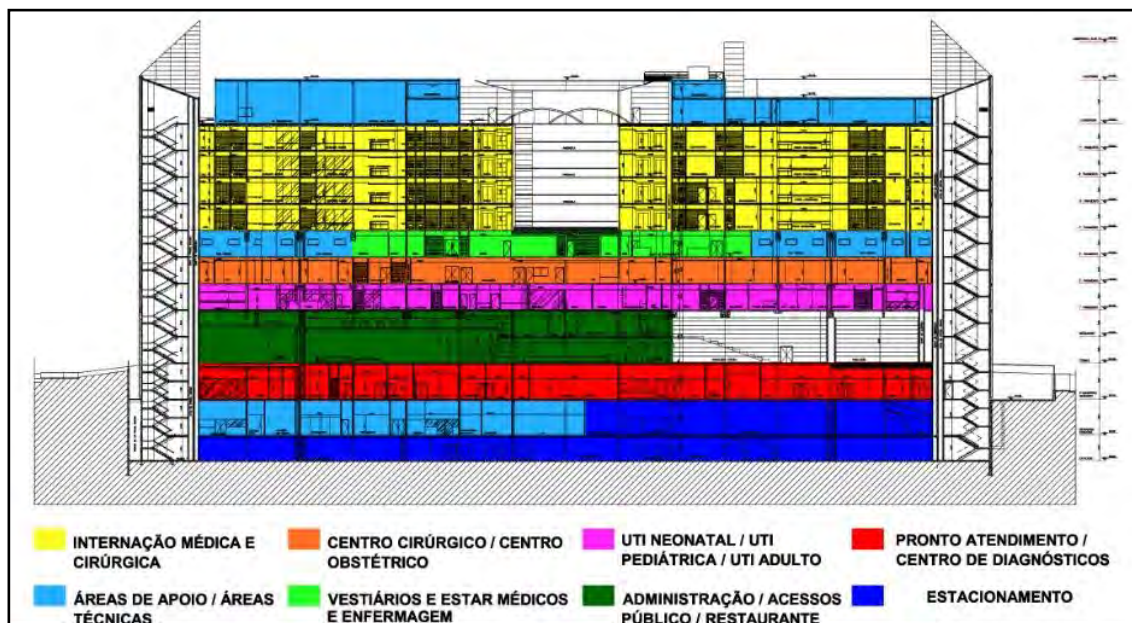


Figura 05 – Setorização dos usos do Hospital e Maternidade São Luiz Unidade Anália Franco.
(Fonte: Acervo de projetos do Escritório Zanettini, 2011)

Com relação a setorização do hospital, as entradas principais da maternidade e do hospital ficam no térreo, respectivamente ao nível das ruas Francisco Marengo e Corta-vento. Como o pronto-socorro e o centro de diagnósticos são locais de maior movimentação, estão no primeiro subsolo, do lado oposto, no nível da rua Antônio Camardo. Desta forma, os pacientes que precisam dos serviços do pronto-socorro são atendidos na rua de baixo e quase não interferem no dia-a-dia do hospital.

Segundo Zanettini "o paciente só entra no hospital se precisar ser internado ou operado; do contrário, volta para casa. Isso dará ao resto do hospital maior sensação de ordem e limpeza."

(Fonte: FARIA, 2008. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/artigo73350-1.asp>)

Na parte de anexos há as plantas baixas, sem escala, que permitem o melhor entendimento do respectivo projeto.

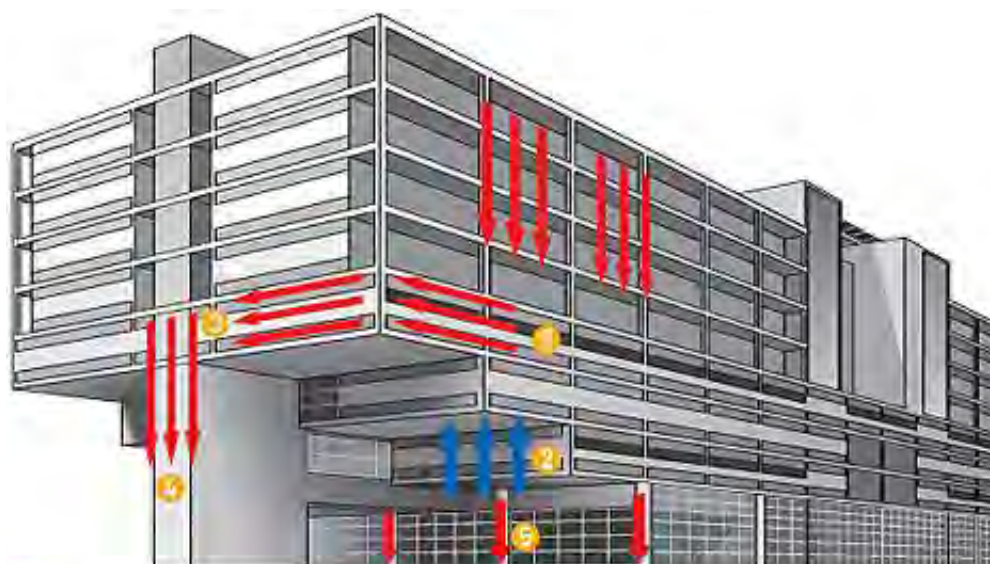
"A ousadia arquitetônica demandou soluções complexas de engenharia para viabilizar a construção da estrutura em concreto armado. Do ponto de vista do projeto estrutural, foi preciso "pendurar" os primeiros andares a uma estrutura mais rígida, no quarto pavimento. Na execução, foi necessário manter um sistema de escoramento permanente, com torres metálicas, que chegou a vencer uma altura de mais de 15 m entre a laje do quarto andar e a do terceiro subsolo."

(Fonte: FARIA, 2008. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/artigo73350-1.asp>)

PAVIMENTOS	SETOR	ÁREA (m ²)
3° subsolo	ESTACIONAMENTO	5547,16
2° subsolo	ESTACIONAMENTO e ÁREA DE APOIO	5547,16
1° subsolo	PRONTO ATENDIMENTO e CENTRO DE DIAGNÓSTICOS	5145,40
Térreo	ADMINISTRAÇÃO, ACESSOS DO PÚBLICO e RESTAURANTE	2195,50
Mezanino	ADMINISTRAÇÃO, ACESSOS DO PÚBLICO e RESTAURANTE	1275,86
1° pavimento	UTI NEONATAL, UTI PEDIÁTRICA e UTI ADULTA	2811,55
2° pavimento	CENTRO CIRÚRGICO E OBSTÉTRICO	3201,60
3° pavimento	VESTIÁRIOS, PISO TÉCNICO e ÁREA DE APOIO	3590,95
4° pavimento	INTERNAÇÃO MÉDICA e CIRÚRGICA	2959,45
5° pavimento	INTERNAÇÃO MÉDICA e CIRÚRGICA	2959,45
6° pavimento	INTERNAÇÃO MÉDICA e CIRÚRGICA	2959,45
7° pavimento	INTERNAÇÃO MÉDICA e CIRÚRGICA	2959,45
8° pavimento	NÃO EXECUTADO	2766,08
Cobertura		707,39
TOTAL (m ²)		41860,37

Tabela 01 – Informação de áreas do Memorial Descritivo e especificações gerais.
(Fonte: AQUINO, 2012)

A seguir, a figura 06 ilustra a complexidade dos carregamentos e esforços, resultando em uma forma arquitetônica interessante que proporciona conforto térmico em grande parte do edifício, além de ser condizente com o gabarito e exigências do seu criador.



- ① Parede lateral, que tem função estrutural, retransmite parte da carga do edifício às paredes frontais do 3º pavimento.
- ② A estrutura do primeiro, do segundo e do terceiro pavimento está pendurada por tirantes presos a vigas de transição no quarto pavimento.
- ③ Parede frontal, uma viga de mais de 3 m de altura, apóia-se no pilar principal, na extremidade do edifício, e retransmite a ele os esforços do edifício.
- ④ Pilares em "U", nas extremidades do edifício, recebem maior parte de sua carga.
- ⑤ Parte do carregamento é distribuída aos pilares do térreo, cada um com 1,5 m de diâmetro.

Figura 06 – Esquema da composição estrutural do edifício.
(<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/artigo73350-1.asp>)

De acordo com as informações da Revista Tecne, por serem dinâmicos e constantemente mutantes, os edifícios hospitalares demandam flexibilidade de layout. Dessa forma, as lajes precisam ser concebidas de maneira a atender eventuais necessidades de cortes e furos para novas instalações. Por esse motivo, nenhuma das lajes do edifício conta com protensão: todas são planas, apoiadas sobre pilares espaçados de 7,2 m.

Assim o que mais chama a atenção no edifício é a dinâmica de distribuição de cargas nos três primeiros pavimentos, de transição. Ali, todas as paredes de fechamento são feitas de concreto armado e têm função estrutural. Na região dos balanços, as paredes laterais, mais longas, recebem carga dos pavimentos superiores e a retransmitem às paredes frontais do terceiro pavimento. Essas paredes - na verdade duas vigas de mais de 3 m de altura - têm a função de retransmitir os esforços aos dois pilares principais, nas extremidades do edifício. Em formato de "U", esses pilares enclausuram escadas do hospital e da maternidade.

“O pé-direito mais alto e os vãos livres do grande lobby impuseram à estrutura transições de 22 metros de vão livre apoiadas em balanços múltiplos de 15 metros, solicitando escoramento até o terceiro subsolo”, explica o engenheiro Virgílio Augusto Ramos, responsável pelos cálculos estruturais, dimensionamento e detalhamento do edifício.

(Fonte: Silva e Paiva (2008). Disponível em: www.arcoweb.com.br/arquitetura/siegbert-zanettini-hospital-sao-23-07-2008.html).

Como são elementos importantes no sistema estrutural do edifício, as paredes laterais receberam reforços para garantir a durabilidade no longo prazo. Além das tradicionais armações horizontais e verticais, o engenheiro adicionou às paredes bielas de compressão inclinadas a um ângulo de 45°, de forma a minimizar a deformação lenta do elemento.

A laje do andar técnico, no terceiro pavimento, também exigiu do projetista um tratamento diferenciado. Base para os equipamentos que alimentarão o centro cirúrgico, ela precisava, ao mesmo tempo, suportar cargas pontuais bastante elevadas e permitir futuras modificações de layout no pavimento. Por isso, não era possível posicionar vigas de apoio na região: como em quase todos os demais pavimentos do edifício, o engenheiro a projetou como laje plana, nesse caso com 30 cm de espessura.

“O edifício de sete pavimentos divide-se em dois blocos, um para as instalações do hospital, outro para a maternidade. Os três primeiros pavimentos são unidos e abrigarão atividades similares. No primeiro andar ficarão a UTI tradicional e a UTI neonatal; no segundo pavimento, o centro cirúrgico e o obstétrico; e no terceiro, um andar técnico receberá os equipamentos que alimentarão o andar inferior com energia, água e gases. A região central desses pavimentos terá áreas de serviço comuns, como centro de materiais, farmácia e vestiários médico e de enfermagem.

Do quarto ao último pavimento - onde ficarão os quartos de internação - hospital e maternidade ocuparão torres independentes, conectadas por passarelas metálicas. Entre as torres, apenas um jardim externo no quarto pavimento. Apoiado sobre elas, na cobertura, um heliponto em estrutura metálica e steel deck.”

(Fonte: FARIA, 2008. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/artigo73350-1.asp>)

5. ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA

Como pode ser notado na descrição da edificação, sua envoltória possui vários tipos de composição de materiais nas coberturas e paredes, além das funções estruturais ressaltadas que acabam por interferir nas várias composições de paredes. Como exemplo das soluções arquitetônicas necessárias para atender à norma da ANVISA, os ambientes que possuem equipamentos que emitem radiação precisam ter acabamento diferenciado, como é o caso das salas de ressonância magnética, raio-X, ecocardiograma, entre outros. No hospital em estudo, esses ambientes não fazem divisa com o meio externo e neste caso não interferiram na análise da envoltória. Além disso, sua volumetria bastante diferenciada influencia de modo significativo a determinação das variáveis consideradas no cálculo do índice de consumo da envoltória.

De forma global, a envoltória do edifício possui vários tipos de materiais (coberturas e paredes), considerando principalmente das funções estruturais ressaltadas anteriormente. Para o melhor entendimento, será dividido em análise da cobertura e análise das paredes.

5.1. Pré-requisitos

Inicialmente foram analisados o atendimento aos pré-requisitos da envoltória: a transmitância térmica e absorvância para as coberturas e fachadas, de acordo com as referências estabelecidas para a zona bioclimática 3, e seus respectivos limites para classificação dos níveis de A a E.

5.1.1. Cobertura

A partir do projeto e memorial descritivo da edificação verificou-se a existência de 3 tipos de lajes de cobertura:

- Laje Tipo 1 - laje com proteção termo-acústica utilizada nas coberturas do 4º e 5º pavimentos, e área total de 1822,96 m², com acabamento na cor do concreto;
- Laje Tipo 2 - laje de concreto armado e impermeabilizante, encontrada nas caixas de escada e elevadores, e área total de 266,20 m², com acabamento na cor do concreto;

- Laje Tipo 3 - laje de concreto armado, impermeabilizante, argamassa de assntamento e granito amarelo, utilizados na cobertura do 3º pavimento, onde estão localizados os pisos das varandas dos quartos de internação e o átrio descoberto do 4º pavimento, com área total de 572,85 m².

Cálculo da Transmitância Térmica da cobertura

A cobertura de todo o edifício é composta da seguinte forma, de acordo com o projeto arquitetônico e memorial descritivo:

→ **Laje Tipo 1** - área total de 1822,96 m²: é uma laje com proteção Termo-Acústica.

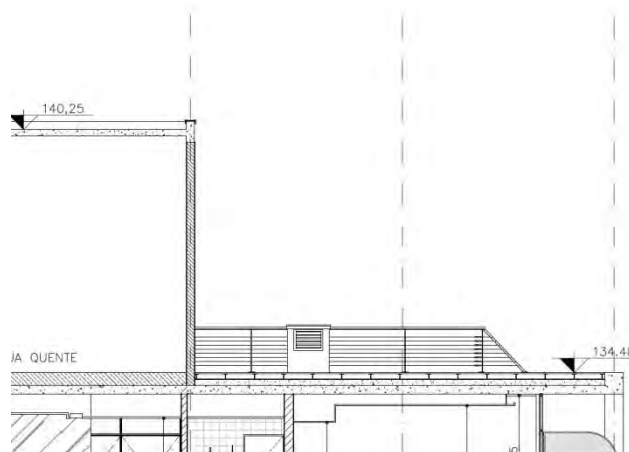


Figura 07 – Laje da cobertura em corte.
(Fonte: Acervo de projetos do Escritório Zanettini, 2011)

A proteção termo-acústica das lajes das coberturas foi executada com placas de 2,5 cm de poliestireno moldado, além do dupla camada Viapol Glass 3mm⁷ + Torodin 4mm⁸ ou Viapol Prima 3 + Torodin 4 na laje descoberta do térreo, coberturas do 4º e 5º pavimento.

Sobre a impermeabilização, foi executado argamassa de cimento e areia traço 1:6, desempenada, com espessura mínima de 3 cm, e juntas perimetrais com 2 cm de largura.

Em superfícies verticais a argamassa foi armada com tela galvanizada ou tela plástica. Após esta camada, foi instalado o piso Levitare® que é um piso apropriado para áreas externas da Linha Petrum®. Esta linha refere a uma placa de pedra natural extra resistente, desenvolvida e calibrada em todas as faces para manter uma altura uniforme, dispensando nivelamento de cada placa.

Características técnicas do piso:

- Placa padrão: 60 x 60 x 2,5cm;
- Peso aproximado do sistema: 60kg/m²;

⁷ Manta asfáltica produzida a partir da modificação física do asfalto com uma mescla de polímeros especiais que proporcionam excelente aderência, elasticidade, durabilidade e resistência. É estruturada com véu de fibra de vidro especial, imputrescível e não higroscópico, de elevada estabilidade dimensional (http://www.viapol.com.br/produtos_desc.php?menu=mantas&codigo_item=63).

⁸ Manta asfáltica produzida a partir da modificação física de asfaltos com uma especial combinação de polímeros (plastoméricos PL ou elastoméricos EL), que proporciona à massa impermeabilizante, notáveis características de estabilidade térmica, resistência ao envelhecimento e aos agentes atmosféricos, além de excepcional desempenho de flexibilidade em baixas temperaturas. É estruturada com não tecido de filamentos contínuos de poliéster, previamente estabilizado de elevada resistência mecânica (http://www.viapol.com.br/produtos_desc.php?menu=mantas&codigo_item=48).

- Resistência à carga distribuída superior a: 1200kg/m²;
- Resistência à carga concentrada superior a: 600 kg;

Para os cálculos da Resistência térmica (Rt) da laje tipo 1, foram utilizados os seguintes dados para cada tipo de material:

R = e/λ sendo:

e = espessura do material em metro (m)

λ = condutividade térmica do material (W/m x K)

TIPO 1: RESISTÊNCIA TÉRMICA	Resultado	espessura (e) em metro	λ
Cálculo Rt:	0,59		
R placa de pedra natural e=2,5cm (e/λ)	0,01	0,025	3,00
R ar	0,21	0,12	
R impermeabilização (e/λ)	0,13	0,03	0,23
R argamassa ou lastro de concreto (e/λ)	0,13	0,15	1,15
R laje de concreto armado (e/λ)	0,11	0,20	1,75

Anexo B, página 8 da Parte 2 - NBR 15220

Tabela 02 – Cálculo da Resistência Térmica da Laje Tipo 1.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o **Rt = 0,59 m².K/W**.

O próximo passo foi encontrar a Transmitância térmica dos componentes (**U=W/m².k**), e a fórmula é **U = 1/RT**.

Dados necessários:

A = Área (m²)

Rsi = resistência superficial interna (m² x K/W) (dado da NBR 15220 – parte 2)

Rse = resistência superficial externa (m² x K/W) (dado da NBR 15220 – parte 2)

RT = Rt + Rsi + Rse (ver tabela 03).

Cálculo RT da Laje Tipo 1	0,80		
Rsi	0,17		
Rse	0,04		
Rt	0,59		

Anexo A da tabela A.1 - Resistência térmica superficial interna com fluxo descendente. NBR 15220 parte 2.

Resultado do cálculo anterior.

Anexo A da tabela A.1 - Resistência térmica superficial interna com fluxo descendente. NBR 15220 parte 2.

Tabela 03 – Cálculo da Resistência Térmica da Laje Tipo 1.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, **U = 1/0,80 = 1,25 W/m².k**. De acordo com o item 3.1.1.1 da RTQ-C pág. 71, o nível da laje tipo 1 é **A**.

→ **Laje Tipo 2** - área total de 266,20 m²: é uma laje de concreto armado + impermeabilizante, encontrada nas caixas de escada e elevadores.

TIPO 2:	Resultado	e	λ
Cálculo Rt das escadas:	0,24		
R impermeabilização (e/λ)	0,13	0,03	0,23
R laje de concreto armado (e/λ)	0,11	0,20	1,75

Tabela 04 – Cálculo da Resistência Térmica da Laje Tipo 2.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,24 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Cálculo RT das escadas:	0,45
R _{si}	0,17
R _{se}	0,04
R _t	0,24

Tabela 05 – Cálculo da Resistência Térmica da Laje Tipo 2.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,45 = 2,22 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{k}$. De acordo com o item 3.1.1.1 da RTQ-C pág. 71, o nível da laje tipo 1 é **C**.

→ **Laje Tipo 3** - área total de 572,85 m²: é uma laje de concreto armado + impermeabilizante + argamassa + granito amarelo ornamental flameado com dimensões 40x40x1,5cm, utilizados na cobertura do 3º pavimento, onde estão localizados os pisos das varandas dos quartos de internação e o átrio descoberto do 4º pavimento.

TIPO 3:	Resultado	e	λ
Cálculo Rt das escadas:	0,27		
R impermeabilização (e/λ)	0,13	0,03	0,23
R laje de concreto armado (e/λ)	0,11	0,20	1,75
R argamassa (e/λ)	0,01	0,015	1,15
R granito amarelo (e/λ)	0,01	0,03	3,00

Tabela 06 – Cálculo da Resistência Térmica da Laje Tipo 3.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,27 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.

Cálculo RT das escadas:	0,48
R _{si}	0,17
R _{se}	0,04
R _t	0,27

Tabela 07 – Cálculo da Resistência Térmica da Laje Tipo 3.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,48 = 2,08 \text{ W/m}^2.\text{k}$. De acordo com o item 3.1.1.1 da RTQ-C pág. 71, o nível da laje tipo 1 é **C**.

Logo, para o cálculo da Transmitância Térmica média da cobertura, foi necessário multiplicar todos os resultados pelas suas áreas e dividir pelo somatório da área total de todos os tipos de cobertura, sendo:

$$\frac{U1 \times A1 + U2 \times A2 + U3 \times A3}{(A1 + A2 + A3)} =$$

$$1,25 \times 1822,96 + 2,22 \times 266,20 + 2,08 \times 572,85 / (1822,96+266,20+572,85) =$$
$$U_{\text{média}} = 1,525 \text{ W/m}^2.\text{k}$$

Considerando os pré requisitos para estabelecidos para classificação A na zona 3 pelo RTQ-C, é estabelecido que a cobertura não ultrapasse $U=1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $U=1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ para B **em ambientes condicionados artificialmente** e $U=2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ para ambientes não condicionados em ambas classificações.

O piso abaixo da cobertura é de quartos de internação adulto e infantil. Há condicionamento artificial para manter a temperatura ideal no auxílio ao combate de proliferação de bactérias e microorganismos, além de possibilitar o conforto térmico dos pacientes – temperatura, troca de ar etc. **Portanto, pode-se concluir que a cobertura atingiu a classificação C.**

Absortância da cobertura

Considerando as informações da RTQ-C, a absortância térmica que tem como símbolo a letra grega alfa (α). De acordo com o regulamento, o valor de α deve ser $< 0,5$ para ser A ou B sendo pré requisito para as Zonas Bioclimáticas 2 a 8.

A absortância está diretamente ligada à cor externa da envoltória e possui dados em várias publicações. No caso das coberturas tipo 1 e 2, a cor atual é cinza concreto. Esta foi levada em conta, pois é a situação em que a obra se encontra. Com relação a cobertura do tipo 3, a cor especificada para o granito foi amarelo ocre.

A RTQ-C recomenda utilizar os valores da NBR 15220 - Parte 2, valores fornecidos pelo fabricante ou valores resultados de medições realizadas de acordo com as normas ASTM E1918-06, ASTM E903-96, ASHRAE 74-1988.

CÁLCULO DA ABSORTÂNCIA	(α)
cinza concreto	0,80
amarelo ocre	0,60

Tabela 08 – Índice de absortância térmica das cores.
(Fonte: NBR 15220-3)

Logo, para o cálculo da Absortância média da cobertura, foi necessário multiplicar todos os resultados pelas suas áreas e dividir pelo somatório da área total de todos os tipos de cobertura, sendo:

$$\frac{\alpha_1 \times A_1 + \alpha_2 \times A_2 + \alpha_3 \times A_3}{(A_1 + A_2 + A_3)} =$$

$$\frac{0,80 \times 1822,96 + 0,80 \times 266,20 + 0,60 \times 572,85}{(1822,96+266,20+572,85)} =$$

$$\alpha_{\text{médio}} = 0,76$$

Considerando as informações acima para cálculo da transmitância térmica e absortância, verificou-se que a cobertura atingiu a classificação C. A tabela 09 demonstra resumidamente os resultados obtidos nesta análise.

Cobertura		m ²	U (W/m ² K)	α
TIPO 1	Área calculada na planilha 2 que subdivide em piso elevado + ar + camada impermeabilizante + laje de concreto armado	1822,96	1,24	0,8
TIPO 2	Laje de concreto armado + impermeabilizante	266,20	2,22	0,8
TIPO 3	Laje de concreto armado + impermeabilizante+argamassa+granito amarelo ornamental flameado com dimensões = 40x40x1.5cm	572,85	2,09	0,6
		U total (W/m²K)	1,525	
		α total	0,76	

Tabela 09 – Quadro de áreas do da transmitância térmica e absortância da cobertura do edifício.
(Fonte: AQUINO, 2012)

5.1.2. Fachadas

As fachadas Norte e Sul possuem características construtivas similares entre si, assim como as fachadas Leste e Oeste do edifício (ver figura 01).

A partir do projeto e memorial descritivo da edificação foram verificadas as várias composições de paredes, e de cores. Foram calculadas as transmitâncias térmicas para essas soluções de acordo com a NBR 15220-2, bem como consultada a tabela com as informações de absortância das cores dos acabamentos das fachadas e catálogos de vidros quando em composição com as empenas. A tabela 02 mostra os vários tipos de composição das paredes e os respectivos resultados de transmitância térmica e absortância para a fachada. É importante salientar que do térreo ao 3º pavimento, as paredes possuem composições variadas. Do 4º ao 7º pavimento a composição é similar.

As peculiaridades dos acabamentos foram especificadas na tabela 10, pois interferem diretamente nos cálculos estabelecidos pela RTQ-C.

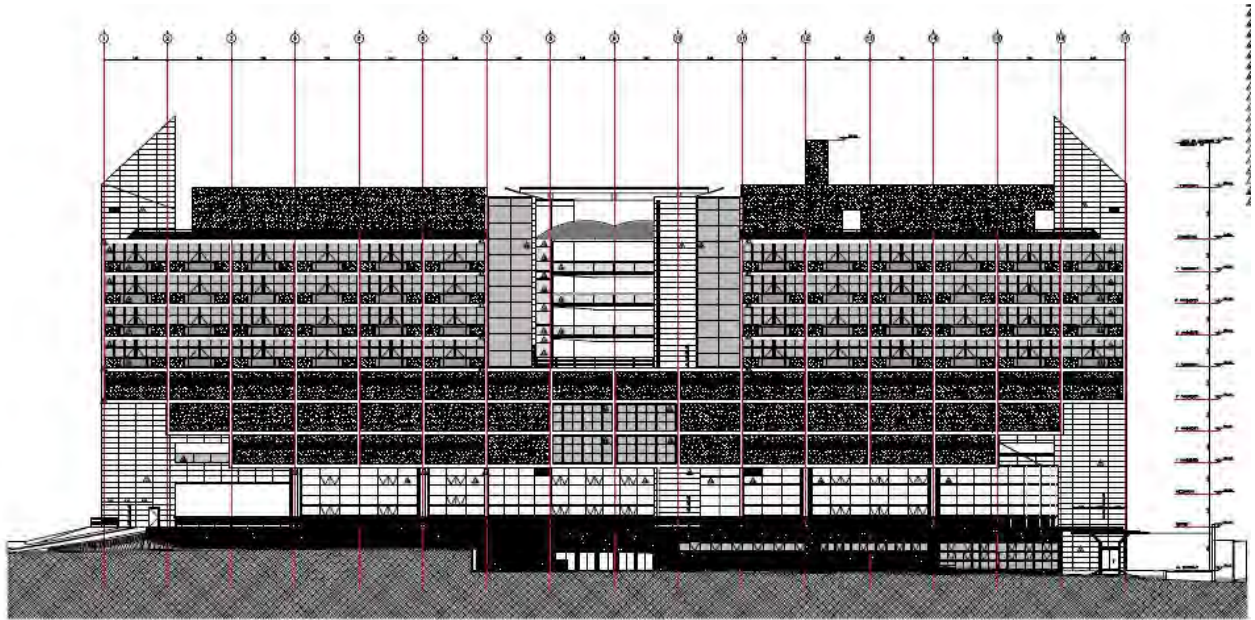


Figura 08 – Fachada Norte – Rua Antônio Camardo.
(Fonte: Acervo de projetos do Escritório Zanettini, 2011)

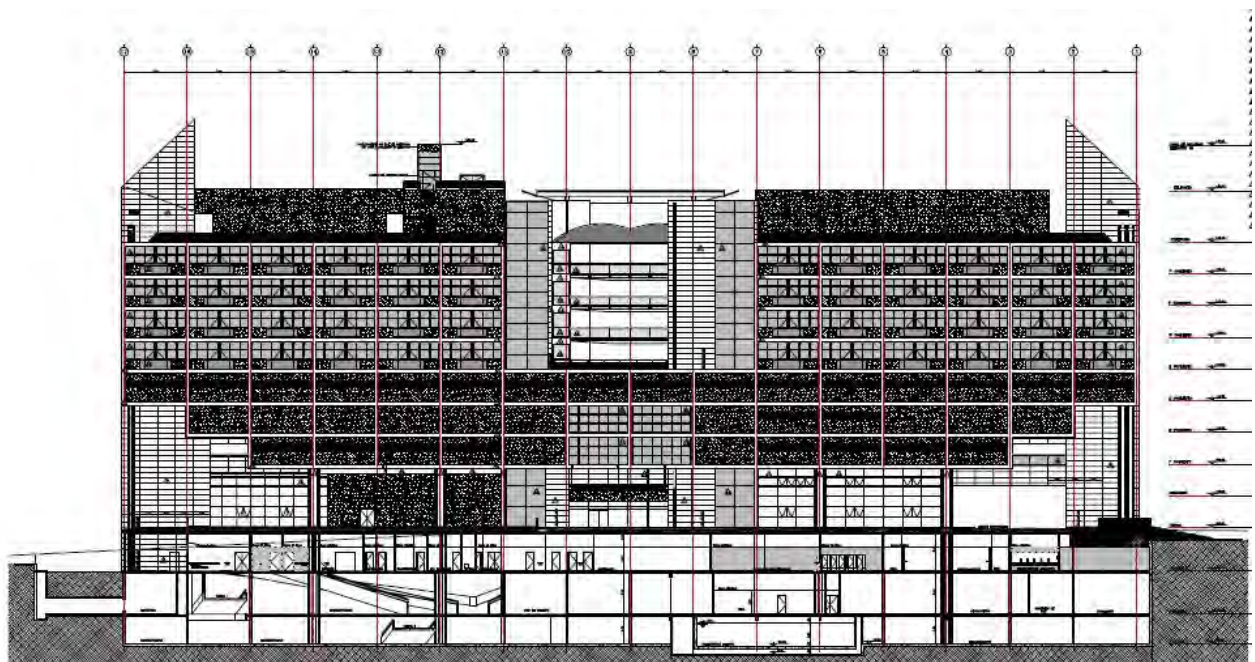


Figura 09 – Fachada Sul – Rua Corta Vento.
(Fonte: Acervo de projetos do Escritório Zanettini, 2011)

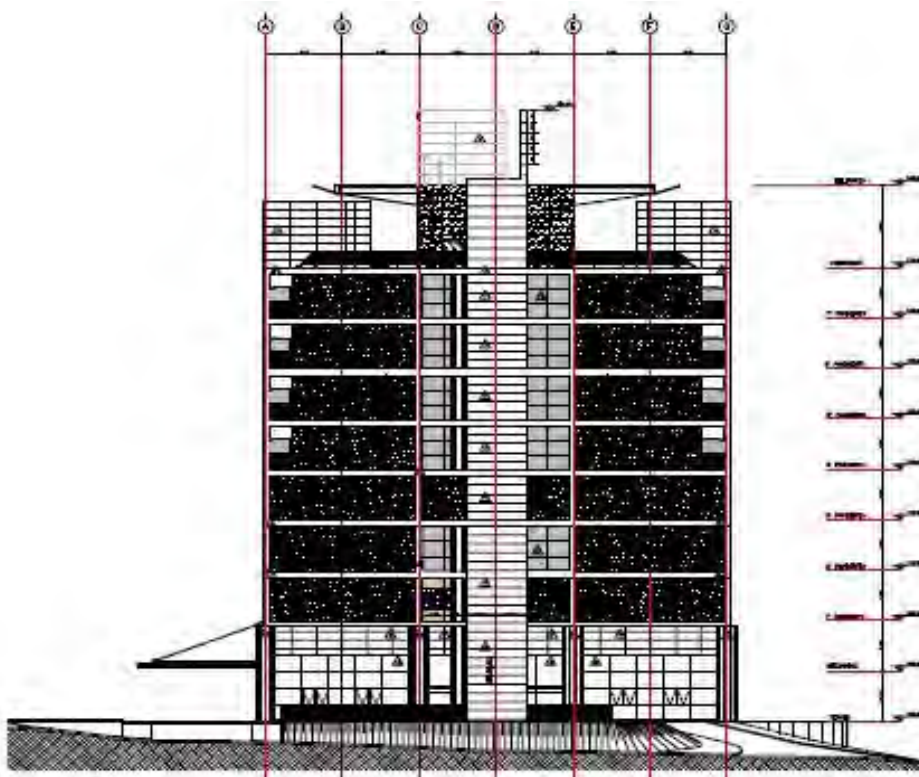


Figura 10 – Fachada Oeste – Rua Manoel Atouquia.
(Fonte: Acervo de projetos do Escritório Zanettini, 2011)

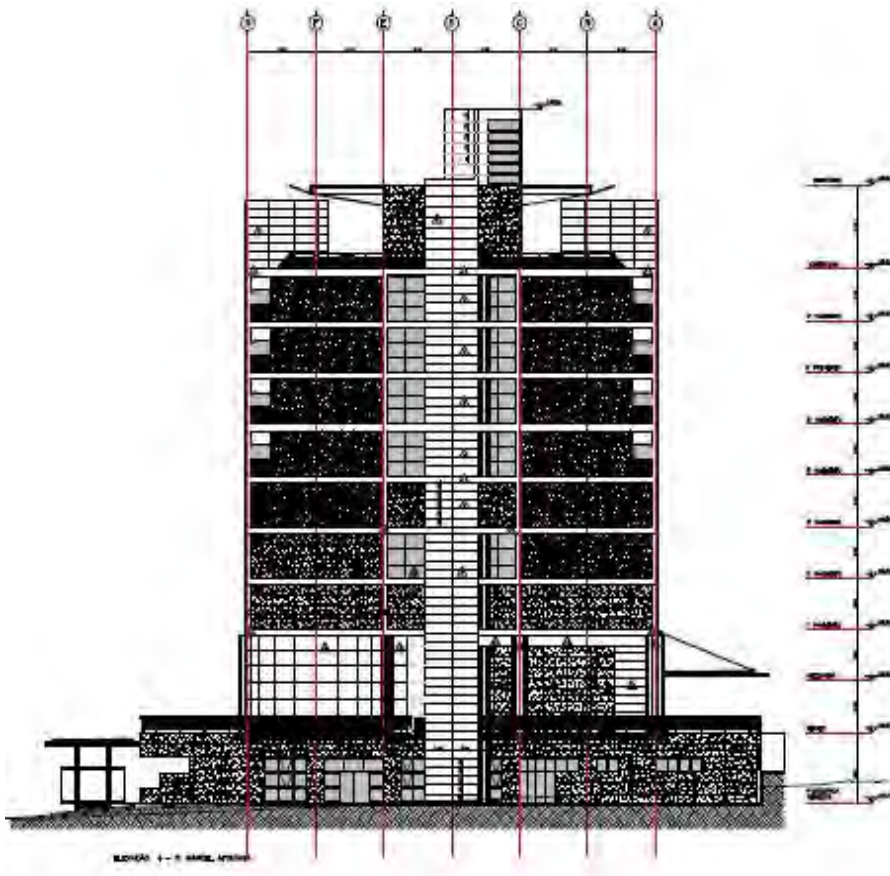


Figura 11 – Fachada Leste – Rua Francisco Marengo
(Fonte: Acervo de projetos do Escritório Zanettini, 2011)



Figura 12 – Fachada Norte – Rua Antônio Camardo.
(Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=w/>)



Figura 13 - Fachada Sul – Rua Corta Vento.
(Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=w/>)



Figura 14 - Fachada Oeste – Rua Manoel Atouquia.
(Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=w1>)

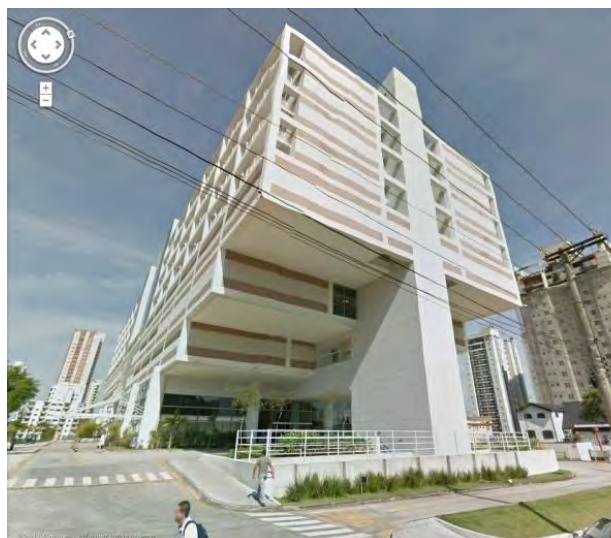


Figura 15 - Fachada Leste – Rua Francisco Marengo.
(Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=w1>)

A tabela 10 demonstra os vários tipos de composição das paredes. É importante salientar que do térreo ao 3º pavimento, as paredes possuem composições variadas. Do 4º ao 7º pavimento a composição é similar.

	Área de cada material na fachada Norte	Área de cada material na fachada Oeste	Área de cada material na fachada Sul	Área de cada material na fachada Leste
Vidro laminado	1437,88	266,27	1293,90	218,56
Vidro laminado + ar + parede de concreto armado	3,77	40,01	0,00	40,01
Parede de concreto armado, revestimento base de grãos de granito lavado com e=10mm com juntas verticais e horizontais	51,75	245,03	0,00	82,89
Vidro laminado + ar + Parede de tijolo de barro maciço + gesso acartonado	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidro laminado + Parede de gesso acartonado H=1,10m	33,34	0,00	33,34	0,00
Parede de concreto armado + revestimento em ACM branco (escadas laterais e passarela)	455,15	180,81	422,51	180,81
Pintura epoxi branca sobre concreto aparente (AHS e A)	593,74	140,32	721,67	140,32
Placa de gesso acartonado + ar + Painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor areia	531,14	120,02	371,65	120,02
Parede de concreto armado, revestida com placa de gesso acartonado + ar + Painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor vermelho claro	405,87	80,01	405,87	80,01
Parede de concreto armado + ar + Vidro laminado na cor prata - Caixilhos de alumínio	0,00	0,00	0,00	0,00
Brise horizontal de alumínio na cor branca "LUXALON SL4" + parede de concreto armado	128,17	0,00	138,85	0,00
Pilar circular em concreto armado	26,24	0,00	17,49	7,21

Tabela 10 – Demonstra os tipos de materiais e áreas que compõe as fachadas.
(Fonte: AQUINO, 2012)

A metodologia de cálculo é a mesma utilizada para os cálculos da cobertura, assim será demonstrado cada tabela com os respectivos resultados e por fim, a tabela geral dos resultados obtidos.

Cálculo da Transmitância Térmica das paredes

→ Parede composta por: Vidro laminado + ar + parede de concreto armado:

Vidro laminado escuro + ar + parede de concreto armado	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,35		
R vidro laminado escuro (e/ λ)	0,07	0,024	0,35
R ar	0,17	10,00	
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,11	0,20	1,75

Tabela 11 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,52
Rsi	0,13
Rse	0,04
Rt	0,35

Tabela 12 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,52 = 1,91 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ Parede de concreto armado + revestimento base de grãos de granito lavado com e=10 mm com juntas verticais e horizontais:

Parede de concreto armado, revestimento base de grãos de granito lavado com e=10mm com juntas verticais e horizontais	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,13		
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,11	0,20	1,75
R base de grãos de granito lavado com e=10mm	0,01	0,01	0,70

Tabela 13 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,30
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,13

Tabela 14 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,30 = 3,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Vidro laminado escuro + ar + parede de tijolo de barro maciço + gesso acartonado:**

Vidro laminado escuro + ar + Parede de tijolo de barro maciço + gesso acartonado	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,66		
R vidro laminado escuro (e/ λ)	0,069	0,024	0,35
R parede de tijolo de barro maciço	0,081	0,09	0,90
R gesso acartonado	0,34	0,12	0,35
R ar	0,17	0,10	

Tabela 15 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,66 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,83
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,66

Tabela 16 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,83 = 1,20 \text{ W/m}^2.\text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Vidro laminado escuro + parede de gesso acartonado h = 1,10m:**

Vidro laminado escuro + Parede de gesso acartonado H=1,10m	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,41		
R vidro laminado escuro (e/ λ)	0,069	0,024	0,35
R gesso acartonado	0,343	0,12	0,35

Tabela 17 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,41 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,58
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,41

Tabela 18 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,58 = 1,72 \text{ W/m}^2.\text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Parede de concreto armado + ar + revestimento em ACM branco (escadas laterais e passarela):**

Parede de concreto armado + ar + revestimento em ACM branco (escadas laterais e passarela)	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,31		
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,11	0,20	1,75
R ar	0,17	0,10	
R Material de Alumínio Composto, nada mais é do que um "sanduíche" formado por duas lâminas de alumínio com núcleo de polietileno de baixa densidade	0,03	0,04	0,67

Tabela 19 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,31 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,48
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,31

Tabela 20 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,48 = 2,08 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Pintura epoxi branca sobre concreto aparente (AHS e AVS):**

Pintura epoxi branca sobre concreto aparente (AHS e AVS)	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,26		
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,26	0,45	1,75

Tabela 21 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,43
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,26

Tabela 22 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,43 = 2,34 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Placa de gesso acartonado + ar + painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor areia:**

Placa de gesso acartonado + ar + Painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor areia	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,47		
R gesso acartonado	0,034	0,012	0,35
R ar	0,17	0,10	
R painéis pré-fabricados "STAMP" cor areia	0,26	0,15	1,75

Tabela 23 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,47 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,64
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,47

Tabela 24 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,64 = 1,57 \text{ W/m}^2.\text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2.\text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Parede de concreto armado, revestida com placa de gesso acartonado + ar + painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor vermelho claro:**

Parede de concreto armado, revestida com placa de gesso acartonado + ar + Painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor vermelho claro	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,23		
R gesso acartonado	0,034	0,012	0,35
R ar	0,17	0,10	
R Painéis pré-fabricados "STAMP" cor areia	0,026	0,015	1,75

Tabela 25 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,23 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,40
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,23

Tabela 26 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,40 = 2,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Parede de concreto armado + ar + vidro laminado na cor prata sem os caixilhos de alumínio:**

Parede de concreto armado + ar + Vidro laminado na cor prata - Caixilhos de alumínio	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,35		
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,11	0,20	1,75
R ar	0,17	0,10	
R vidro laminado escuro (e/ λ)	0,069	0,024	0,35

Tabela 27 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,35 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,52
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,35

Tabela 28 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,52 = 1,91 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Pilar circular em concreto armado:**

Pilar circular em concreto armado	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,61		
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,61	1,06	1,75

Tabela 29 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,61 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,78
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,61

Tabela 30 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,78 = 1,29 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

→ **Brise horizontal de alumínio na cor branca "LUXALON SL4" + parede de concreto armado:**

Brise horizontal de alumínio na cor branca "LUXALON SL4" + parede de concreto armado	Resultado	e	λ
Cálculo Rt:	0,11		
R parede de concreto armado (e/ λ)	0,11	0,20	1,75
R alumínio (e/ λ)	0,00022	0,05	230,00

Tabela 31 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Neste caso o $R_t = 0,11 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Cálculo RT dos materiais acima:	0,28
Rsi	0,13
R se	0,04
Rt	0,11

Tabela 32 – Cálculo da Resistência Térmica.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Portanto, $U = 1/0,28 = 3,51 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$. De acordo para a zona 3, o pré-requisito do U máximo é de $3,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, portanto, o nível da parede composta por vidro laminado + ar + parede de concreto armado é **A**.

Absortância das fachadas

Considerando as informações da RTQ-C, a absortância térmica que tem como símbolo a letra grega alfa (α). De acordo com o regulamento, o valor de α deve ser $< 0,5$ para ser A ou B sendo pré requisito para as Zonas Bioclimáticas 2 a 8.

A absortância está diretamente ligada à cor externa da envoltória e possui dados em várias publicações. No caso das fachadas, há várias cores:

CÁLCULO DA ABSORTÂNCIA	(α)
Cor branca	0,20
Cor areia	0,40
Cor vermelho claro	0,50
Vidro metalizado	0,35
Vidro laminado	0,25

Tabela 33 – Índice de absortância térmica das cores.
(Fonte: NBR 15220-3)

Logo, para o cálculo da Absortância média da cobertura, foi necessário multiplicar todos os resultados pelas suas áreas e dividir pelo somatório da área total de todos os tipos de cobertura, sendo:

$$\frac{\alpha_1 \times A_1 + \alpha_2 \times A_2 + \alpha_3 \times A_3 \dots}{(A_1 + A_2 + A_3 + \dots)} = \alpha_{\text{médico}} = 0,26$$

Portanto, pode-se concluir que a cobertura atingiu a classificação A. A tabela xx demonstra resumidamente os resultados obtidos nesta análise.

	U material	α material
Vidro laminado	2,83	0,25
Vidro laminado + ar + parede de concreto armado	1,91	0,25
Parede de concreto armado, revestimento base de grãos de granito lavado com e=10mm com juntas verticais e horizontais	3,35	0,20
Vidro laminado + ar + Parede de tijolo de barro maciço + gesso acartonado	1,20	0,25
Vidro laminado + Parede de gesso acartonado H=1,10m	1,72	0,25
Parede de concreto armado + revestimento em ACM branco (escadas laterais e passarela)	2,08	0,05
Pintura epoxi branca sobre concreto aparente (AHS e AVS)	2,34	0,20
Placa de gesso acartonado + ar + Painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor areia	1,57	0,40
Parede de concreto armado, revestida com placa de gesso acartonado + ar + Painéis pré-fabricados "STAMP" em concreto armado, com acabamento final em agregados na cor vermelho claro	2,50	0,50
Parede de concreto armado + ar + Vidro laminado na cor prata - Caixilhos de alumínio	1,91	0,35
Brise horizontal de alumínio na cor branca "LUXALON SL4" + parede de concreto armado	3,51	0,20
Pilar circular em concreto armado	1,29	0,20
Para zona 3, o pré-requisito do U máximo é de 3,70 W/m²K	U total (W/m²K)	2,46
Para zona 3, o pré-requisito de α máximo é 0,50	α total	0,26

Tabela 34 – Demonstra os tipos de materiais e os resultados gerais da transmitância e absortância. (Fonte: AQUINO, 2012)

	U total (W/m²K)	Classificação parcial	α total	Classificação final	
FACHADA NORTE: RUA ANTÔNIO CAMARDO	2,45	A	média entre as absortâncias	0,26	A
FACHADA OESTE: RUA MANOEL ATOUGUIA	2,56	A	média entre as absortâncias	0,23	A
FACHADA SUL: RUA CORTA-VENTO	2,47	A	média entre as absortâncias	0,26	A
FACHADA LESTE: RUA FRANCISCO MARENGO	2,39	A	média entre as absortâncias	0,24	A
COBERTURA	1,53	C	média entre as cores cinza concreto e granito amarelo	0,73	C

Tabela 35 – Demonstra os resultados gerais das fachadas. (Fonte: AQUINO, 2012)

5.2. Índice de Consumo da Envoltória

Para saber a classificação final da envoltória é necessário saber calcular os seguintes parâmetros:

Volume total da edificação - V_{tot} (m^3) é o volume delimitado pelos fechamentos externos do edifício (fachadas e cobertura), com exceção de pátios internos descobertos, totalizando 165.079,86 m^3 . O resultado do volume do edifício sem os subsolos é igual a 93.825,97 m^3 .

Área da projeção do edifício - A_{pe} (m^2) é resultado da média das áreas dos pavimentos, excluindo os subsolos, totalizando 1.970,82 m^2 .

Área da projeção da cobertura - A_{pcob} (m^2) é a área da projeção horizontal da cobertura, incluindo terraços cobertos ou descobertos e excluindo beirais, marquises e coberturas sobre varandas – esta última, desde que fora do alinhamento do edifício, que neste caso totalizou 2.583,22 m^2 .

Área total do piso - A_{tot} (m^2) é a soma das áreas de piso dos ambientes fechados da construção, medidas externamente. Com os subsolos o resultado foi 41.860,37 m^2 e sem os mesmos resultou em 25.620,65 m^2 .

Área da envoltória - A_{env} (m^2) é a soma das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas. A tabela abaixo resume os valores encontrados em cada fachada, totalizando 9.749,18 m^2 .

FACHADA	ÁREA DE FACHADA
NORTE	3747,98
SUL	3390,28
LESTE	1289,76
OESTE	1321,16
TOTAL	9749,18

Tabela 36 – Área total das fachadas.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Fator de Altura - FA: Razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída (A_{pcob}/A_{tot}), com exceção dos subsolos, resultando em 0,10.

$$2.583,22 \text{ m}^2 / 25.620,65 \text{ m}^2 = 0,10$$

Fator de Forma - FF: Razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação (A_{env}/V_{tot}), totalizando é 0,10.

$$9.749,18 \text{ m}^2 / 165.079,86 \text{ m}^3 = 0,06$$

Neste caso, aplica-se o seguinte processo estabelecido no quadro 3.6 da RTQ-C, que para os casos onde o FF for menor que o mínimo demonstrado na tabela abaixo para $A_{pe} > 500 \text{ m}^2$, o **FFmin = 0,15**.

Quadro 3.6. Fator de forma máximo e mínimo por zona bioclimática.

Zona Bioclimática	$A_{pe} < 500\text{m}^2$ Fator de forma máximo	$A_{pe} > 500\text{m}^2$ Fator de forma mínimo
1	0,60	0,17
2 e 3	0,70	0,15
4 e 5	0,75	Livre
6 e 8	0,48	0,17
7	0,60	0,17



Figura 16 – Quadro de valor de fator de forma máximo e mínimo para zona bioclimática. (Fonte: NBR 15220-3)

Fator solar - FA é dado pelo fabricante do vidro, que neste caso é 0,61.

Percentual de Abertura na Fachada total - PAFt. Na equação, o Percentual de Área de Abertura na Fachada total (PAFT) corresponde a um valor médio representativo do percentual de aberturas de todas as fachadas. Para o uso deste valor, primeiramente, deve-se realizar o cálculo do PAF para a fachada oeste (PAFO) e do PAFT. Se o PAFO for pelo menos 20% maior que o PAFT, deve-se adotar o PAF da fachada oeste na equação.

FACHADA	ÁREA ENVIDRAÇADA
NORTE	1437,88
SUL	1018,15
LESTE	218,56
OESTE	266,27
TOTAL	2940,86
PAF O	9,05%

Tabela 37 – Área envidraçada das fachadas.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Desta forma, usa-se o PAF total de 2.940,86 m² / 9.749,18 m² (área total da fachada) = **0,30**.

Área útil - AU (m²) é a área disponível para ocupação, medida entre os parâmetros internos das paredes que delimitam o ambiente, excluindo garagens. Neste caso, o total da área útil é de 38.619,23 m².

PAVIMENTOS	Área útil
3° subsolo	5373,43
2° subsolo	5373,43
1° subsolo	4338,07
Térreo	2114,79
Mezanino	1153,02
1° pavimento	2690,91
2° pavimento	3074,39
3° pavimento	3422,27
4° pavimento	2769,73
5° pavimento	2769,73
6° pavimento	2769,73
7° pavimento	2769,73
	38619,23

Tabela 38 – Área útil da edificação.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Ângulo Vertical de Sombreamento, entre 0 e 45° (graus) - AVS: é um indicadores de sombreamento na abertura são medidos em corte. Em relação ao AHS e AVS, o valor máximo para uso na equação é 45°. Se o valor de AHS e AVS for maior, deve-se usar 45° no cálculo do IC.

Os ângulos são sempre medidos entre os planos da folha de vidro e da aresta mais distante pertencente à proteção solar. Para uso no RTQ-C, o ângulo utilizado é dado pela média ponderada do ângulo de sombreamento em função da área das aberturas. No caso do AVS, foram calculados os ângulos correspondentes ao acesso principal, átrio existente a partir do 4° pavto nas fachadas norte/sul e reentrâncias das janelas nas fachadas leste/oeste.

a) Portas dos quartos de internação: 1,20 m de largura x (2,23 m de altura + 0,77 m de vidro acima da porta) = 1,20 x 3,00 = 3,60 m². **Valor do ângulo AVS = 34°.**

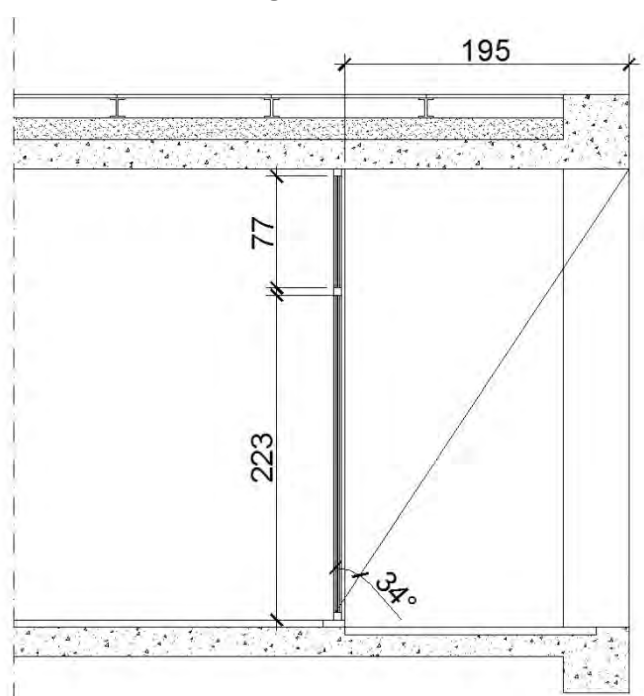


Figura 17: Ângulo das portas dos quartos de internação (Fachada Norte e Sul).
(FONTE: AQUINO, 2012)

b) Janelas: (1,075 m de largura x 2 unidades)x (1,08 m + 0,77 m de altura) = 2,15 x 1,85 = 3,98 m²
Valor do ângulo AVS = 46°.

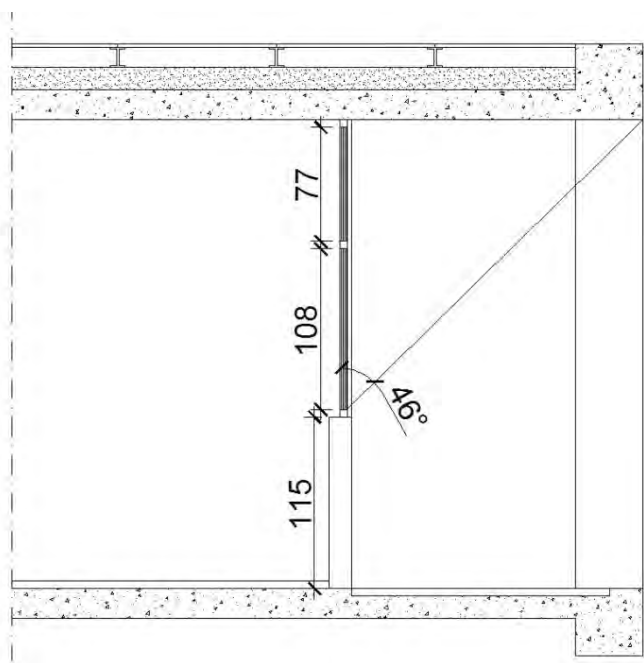


Figura 18: Ângulo das portas dos quartos de internação (Fachada Norte e Sul).
(FONTE: AQUINO, 2012)

Média ponderada para Fachada Norte = $(34^\circ \times 3,60) + (46^\circ \times 3,98) / (3,60 + 3,98) = 40,30^\circ$.

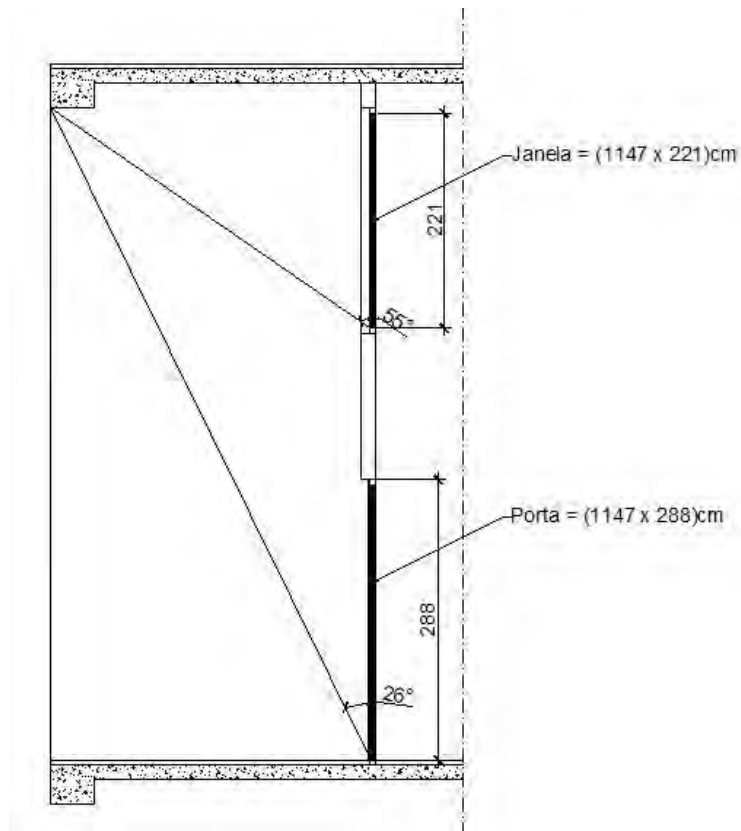


Figura 19: Ângulo da janela e da porta do acesso principal pela Rua Corta-vento (Fachada Sul).
(FONTE: AQUINO, 2012)

$$\text{Média ponderada} = (26^\circ \times 33,03) + (55^\circ \times 25,35) / (33,03 + 25,35) = \mathbf{38,59^\circ}$$

Considerando a média da figura 18 com a média das aberturas dos quartos de internação na Fachada Sul, temos:

$$\text{Média ponderada para Fachada Sul} = (33,03+25,35)*38,59+(3,6+3,98)*40,3 / (3,6+3,98)+(33,03+25,35) = \mathbf{38,79^\circ}$$

FACHADA	AVS
NORTE	40,30
SUL	38,79
LESTE	0
OESTE	0

Tabela 39 – Ângulo Vertical de Sombreamento.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Cálculo do **AVS médio** para utilização na fórmula do ICenv: $(40,30 + 38,79) / 2 = \mathbf{39,55^\circ}$.

Ângulo Horizontal de Sombreamento, entre 0 e 45° (graus) - AHS: é um indicadores de sombreamento na abertura são medidos medido em planta. Neste edifício foram medidos os ângulos dos sombreamentos das varandas dos quartos de internação e da porta do acesso principal.

Na fachada Norte foram encontrados os ângulos de 61° e 53°, resultando na média ponderada de 57°. Na Fachada Sul, o sombreamento é feito pelas caixas de escada resultando em 27° e pela reentrância da fachada no acesso principal da Rua Corta-vento, resultando em 16°.

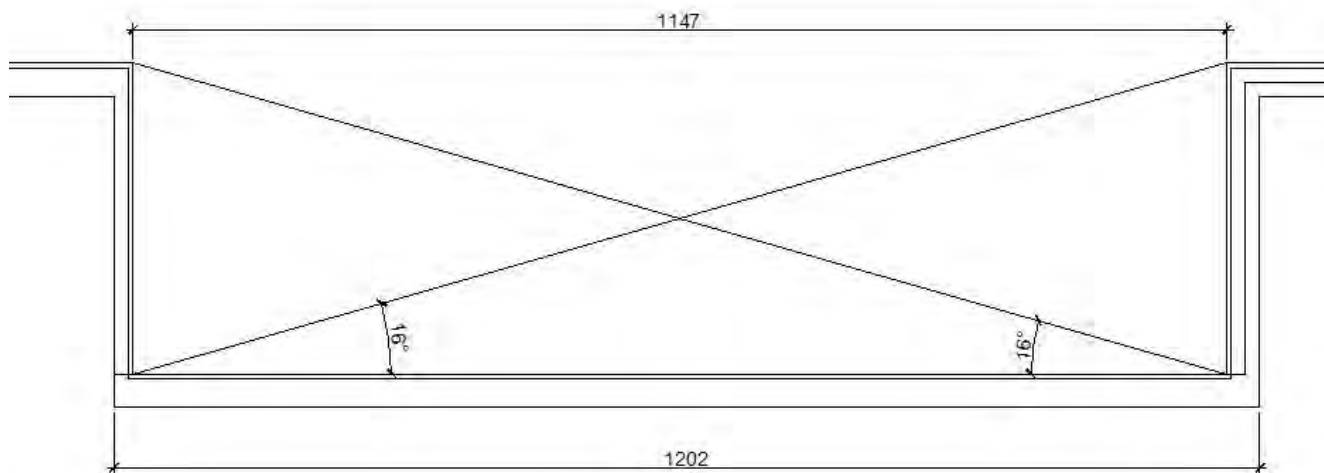


Figura 20: Ângulo da fachada nas janelas e porta principal (Fachada Sul).
(FONTE: AQUINO, 2012)

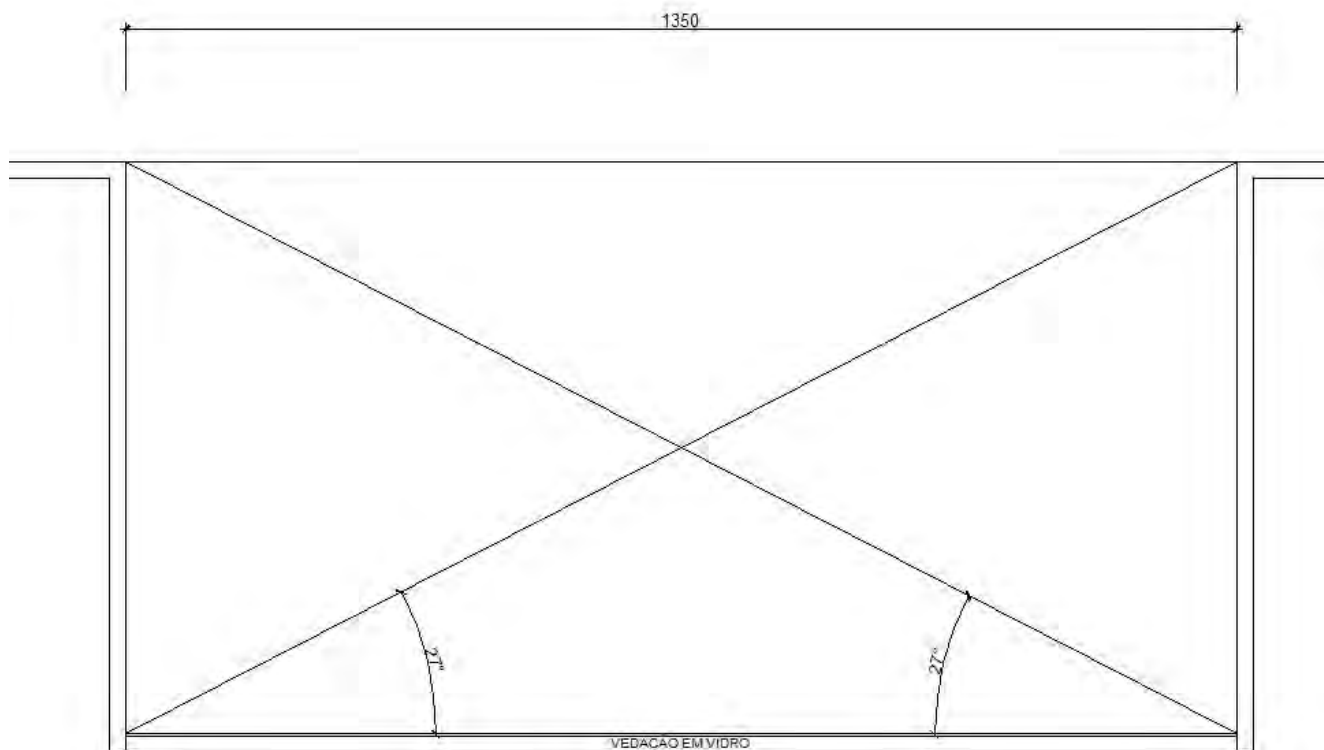


Figura 21: Ângulo da fachada na vedação em vidro das passarelas (Fachada Norte).
(FONTE: AQUINO, 2012)

$$\text{Média ponderada para Fachada Sul} = \{16^\circ \times (25,35 + 33,03) + 27^\circ \times (194,40 - 16,20)\} / (58,38 + 178,20) = \mathbf{24,29^\circ}$$

Na Fachada Leste/ Oeste, o ângulo de sombreamento é 39°, pois todas as reentrâncias possuem a mesma dimensão, assim como as janelas.

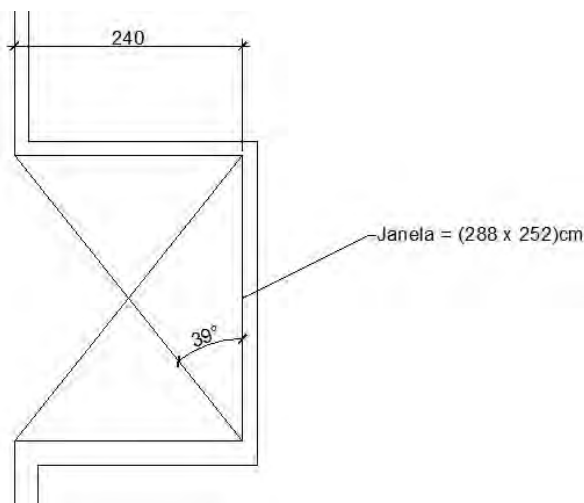


Figura 22: Ângulo da fachada nas janelas laterais (Fachada Leste/ Oeste).
(FONTE: AQUINO, 2012)

FACHADA	AHS
NORTE	57,00
SUL	24,29
LESTE	39,00
OESTE	39,00

Tabela 40 – Ângulo Horizontal de Sombreamento.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Cálculo do **AHS médio** para utilização na fórmula do ICenv: $(57,00 + 24,29 + 39,00 + 39,00) / 4 = 39,82^\circ$.

FA	0,10
FF	0,15
PAFt	0,30
FS	0,61
AVS	39,55°
AHS	39,82°
Ape	1.970,82 m ²
AU	38.619,23 m ²

Tabela 41 – Dados encontrados para aplicar à fórmula de Ape > 500 m².
(Fonte: AQUINO, 2012)

Sendo a Ape > 500m², temos a seguinte fórmula:

$$\text{ICenv} = 14,14 \times \text{FA} - 113,94 \times \text{FF} + 50,82 \times \text{PAFt} + 4,86 \times \text{FS} - 0,32 \times \text{AVS} + 0,26 \times \text{AHS} - 35,75/\text{FF} - 0,54 \text{ PAFt} \times \text{AHS} + 277,98 =$$

$$IC_{env} = 14,14 \times 0,10 - 113,94 \times 0,15 + 50,82 \times 0,30 + 4,86 \times 0,61 - 0,32 \times 39,55^\circ + 0,26 \times 39,82^\circ - 35,75 / 0,15 - 0,54 \times 0,30 \times 39,82^\circ + 277,98 = 33,43.$$

Para cálculo do Índice de Consumo máximo da Envoltória (IC_{maxD}), calcula-se o limite máximo do indicador de consumo a volumetria do hospital por meio da mesma equação, mas com os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 3.2 da RTQ-C. O resultado representa o indicador máximo que a edificação deve atingir para obter a classificação D e acima deste valor, a edificação passa a ser classificada com o nível E.

Tabela 3.2: Parâmetros do IC_{maxD}

PAF _T	FS	AVS	AHS
0,60	0,61	0	0

Tabela 42 – Parametros do IC_{maxD} para Ape > 500 m².
(Fonte: ANEXO DA PORTARIA INMETRO n° 372/2010, 2010)

$$IC_{maxD} = 14,14 \times 0,10 - 113,94 \times 0,15 + 50,82 \times 0,60 + 4,86 \times 0,61 - 0,32 \times 0 + 0,26 \times 0 - 35,75 / 0,15 - 0,54 \times 0,60 \times 0 + 277,98 = 57,43.$$

Para cálculo do Índice de Consumo máximo da Envoltória (IC_{mín}), representa o indicador de consumo mínimo para a volumetria do hospital por meio da mesma equação, mas com os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 3.3 da RTQ-C.

Tabela 3.3: Parâmetros do IC_{mín}

PAF _T	FS	AVS	AHS
0,05	0,87	0	0

Tabela 43 – Parametros do IC_{mín} para Ape > 500 m².
(Fonte: ANEXO DA PORTARIA INMETRO n° 372/2010, 2010)

$$IC_{mín} = 14,14 \times 0,10 - 113,94 \times 0,15 + 50,82 \times 0,05 + 4,86 \times 0,87 - 0,32 \times 0 + 0,26 \times 0 - 35,75 / 0,15 - 0,54 \times 0,05 \times 0 + 277,98 = 30,74.$$

Demonstrando resumidamente os resultados obtidos anteriormente, temos a seguinte tabela:

Resultados obtidos pela Fórmula Ape>500m²	
IC envoltória	33,43
IC máximo	57,43
IC mínimo	30,74

Tabela 44 – Resultados obtidos pela fórmula de Ape > 500 m².
(Fonte: AQUINO, 2012)

6. CLASSIFICAÇÃO FINAL DA ENVOLTÓRIA

Para classificar a envoltória é necessário apresentar os resultados dos limites IC_{maxD} e IC_{mín}. De acordo com PORTARIA INMETRO n° 372/2010, estes representam o intervalo dentro do qual a edificação proposta deve se inserir. O intervalo é dividido em 4 partes representadas pela vogal (i) e cada parte se refere a um nível de classificação numa escala de desempenho que varia de A a E. A subdivisão i do intervalo é calculada com a Eq.3.13 da referida Portaria, sendo:

$$i = (IC_{\max D} - IC_{\min}) / 4$$

$$i = (57,43 - 30,74) / 4 = \mathbf{6,67}.$$

Após encontrar o valor de i, preenche-se a seguinte Tabela 3.4:

Tabela 3.4: Limites dos intervalos dos níveis de eficiência

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim Mín	-	$IC_{\max D} - 3i + 0,01$	$IC_{\max D} - 2i + 0,01$	$IC_{\max D} - i + 0,01$	$IC_{\max D} + 0,01$
Lim Máx	$IC_{\max D} - 3i$	$IC_{\max D} - 2i$	$IC_{\max D} - i$	$IC_{\max D}$	-

Tabela 45 – Fórmulas dos limites dos intervalos dos níveis de eficiência.
(Fonte: ANEXO DA PORTARIA INMETRO n° 372/2010, 2010)

Lim mínimo	-	IC_{maxD} - 3i + 0,01	IC_{maxD} - 2i + 0,01	IC_{maxD} - i + 0,01	IC_{maxD} + 0,01
	-	$(57,43 - 3 \cdot 6,67 + 0,01) =$	$(57,43 - 2 \cdot 6,67 + 0,01) =$	$(57,43 - 6,67 + 0,01) =$	$(57,43 + 0,01) =$
	<37,42	37,43	44,10	50,77	57,44

Tabela 46 – Resultados dos limites mínimos dos Índices da Envoltória.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Lim máximo	IC_{maxD} - 3i	IC_{maxD} - 2i	IC_{maxD} - i	IC_{maxD}	-
	$(57,43 - 3 \cdot 6,67) =$	$(57,43 - 2 \cdot 6,67) =$	$(57,43 - 6,67) =$	$(57,43) =$	-
	37,42	44,09	50,76	57,43	>57,43

Tabela 47 – Resultados dos limites máximos dos Índices da Envoltória.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Diante dos dados demonstrados no item 6, concluir-se-ia que o IC_{env} do Hospital e Maternidade Anália Franco é **A**, pois o valor de **IC_{env} = 33,43**, estando abaixo do mínimo determinado pelos intervalos dos níveis de eficiência, conforme demonstra a tabela 48:

EFICIÊNCIA	A	B	C	D	E
Lim mínimo	<37,42	37,43	44,10	50,77	57,44
Lim máximo	37,42	44,09	50,76	57,43	>57,44

Tabela 48 – Resultado final da classificação da envoltória.
(Fonte: AQUINO, 2012)

Dessa forma, a partir das análises desenvolvidas de acordo com o método prescritivo do RTQ-C o Índice de Consumo da Envoltória do Hospital e Maternidade Anália Franco foi "A". No entanto, de acordo com o que determina a RTQ-C, deve-se considerar a prevalência da menor classificação que foi calculada no item 5.1.1 – Cobertura. Assim sendo, a classificação final da

Etiqueta Parcial da Envoltória resultou em “C” para o edifício do Hospital e Maternidade São Luiz – unidade Anália Franco em São Paulo, SP.

A edificação em estudo obteve uma classificação mais baixa devido ao não atendimento aos pré-requisitos da envoltória em relação à cobertura.

Considerando a adequação da edificação, há necessidade de melhor isolamento da cobertura, bem como a especificação de um acabamento de cor mais clara (com maior refletância), para atendimento aos pré-requisitos. Como forma de aumentar a nota de classificação do selo PROCEL Edifica, considerou-se a colocação de telhas metálicas brancas na cobertura das escadas e elevadores e a especificação um tipo de pedra no piso elevado da cobertura que tenha uma coloração dentro do nível de absorvência exigido pelo RTQ-C - Regulamento Técnico para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos para nível A, ou seja com absorvência menor que 0,5, e que permita uma limpeza fácil e frequente, mantendo a coloração original.

7. CONCLUSÕES

A princípio, a classificação da envoltória da edificação surpreendeu por atingir a melhor nota, considerando ao grande percentual de vidro em todas as fachadas, principalmente nas varandas dos quartos de internação. Pode-se, concluir que o partido arquitetônico é propício para atender a RTQ-C, principalmente porque apesar de haver uma porcentagem considerável de vidros nas fachadas (30%), o tipo de vidro, as proteções verticais e horizontais e camadas de ar entre os vidros e os blocos de concreto nas fachadas, possibilitam um conforto térmico, minimizando o gasto de energia com a climatização artificial.

Apesar de possuir fachadas simétricas e similares, houve a especificação diferenciada da composição das paredes de cada pavimento. Para cada tipo de uso interno, houve a indicação de materiais compatíveis que permitisse alcançar os principais objetivos da Resolução – RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002⁹ da Agência Nacional de Vigilância Sanitária¹⁰ com relação aos materiais de acabamento e da RTQ-C em conservar energia sem comprometer o conforto, a produtividade ou a qualidade arquitetônica da edificação.

Observou-se que alguns outros aspectos da envoltória relativos a essa tipologia como soluções usuais de horizontalidade da volumetria, representado grande área de cobertura exposta, usualmente utilizadas para instalação de placas de coletores solar para aquecimento de água; poucas áreas de pano de vidro contínuos, geralmente restritos as áreas de recepção e entrada; e soluções, usuais no país, com paredes de tijolos. Outro aspecto que merece destaque é a importância da setorização dos ambientes, que devido às necessidades distintas de composição

⁹ Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, será citado no decorrer do trabalho com a sigla: RDC 50/2002.

¹⁰ ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

das alvenarias podem integrar desempenho e economia. Em ambientes laboratoriais, enfermarias e áreas de assepsia, as especificações de fechamentos com materiais de revestimentos mais comuns como azulejos auxiliam em melhor desempenho térmico dessas soluções construtivas. Embora o caso do hospital analisado não possua especificidades na composição das paredes externas decorrentes de ambientes de raio-x, ressonância, entre outros, faz-se necessário destacar a influência que esses ambientes e soluções podem impactar quando na composição da envoltória, em função da espessura e composição com argamassa de barita, ou a inserção de placas de chumbo, ou paredes monolíticas de concreto de grande espessura. Essas características influenciam e representam um bom desempenho da tipologia em geral.

No caso da edificação em estudo, um dado que embora não tenha prejudicado a classificação final, interferiu na avaliação do índice de consumo foram as reentrâncias definidas pela volumetria, que acabou gerando uma solução onde a relação entre a A_{pe} e A_{pcob} foram incomuns.

No entanto, cabe destacar que a cobertura ainda necessita de atenção com relação a seu isolamento térmico. Geralmente essa tipologia é mais compacta, com poucos pavimentos e maior área de cobertura, principalmente quando se trata de unidades sem área de leitos de internação, destinada apenas a exames e consultórios. Caso não haja instalação de bons sistemas de aquecimento solar, de equipamentos de ar condicionado, ou mesmo de heliporto na cobertura, a solução usual de lajes com baixo isolamento térmico terá grande impacto no desempenho dessa edificação, seja em relação ao pré-requisito, seja em função da forma.

Em relação ao consumo de energia em edificações hospitalares, os equipamentos representam um grande percentual no consumo de energia em relação as demais tipologias atendidas pelo RTQ-C, bem como os sistemas de aquecimento de água e condicionamento de ar, que não foram investigados nesse trabalho devido à dificuldade na obtenção de informações relativas aos equipamentos efetivamente instalados. Ainda em relação ao condicionamento de ar e/ou ventilação natural, destaca-se as peculiaridades da tipologia estritamente relacionadas às questões de salubridade e áreas restritas, como salas de cirurgia, UTIs, laboratoriais e de risco de contágio. Outro aspecto que merece ser investigado é a influência do usuário no uso desses ambientes hospitalares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução – RDC nº 50**. Brasília: ANVISA, 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/50_02rdc.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BRASIL. **Lei n. 10295**, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>

BRASIL. **Decreto n. 4.059**, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D4059.htm>

FARIA, Renato. Balanço concreto. In.: **Revista Técne**. Ed. Fevereiro 2008. PINI: São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.revistatecne.com.br/engenharia-civil/131/artigo73350-1.asp>>

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMETRO). **Requisito técnico da qualidade para nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos**. Brasília: INMETRO, 2010. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?view={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>>>

MORISHITA, C. **Impacto do regulamento para eficiência energética em edificações no consumo de energia elétrica do setor residencial brasileiro**. (dissertação). UFSC: Florianópolis SC, 2011. (disponível em: <www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/dissertacoes/DISSERTACAO_Claudia_Morishita>). Acesso em 27/11/2011.

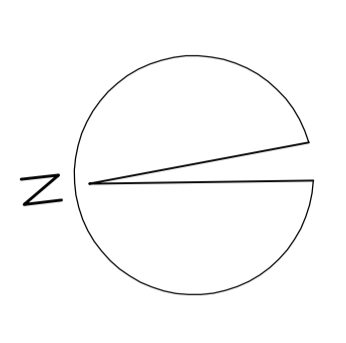
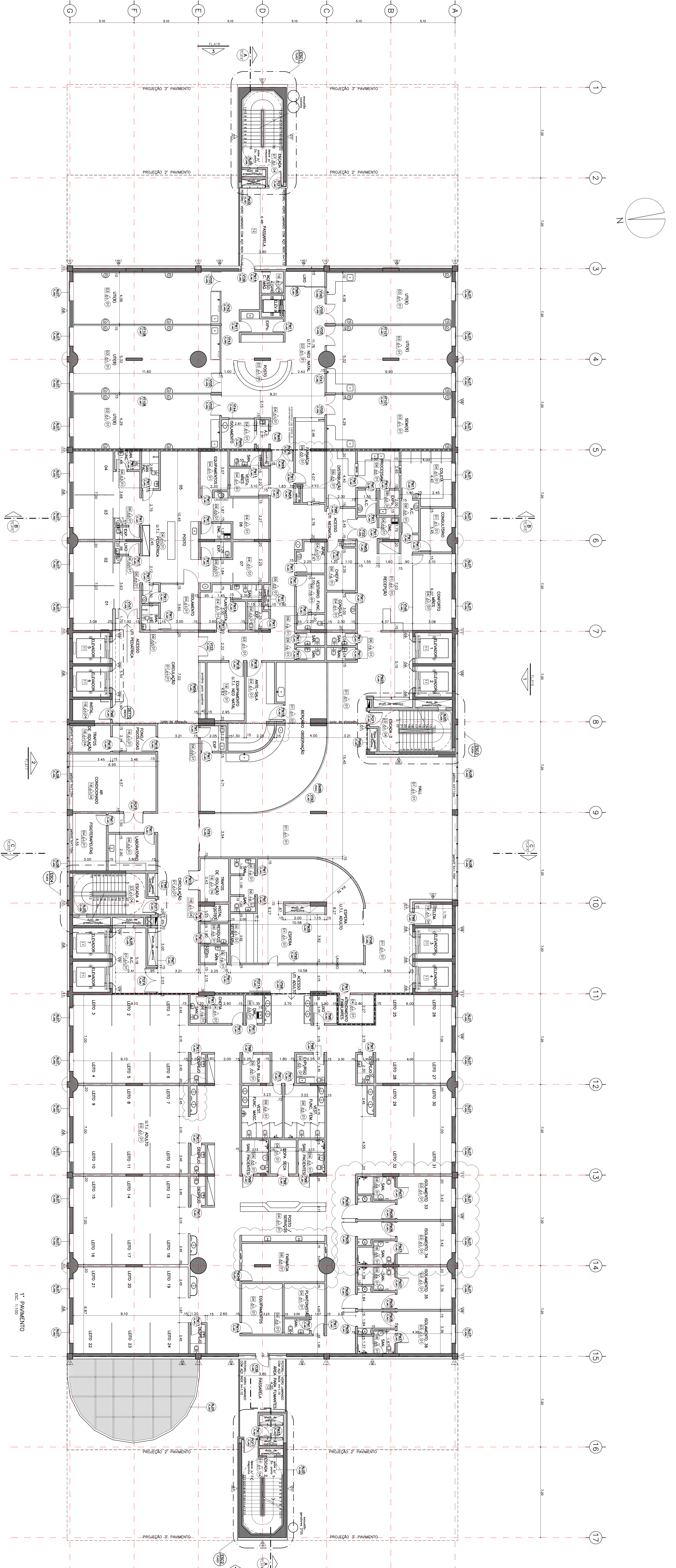
PÉREZ-LOMBARD, L., ORTIZ, J., GONZÁLEZ, R., MAESTRE, I. R. A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. **Energy and Buildings**, v.41, n.3, p 272-278, 2009.

SILVA, Jaime; PAIVA, Cida. Volumes escalonados em balanço. **Finestra**. Ed. 53. Jun/2008. Resumo disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/siegbert-zanettini-hospital-sao-23-07-2008.html>>

SOUZA et al. **Experiência de aplicação do RTQ-C no LABCON – UFMG**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 13º, 2010, Canela. Anais... Canela, ANTAC, 2010.

ZANETTINI arquitetura, planejamento e consultoria Ltda. **Projeto do hospital e maternidade São Luiz: unidade Anália Franco**. Acervo técnico. Informações gerais do projeto estão disponibilizadas no site: <<http://www.zanettini.com.br/atuacao.php?atuacao=5>>

ANEXOS

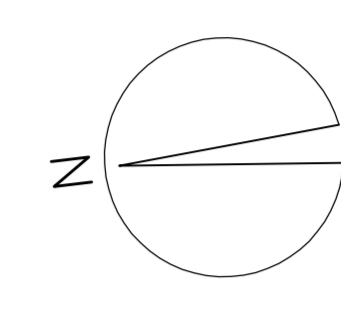
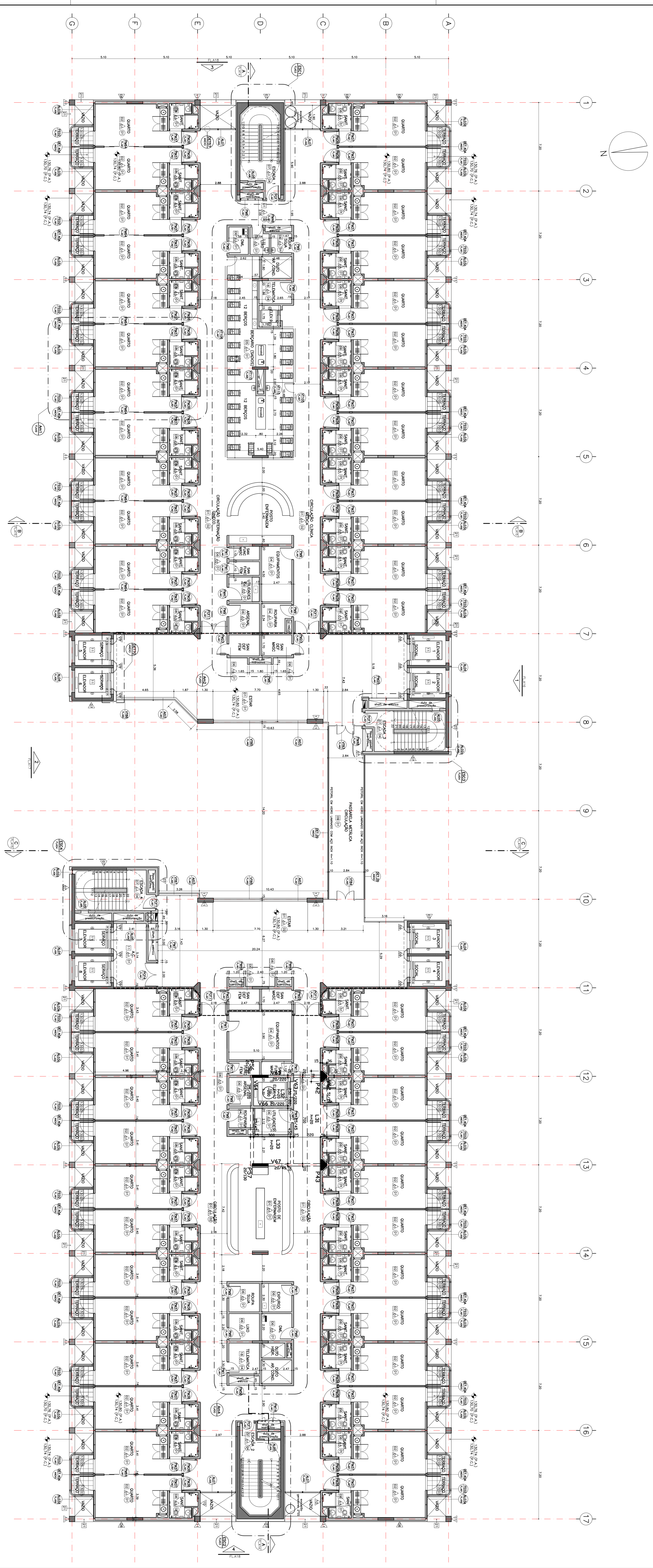


- LEGENDA DE ALVENARIAS**
- ALVENARIA DE ALVENARIA DE CIMENTO
 - ALVENARIA DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO
 - ALVENARIA DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO
 - ALVENARIA DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO
 - ALVENARIA DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
2	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
3	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
4	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
5	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
6	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
7	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
8	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
9	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
10	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
11	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
12	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
13	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
14	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
15	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
16	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00
17	REVESTIMENTO DE ALVENARIA DE CIMENTO COM REVESTIMENTO E LAJOTA DE CONCRETO	M ²	1.120,00	1,50	1.680,00

ZANETTINI
 ARQUITETURA
 RUA FRANCISCO MACHADO, 1312
 JARDIM SÃO CARLOS, SÃO PAULO, SP
 FONE: (11) 5082-1100
 FAX: (11) 5082-1101
 E-MAIL: zanettini@zanettini.com.br
 www.zanettini.com.br

HOSPITAL SÃO LUIZ - UNIDADE ANAÍLA FRANKO
 RUA FRANCISCO MACHADO, 1312
 JARDIM SÃO CARLOS, SÃO PAULO, SP
 PROJETO ARQUITETURAL
 DATA: 14/06/2014
 ESCALA: 1:100
 FOLHA: 14
 DE: 13
 TÍTULO: PLANTA 1º PAVIMENTO - U11 - Nível 109.20
 A-06



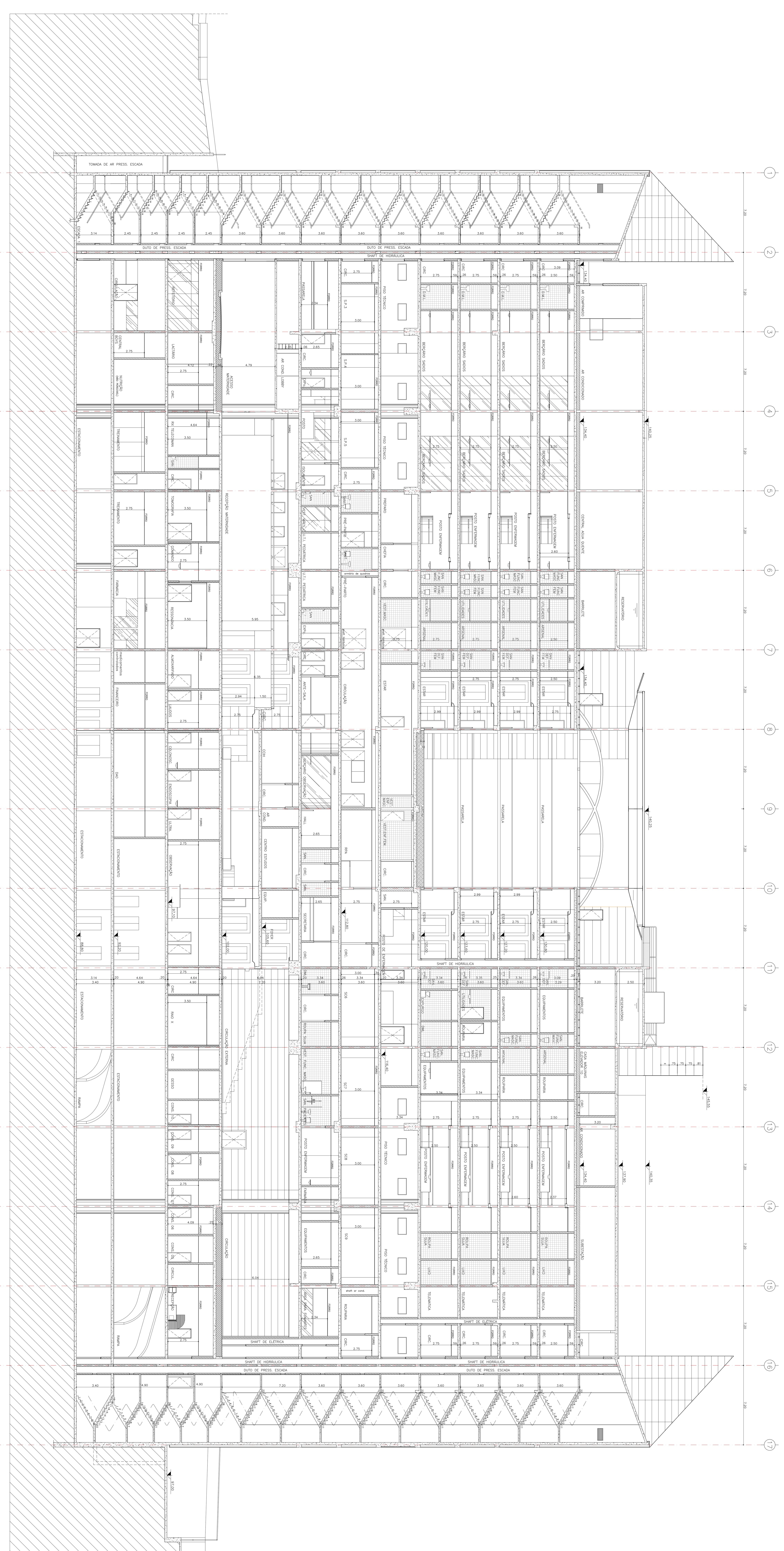
LEGENDA DE ALVENARIAS

[Symbol]	Revestimento em alvenaria de cimento arenoso
[Symbol]	Tubo de ferro amarelo com enchimento
[Symbol]	Solo de concreto
[Symbol]	Tubo de ferro amarelo com revestimento branco
[Symbol]	Castelinho de concreto

01	ALVENARIA DE CIMENTO ARENOSO	ALVENARIA DE CIMENTO ARENOSO
02	TUBO DE FERRO AMARELO COM ENCHIMENTO	TUBO DE FERRO AMARELO COM ENCHIMENTO
03	SOLO DE CONCRETO	SOLO DE CONCRETO
04	TUBO DE FERRO AMARELO COM REVESTIMENTO BRANCO	TUBO DE FERRO AMARELO COM REVESTIMENTO BRANCO
05	CASTELINHO DE CONCRETO	CASTELINHO DE CONCRETO

PROJETO DE ARQUITETURA: ZANETTI
 DATA: / /
 ESCALA: 1:100
 FOLHA: 11
 PROJETO: HOSPITAL E MATERNIDADE SÃO LUÍZ

HOSPITAL E MATERNIDADE SÃO LUÍZ
 RUA FRANCISCO MARCONI, 1312
 INTERSEÇÃO: PLANTA 7º PAVIMENTO - INTERSEÇÃO - NÍVEL 130,80
 PROJETO: ARQUITETURA
 DATA: 11/08
 FOLHA: 08
 PROJETO: A-11
 ESCALA: 1:100
 PROJETO: 637-141-1/2010-02-08/09/10/11-17-2010/2012



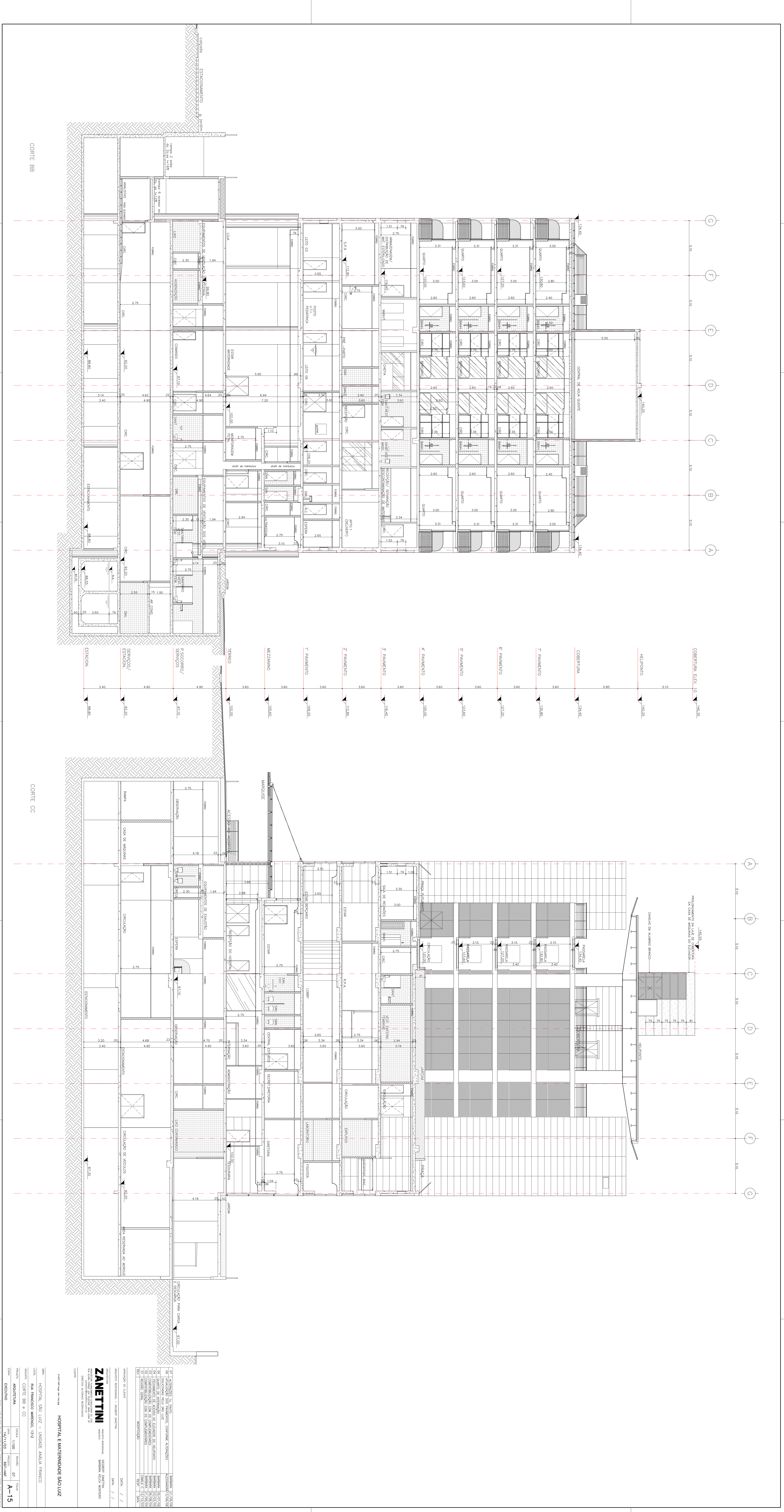
COBERTURA ELEV. (1)	3.00
HEIPONTO	3.00
COBERTURA	3.00
1º PAVIMENTO	3.00
2º PAVIMENTO	3.00
3º PAVIMENTO	3.00
4º PAVIMENTO	3.00
5º PAVIMENTO	3.00
6º PAVIMENTO	3.00
7º PAVIMENTO	3.00
ESTACIONAMENTO	3.00
ENTRADA	3.00

DE INTERESSAR DO CLIENTE, É NECESSÁRIO INDICAR O TIPO DE PAVIMENTO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA. A ZANETTINI NÃO SE RESPONSABILIZA POR ERROS DE CÁLCULO DE CARGAS DE PAVIMENTO, DEVIDO À FALTA DE INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A REALIZAÇÃO DO CÁLCULO. É RESPONSABILIDADE DO CLIENTE OBTENHER AS NECESSÁRIAS INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DO CÁLCULO.

ZANETTINI
 Engenharia e Arquitetura
 Rua... 1108...
 São Paulo, SP

HOSPITAL E INTERNÇÃO SÃO LUÍZ
 Rua... 1108...
 São Paulo, SP

PROJETO DE ARQUITETURA - 01/2024
 DATA: / /
 ESCALA: 1:100
 FOLHA: 14 DE 14



CORTE BB

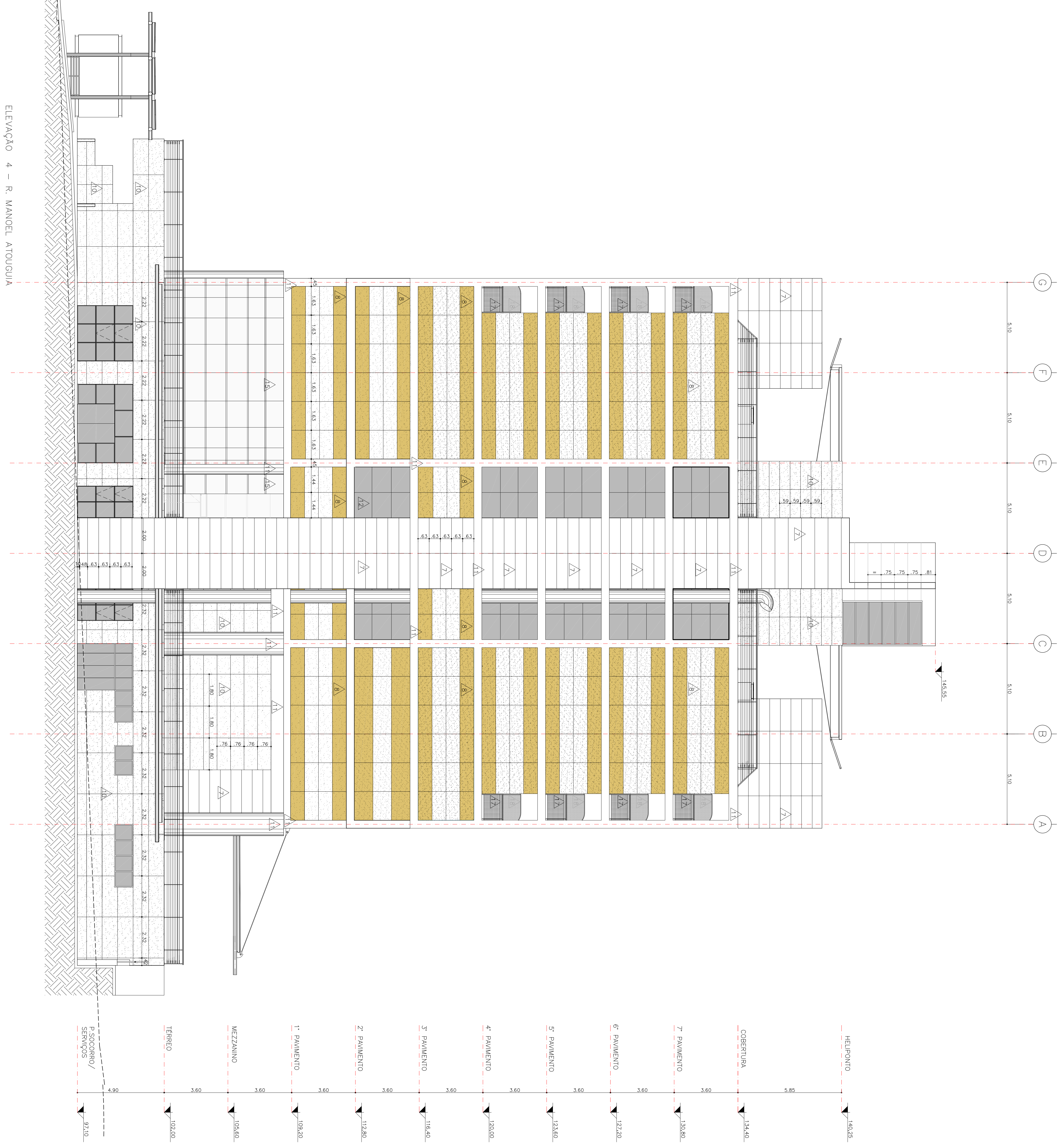
CORTE CC

ZANETTINI
 arquiteto responsável
 Rua: ...
 Fone: ...
 E-mail: ...

HOSPITAL EMERGENCIA SAO LUIZ
 Rua: ...
 Fone: ...
 E-mail: ...

PROJETO: ...
 DATA: ...
 ESCALA: ...
 FOLHA: ...
 DE: ...
 DE: ...

ELEVACÃO 4 - R. MANUEL ATÍGUILA



ELEVACÃO 3 - R. FRANCISCO MARENGO



ZANETTINI	
ARQUITETOS ASSOCIADOS	
RUA FRANCISCO MARENGO, 1312	
CAMPUS UNIVERSITÁRIO - FLORESTA	
BOCA DO LÉO - SÃO PAULO - SP	
TEL: (11) 5082-1000	
WWW.ZANETTINIARQUITETOS.COM.BR	
E-MAIL: contato@zanettini.com.br	
CNPJ: 07.125.461/0001-90	
INSC. ESTADUAL: 10.442.749-10	
CARTÃO PROFISSIONAL: 1313117	
CREA: 07/00102-0	
PROFISSIONAL RESPONSÁVEL: DR. RICARDO ZANETTINI	
C.R.C.: 1313117-0/SP-01/2011	
CARTÃO PROFISSIONAL: 1313117	
CREA: 07/00102-0	
PROFISSIONAL RESPONSÁVEL: DR. RICARDO ZANETTINI	
C.R.C.: 1313117-0/SP-01/2011	
CARTÃO PROFISSIONAL: 1313117	
CREA: 07/00102-0	
PROFISSIONAL RESPONSÁVEL: DR. RICARDO ZANETTINI	
C.R.C.: 1313117-0/SP-01/2011	
CARTÃO PROFISSIONAL: 1313117	
CREA: 07/00102-0	
PROFISSIONAL RESPONSÁVEL: DR. RICARDO ZANETTINI	
C.R.C.: 1313117-0/SP-01/2011	

HOSPITAL E MATERNO INFANTIL SAO LUIZ

HOSPITAL SAO LUIZ - UNIDADE MARIA FRANCO

RUA FRANCISCO MARENGO, 1312

CAMPUS UNIVERSITÁRIO - FLORESTA

BOCA DO LÉO - SÃO PAULO - SP

TEL: (11) 5082-1000

WWW.ZANETTINIARQUITETOS.COM.BR

E-MAIL: contato@zanettini.com.br

CNPJ: 07.125.461/0001-90

INSC. ESTADUAL: 10.442.749-10

CARTÃO PROFISSIONAL: 1313117

CREA: 07/00102-0

PROFISSIONAL RESPONSÁVEL: DR. RICARDO ZANETTINI

C.R.C.: 1313117-0/SP-01/2011