



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO - CAU
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO – DAU**

LETÍCIA DESTÊRRO E SILVA MOREIRA LIMA

**SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS INTELIGENTES:
um estudo de caso em edifício multifamiliar em São Luís.**

São Luís – MA
2018

LETÍCIA DESTÊRRO E SILVA MOREIRA LIMA

SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS INTELIGENTES: um estudo de caso em
edifício multifamiliar em São Luís.

Trabalho de Final de Graduação –TFG
apresentado ao Curso de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Estadual do
Maranhão.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sanadja de Medeiros
Souza

São Luís – MA

2018

Lima, Leticia Destêro e Silva Moreira.

Sustentabilidade em edifícios inteligentes: um estudo de caso em edifício multifamiliar em São Luís. / Leticia Destêro e Silva Moreira Lima.
- São Luís, 2018.

62 f.

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Sanadja de Medeiros Souza.

Monografia (Graduação) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

1. Sustentabilidade. 2. Edificações. 3. Conforto ambiental.

I. Título.

721(504)

CDU:

LETÍCIA DESTÊRRO E SILVA MOREIRA LIMA
SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS INTELIGENTES: um estudo de caso em
edifício multifamiliar em São Luís.

Trabalho de Final de Graduação –TFG
apresentado ao Curso de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Estadual do
Maranhão.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Sanadja de Medeiros Souza (Orientadora)

Doutora em Urbanismo
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Bello Salgado Neto

Doutor em Urbanismo
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sr.^a. Érika Teresa Boucinhas Coelho

Arquiteta e Urbanista
Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Ao Estado do Maranhão, que é minha casa e responsável pela minha educação através da Universidade Estadual do Maranhão. Agradeço também a todos os meus professores que contribuíram para minha formação, especialmente à minha orientadora Sanadja de Medeiros Souza, pelos seus ensinamentos sobre a arquitetura, o urbanismo e a vida.

Ao meu pai, Abelardo Moreira Lima Junior, que é o responsável por eu ter escolhido Arquitetura e Urbanismo como profissão.

À minha mãe, Raquel Castro Desterro e Silva Moreira Lima, que é responsável por tudo o mais de bom na minha vida.

É divertido fazer o impossível! (*Walt Disney*)

Pensar pequeno e pensar grande dá o mesmo trabalho. Mas pensar grande te liberta dos detalhes insignificantes. (*Jorge Paulo Lemann*)

RESUMO

As edificações têm um grande impacto no meio ambiente. São responsáveis pelo consumo de até 50% da energia em uso no planeta e, em proporções semelhantes, pelo consumo de matéria prima e água. A proposta deste trabalho é compreender como a concepção da arquitetura pode influenciar na redução dos impactos em edificações e na sustentabilidade ambiental. Para isso, foi desenvolvido um projeto a nível de estudo preliminar de um edifício multifamiliar com bases sustentáveis para a cidade de São Luís, Maranhão, no bairro Renascença II. O projeto foi desenvolvido com base nos textos de autores como Sabatella e Edwards e com os princípios do sistema de certificação ambiental Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Após o desenvolvimento do projeto, foi feita uma análise da edificação projetada, utilizando o Software IES VE, da empresa americana Environmental Solution, para o levantamento de dados estatísticos da eficiência dos elementos projetados, quando possível. O resultado obtido tem escala micro (como o conforto interno e consumo de energia) e em escala macro (como mobilidade urbana e impactos do microclima). Com este trabalho conclui-se que a quebra de paradigmas com práticas convencionais na arquitetura possibilita criar um ambiente construído com maior conforto ambiental e eficiência energética, o que proporciona uma melhor qualidade de vida para os usuários, e espera-se que sirva de ponto de partida para pesquisas futuras.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Edificações. Conforto ambiental.

ABSTRACT

The buildings have a great impact on the environment. They are responsible for the consumption of up to 50% of the energy in use on the planet and, in similar proportions, for the consumption of raw material and water. The purpose of this work is to understand how the design of architecture can influence the reduction of impacts on buildings and environmental sustainability. For that, a project was developed at the preliminary study level of a multi-family building with sustainable bases for the city of São Luís, Maranhão, in the Renascença II neighborhood. The project was developed based on the texts of authors such as Sabatella and Edwards and with the principles of the environmental certification system Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). After the development of the project, an analysis of the projected building was made using IES VE Software, from the American company Environmental Solution, to collect statistical data on the efficiency of the projected elements, when possible. The result obtained has micro scale (such as internal comfort and energy consumption) and macro scale (such as urban mobility and microclimate impacts). This work concludes that the breakaway from paradigms in conventional practices in architecture makes it possible to create a built environment with greater environmental comfort and energy efficiency, which provides a better quality of life for users, and is expected to be a starting point for new researches.

Key Words: Sustainability. Buildings. Environmental comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de consumo energético mundial.	19
Figura 2 - Desconforto Ambiental e qualidade de vida.	22
Figura 3-Delimitação do bairro Renascença II: concentração de torres criam barreira à ventilação predominante.	27
Figura 4 - Mapa de Koppen-Geiger atualizado dos tipos de clima na América do Sul.	29
Figura 5 - Rosa dos ventos.	31
Figura 6 - Delimitação do lote.	33
Figura 7- Má ventilação em pavimento tipo "Bloco H'.	34
Figura 8 - Perspectiva da edificação.	35
Figura 9 - Pavimento térreo.	36
Figura 10 - Semi-subsolo.	37
Figura 11 - Subsolo 1.	38
Figura 12 - Subsolo 2.	39
Figura 13 - Cobertura.	40
Figura 14 - Pavimento tipo.	41
Figura 15 - Apartamento tipo 1 – 103 m ²	42
Figura 16 - Pavimento tipo 2 – 116 m ²	43
Figura 17- Serviços básicos em um raio de 800 metros da implantação.	44
Figura 18 - Modelo de suporte para bicicletas com cinco vagas.	45
Figura 19 - Circulação do ar no pavimento tipo utilizando ventilação cruzada.	46
Figura 20 - Indicação dos tipos de apartamentos.	48
Figura 21- Indicação das esquadrias no apartamento tipo 2.	48
Figura 22 - Indicação das esquadrias no apartamento tipo 2.	49
Figura 23 - Ecoponto localizado na Rua Netuno.	56
Figura 24 - Modelos de lixeira para coleta seletiva.	57
Figura 25 - Coletor de baterias para reciclagem.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência de ocorrência dos ventos predominantes (%).	31
Tabela 2 - Índices urbanísticos da Zona Residencial 2	32
Tabela 3 - Afastamentos laterais e posterior.	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J1 com ou sem protetor	Quadro 5 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J7 com ou sem protetor solar 04 – Apartamento poente tipo 2.	solar 01 – Apartamento poente tipo 1.....	49
Quadro 2 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J1 com ou sem protetor solar 01 – Apartamento nascente tipo 1.....			50
Quadro 3 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J2 com ou sem protetor solar 02 – Apartamento poente tipo 1.....			51
Quadro 4 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J4 com ou sem protetor solar 03 – Apartamento poente tipo 2.....			52
Quadro 5 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J7 com ou sem protetor solar 04 – Apartamento poente tipo 2.....			53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa.....	13
1.2	Objetivos.....	14
1.2.1	Objetivo geral	14
1.2.2	Objetivos específicos	14
1.3	Metodologia	14
1.3.1	Tipo de estudo.....	15
1.3.1	Avaliação do conceito de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e indicadores sustentáveis.....	15
1.3.2	Avaliação do local de estudo e aspectos regionais	15
1.3.3	Elaboração do projeto de Edificação Multifamiliar.....	15
1.3.4	Simulação de computador e análise dos dados.....	16
2.	SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS INTELIGENTES.....	16
2.1	Discutindo sustentabilidade e desenvolvimento sustentável	16
2.1.1	Arquitetura e sustentabilidade ambiental.....	18
2.1.2	Os edifícios e seu impacto no meio ambiente.....	19
2.1.3	Ecoedifícios, Green Buildings e edifícios eco-tech: torres para o menor impacto ambiental.	20
2.2	Formulação de critérios e indicadores sustentáveis a partir de referências para aplicação em edifício multifamiliar em São Luís	22
2.3	Local de estudo: cidade de São Luís e Bairro Renascença II	25
2.3.1	As torres na cidade de São Luís.....	25
2.3.2	O clima da cidade de São Luís.....	27
2.4	Apresentação do projeto: edifício de uso residencial multifamiliar.....	31
2.4.1.	Lote de implantação e aspectos legais	31
2.4.2.	Contextualização e partido arquitetônico	33
2.4.3.	Apresentação do projeto	35
2.4.4.	Memorial justificativo.....	44
	2.4.4.1. Localização	44

2.4.4.2. Transporte	45
2.4.4.3. Ventilação e qualidade do ar	46
2.4.4.1. Temperatura e conforto interno dos ambientes.....	47
2.4.4.2. Cobertura.....	55
2.4.4.3. Consumo de energia.....	55
2.4.4.4. Uso de água.....	55
2.4.4.5. Coleta e armazenamento de resíduos	56
2.4.4.1. Opções de lazer	57
2.5 Análise dos resultados	58
3. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

1. INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável, apesar de diferentes, são interdependentes (SOUZA, 2016). Por lógica, sustentabilidade é a capacidade de se sustentar. Portanto, uma atividade sustentável poderá ser mantida, sem se esgotar, e o desenvolvimento sustentável é aquele que melhora a qualidade de vida respeitando a capacidade do ecossistema (MIKHAILOVA, 2004).

As cidades são grandes consumidoras de recurso devido ao acelerado processo de urbanização – até 40% dos recursos extraídos são utilizados por cidades (AsBEA, 2012); e os edifícios são responsáveis por grande parte desse consumo de matérias prima e energia - 50% dos materiais são gastos com a sua construção e 45% da energia consumida é utilizada para abastecer os edifícios (EDWARDS, 2004).

Apesar de existir uma variedade de fatores que determinam a sustentabilidade em edificações, o conforto interno dos ambientes é um dos principais pontos a ser estudado, principalmente devido ao grande consumo energético oriundos da climatização artificial (refrigeração, em climas tropicais, ou aquecimento, em climas frios). A preocupação com o conforto sempre foi determinante para a tomada de decisões nos projetos. Entretanto, a partir da Segunda Guerra Mundial, o *International Style*¹ instalou a crença de que as tecnologias de sistemas prediais ofereciam meios de controle total das condições ambientais, levando a repetição das caixas de vidro e o exacerbado consumo de energia nas décadas seguintes no mundo todo (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

A arquitetura bioclimática volta a ganhar importância diante da necessidade de melhorar o convívio do homem com o ambiente, devido a relação entre o conforto ambiental e o consumo de energia. Para tal, é necessário o estudo dos diferentes tipos de clima e seus efeitos negativos para a adaptação da arquitetura e o conforto das pessoas (SOUZA, 2012).

Assim, este trabalho busca compreender os fatores que tornam uma edificação sustentável e desenvolver um estudo sobre as suas aplicações, tendo como local de estudo o bairro do Renascença II da cidade de São Luís (MA), esperando-se poder contribuir com os conhecimentos sobre a necessidade da aplicação da sustentabilidade ambiental na arquitetura.

1.1 Justificativa

¹ International Style é um termo que descreve um tipo de *design* criado na Europa e muito utilizado na arquitetura americana da década de 1930. Utiliza o ferro, o vidro e poucos ornamentos como principal característica.

A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável são conceitos muito relevantes no mundo contemporâneo. Considerando que a tendência de uma sociedade de consumo é o aumento da demanda por recursos naturais, além do inchaço populacional que naturalmente requer mais espaço e recursos, somente com a apropriação desses conceitos é possível pensar em um futuro onde a convivência entre o homem e a natureza seja menos destrutiva. No mundo, as edificações são responsáveis por uma média de 45% do consumo de energia e poluição na mesma proporção. Desse modo, percebe-se uma urgência em estabelecer medidas que diminuam os impactos desses edifícios no meio ambiente. A verticalização a partir de um estudo urbano-paisagístico sobre densidades é uma estratégia para a construção de cidades mais adensadas e, portanto, aumentar o uso da infraestrutura estabelecida. Entretanto, a qualidade dessas edificações do ponto de vista do conforto térmico, dos consumos de energia, cargas térmicas, uso da água e qualidade do ar são determinantes para a diminuição do impacto dessas edificações no entorno. Partindo do princípio que as torres são uma “realidade” do mundo moderno, esse trabalho se justifica por aprofundar estudos sobre edificações sustentáveis para garantir a construção de cidades ambientalmente amigáveis.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Elaborar um projeto a nível de estudo preliminar de um edifício multifamiliar com bases sustentáveis para São Luís, Maranhão.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar o clima de São Luís e o microclima do Bairro Renascença II.
- ✓ Determinar parâmetros de bases sustentáveis para São Luís a serem implantados em edificações multifamiliares.
- ✓ Projetar edifício de habitação multifamiliar para São Luís utilizando os parâmetros de bases sustentáveis encontrados.
- ✓ Fazer uma análise comparativa entre o edifício projetado com elementos e critérios sustentáveis e o mesmo edifício sem esses pressupostos, utilizando-se para esse fim o software IES VE, da empresa americana Environmental Solution.

1.3 Metodologia

1.3.1 Tipo de estudo

O estudo em questão tem finalidade de contribuir com a *tecnológica*, cujo objetivo é produzir conhecimentos de aplicação prática para a solução de problemas em projetos de habitação multifamiliar, vinculados ao conforto ambiental e a sustentabilidade ambiental. O trabalho tem natureza *experimental*, com a seleção de variáveis (parâmetros ou indicadores sustentáveis) a serem estudadas e o controle dos efeitos sob o objeto de estudo. Os objetivos do estudo têm caráter *explicativo*, buscando identificar os fatores determinantes para um fenômeno. É uma pesquisa *bibliográfica*, com análise de materiais já publicados para composição do referencial teórico, e *laboratorial*, com análise dos dados através de simulação em computador.

1.3.1 Avaliação do conceito de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e indicadores sustentáveis.

A partir do estudo dos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, assim como a avaliação de indicadores sustentáveis existentes, será possível elaborar os parâmetros que fundamentarão este estudo.

1.3.2 Avaliação do local de estudo e aspectos regionais

O local do estudo é um terreno formado por dois lotes na Rua Osíres, Bairro Renascença II – São Luís. Serão avaliados os aspectos legais, consultando as devidas legislações: Plano Diretor de São Luís, Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, Código de Obras, etc. Também serão avaliadas as características físicas do terreno, como a topografia e presença de espécies vegetais relevantes.

A fundamentação da proposta de edificação será fundamentada na análise do clima de São Luís e do microclima do bairro Renascença II.

1.3.3 Elaboração do projeto de Edificação Multifamiliar

A partir do levantamento da legislação competente, dos aspectos regionais e das diferentes estratégias sustentáveis aplicáveis, será elaborado o projeto de um edifício

multifamiliar a nível de estudo preliminar. Segundo a NBR 13532, os documentos técnicos a serem apresentados serão:

- a) Desenhos: - planta geral de implantação; - plantas dos pavimentos; - planta da cobertura; - cortes (longitudinais e transversais); - elevações (fachadas); - detalhes construtivos (quando necessário);
- b) Texto: memorial justificativo (opcional);
- c) Perspectivas (opcionais) - interiores ou exteriores, parciais ou gerais;
- d) Maquetes (opcionais) - interior, exterior;
- e) Fotografias, diapositivos, microfilmes e montagens (opcionais);
- f) Recursos audiovisuais (opcionais) - filmes, fitas de vídeo e disquete.

Todas as escolhas e fundamentações do projeto serão apresentadas em um memorial justificativo.

1.3.4 Simulação de computador e análise dos dados

Utilizando o Software IES VE, da empresa americana Environmental Solution, será avaliada a eficiência do edifício proposto, comparando com a mesma edificação quando retirados elementos específicos. O objetivo é comprovar, através da comparação, que o estudo apropriado do projeto de arquitetura é capaz de obter resultados mais eficientes.

2. SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS INTELIGENTES

2.1 Discutindo sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

O conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável vem sendo amplamente discutido a partir da década de 1970. Apesar de problemas ambientais já existirem e serem alvo de estudo por diversas escolas do pensamento econômico, foi a partir dessa data que surgiu uma grande quantidade de estudos e avanços sobre o tema. Desde então, esse tema tem sido muito discutido, gerando várias visões e interpretações de sustentabilidade dependendo da área de estudo onde é empregado. Por lógica, sustentabilidade é a capacidade de se sustentar. Portanto, uma atividade sustentável poderá ser mantida, sem se esgotar. A exploração dos recursos naturais de maneira sustentável não coloca os elementos naturais em

risco e o desenvolvimento sustentável é aquele que melhora a qualidade de vida respeitando a capacidade do ecossistema (MIKHAILOVA, 2004).

Para Souza (2016), o conceito de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável, apesar de diferentes, são interdependentes. A sustentabilidade consiste em uma série de ações em diferentes instâncias como *social, econômica, política, tecnológica e ambiental*. Se trabalhadas juntas, essas ações podem levar ao desenvolvimento sustentável, que, por sua vez, indica um conjunto de processos a ser seguido a partir de compromissos ambientais, sociais e econômicos para esta geração e as futuras.

A Conferência de Estocolmo (1972) é considerada o primeiro grande marco para o desenvolvimento sustentável por perceber a necessidade da melhor relação do homem com o planeta (MIKHAILOVA, 2004). As preocupações com o meio ambiente levaram a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) a criar, em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida por Gro Harlem Brundtland. A comissão publicou em 1987, o relatório *Nosso Futuro Comum*, que tinha três objetivos: (i) *reexaminar as questões críticas relativas ao meio ambiente e desenvolvimento e formular propostas realistas para abordá-las*; (ii) *propor novas formas de cooperação internacional nesse campo, de modo a orientar políticas e ações no sentido das mudanças necessárias*; e (iii) *dar a indivíduos, organizações, voluntários, empresas, institutos e governos uma compreensão desses problemas, incentivando-os a um atuação mais firme* (SOUZA, 2016).

O manuscrito “Nosso Futuro Comum”, ou “Relatório Brundtland”, deu origem ao conceito mais conhecido de desenvolvimento sustentável: “*aquele que busca as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades*”. Entretanto, este conceito passou a ser considerado vago e impreciso, com abertura para várias interpretações (EDWARDS, 2004).

Entretanto, foi só na Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992 (ECO-92), que o desenvolvimento sustentável passou a ser uma questão principal na política de desenvolvimento (MIKHAILOVA, 2004). A “Carta da Terra”, documento aprovado nessa conferência, fala que, em linhas gerais, os países ricos são os maiores poluidores ambientais do planeta. Portanto, devem auxiliar os países mais pobres a desenvolverem tecnologias não-poluentes e progressos científicos que busquem um desenvolvimento mais rápido e menos predatório (SABATELLA, 2001).

Outro conceito adotado atualmente, expresso na Cúpula Mundial em 2002, define desenvolvimento sustentável como a procura por “*melhoria da qualidade de vida de todos os*

habitantes do mundo sem aumentar o uso de recursos naturais além da capacidade da Terra” (MIKHAILOVA, 2004).

Segundo MIKHAILOVA (2004) os esforços para construir um modo de vida sustentável requerem três áreas chaves: *Crescimento e Equidade Econômica*, que busca um crescimento econômico responsável e que não deixe nenhuma nação ou comunidade para trás; *Desenvolvimento Social*, que busca assegurar a diversidade cultural e social e os direitos trabalhistas e que todos os membros da sociedade estejam capacitados a participar na determinação de seus futuros; e *Conservação de Recursos Naturais e do Meio Ambiente*, que busca por soluções econômicas viáveis para reduzir o consumo de recursos, deter a poluição e conservar os habitats naturais; Entretanto, o desenvolvimento sustentável pode requerer *ações distintas em cada região do mundo*. Por isso é tão importante respeitar as características locais e regionais, para alcançar o desenvolvimento sustentável.

2.1.1 Arquitetura e sustentabilidade ambiental

Em 2007, o mundo se tornou efetivamente urbano, tendo mais de 50% da população mundial vivendo em cidades, com crescimento cada vez mais rápido e se tornando cada vez mais atrativas. No Brasil, mais de 80% da população vive em cidades, muitas vezes em condições precárias, destruindo vegetações, comprometendo mananciais e ocupando áreas de risco – cenário que se repete em cidades de vários países. Essa aceleração do processo de urbanização eleva o consumo dos recursos naturais – até 40% dos recursos extraídos são utilizados por cidades – e conseqüentemente, a geração de poluição e resíduos – as cidades utilizam até 50% da energia produzida e contribuem com aproximadamente 50% dos resíduos sólidos e 75% das emissões de gases. Cidades sustentáveis são caracterizadas não somente pelo desenvolvimento econômico e condições sociais adequados, mas também pela redução dos impactos ao meio ambiente (AsBEA, 2012).

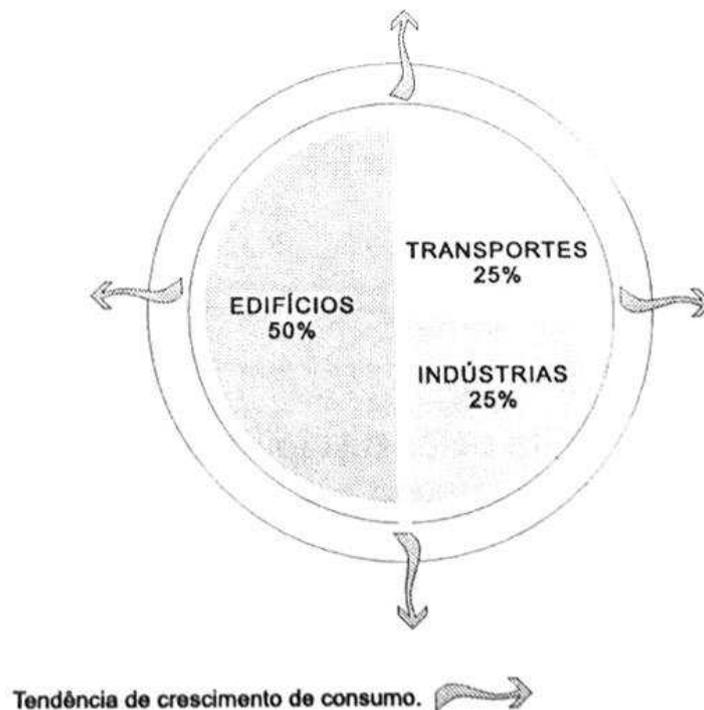
Entretanto, os impactos no meio ambiente não se resumem às ocupações espontâneas de países subdesenvolvidos. Segundo Edwards (2004), a cidade de Houston, EUA, por exemplo, uma das cidades mais ricas do mundo, consome quase quatro vezes mais energia que uma cidade média europeia, que por sua vez, consome mais energia e produz mais resíduos que outras regiões menores e menos desenvolvidas. Assim, o autor questiona: se sabemos o que estamos fazendo (sobretudo as cidades de “primeiro mundo” sabem), seremos capazes de adotar um estilo de vida mais responsável? As responsabilidades significam restrições, algo que está contra a cultura de uma sociedade de consumo. Com recursos finitos, Edwards (2004) afirma

que os arquitetos têm um papel muito importante em uma sociedade responsável. Com desenhos arquitetônicos criativos, esses profissionais podem criar formas alternativas de cuidado para assegurar um futuro mais sustentável e estratégias de projeto mais responsáveis para edifícios.

2.1.2 Os edifícios e seu impacto no meio ambiente

Os edifícios são grandes consumidores de matéria prima. No mundo, 50% de todos os recursos utilizados para confeccionar materiais são destinados à construção; 45% da energia consumida é utilizada para iluminar, refrigerar e aquecer edifícios e 5% é gasto com a sua construção; 40% da água utilizada no mundo é destinada a abastecer as instalações sanitárias e outros usos dos edifícios (EDWARDS, 2004).

Figura 1 - Gráfico de consumo energético mundial.



Fonte: STEADMAN (1996) et al apud SABATELLA, 2001.

As edificações podem ter diferentes tipos de uso, que podem afetar o consumo de energia. Segundo o Relatório Síntese 2017 do Balanço Energético Nacional – BEM (do Ministério de Minas e Energia, que documenta e divulga, anualmente, extensa pesquisa e a contabilidade relativas à oferta e consumo de energia no Brasil), no Brasil, as edificações de uso residencial representam 9,7% do consumo energético, quase o dobro da classificação

serviços (4,9%). Apesar de 43,5% da energia em uso na sociedade brasileira ser de fontes renováveis, menos de 1% é de origem solar ou eólica. A maior parte da produção de energia vem da biomassa da cana (17,5%) e hidroelétricas (12,6%).

Observando a história da arquitetura e das cidades, entretanto, foi apenas por um relativo curto espaço de tempo que as preocupações com o conforto ambiental e o consumo de energia não foram tidas como determinantes. A partir da Segunda Guerra Mundial, o International Style instalou a crença de que as tecnologias de sistemas prediais ofereciam meios de controle total das condições ambientais, levando a repetição das caixas de vidro e o exacerbado consumo de energia nas décadas seguintes no mundo todo (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Antes da tecnologia permitir a climatização artificial, o aproveitamento da ventilação natural e a aplicações de materiais apropriados eram as soluções para o maior conforto interno das edificações. A arquitetura colonial encontrada no Centro Histórico de São Luís (MA) traz exemplos de edificação e arquitetura importada e adaptada as condições climáticas locais. Sobre o centro histórico de São Luís, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN aponta:

O centro histórico de São Luís, localizado na ilha de São Luís do Maranhão, na baía de São Marcos, é um exemplo excepcional de cidade colonial portuguesa adaptada às condições climáticas da América do Sul equatorial, e que tem conservado o tecido urbano harmoniosamente integrado ao ambiente que o cerca [...] (IPHAN, 2014).

A arquitetura bioclimática volta a ganhar importância diante da necessidade de melhorar o convívio do homem com o ambiente, devido a relação entre o conforto ambiental e o consumo de energia. A arquitetura de baixo impacto ambiental, embora não pressuponha um estilo ou movimento arquitetônico, é por vezes rotulada *high-tech* ou *eco-tech* quando vinculada à arquitetura contemporânea (GONÇALVES; DUARTE, 2006), associando arquitetura e tecnologia para fins sustentáveis.

2.1.3 Ecoedifícios, Green Buildings e edifícios eco-tech: torres para o menor impacto ambiental.

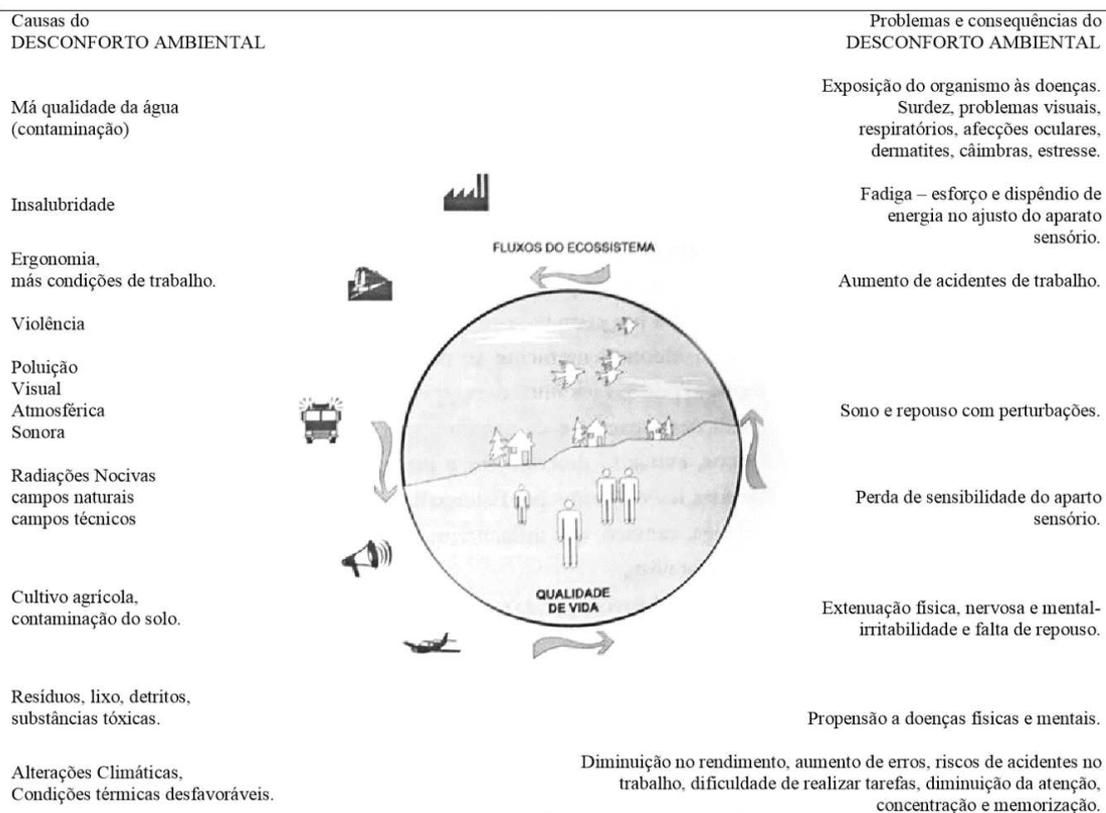
Projetar é “buscar soluções coerentes com as condições de exposição do empreendimento e com as demandas de seus clientes, usuários e sociedade” (AsBEA, 2012). Portanto, a arquitetura sustentável busca solucionar problemas voltados ao impacto das

construções ao meio ambiente levando em consideração as particularidades dos usuários: restrições do orçamento, condições físicas e sociais locais, tecnologias disponíveis, os desejos dos usuários, etc. As soluções devem atender a esses quesitos de maneira racional, com base no tripé da sustentabilidade: meio ambiente, sociedade e economia (AsBEA, 2012).

Com essa proposta, Sabatella (2001) estabelece o termo Ecoedifício para conciliar ecossistemas naturais e o edifício. Assim, Ecoedifício é um conceito que integra: indivíduo, edifício e ecossistemas, assimilando-os harmonicamente. O objetivo é conhecer e atuar sobre os ciclos de recursos e energias nas edificações desde o projeto e em todas as fases da sua vida (construção, consumo, demolição, etc), avaliando as consequências. Além de consumir energia, o edifício também altera o seu entorno de maneira significativa. Portanto, o Ecoedifício não procura justificar-se na crise energética, mas incorporá-la como parte de um sistema de valores e paradigmas.

O homem interage com o ambiente em níveis subjetivos e objetivos, havendo inúmeras variáveis envolvidas no processo de atingir o conforto e a qualidade de vida. Segundo Sabatella (2001), o desconforto está relacionado a insalubridade e a falta de segurança, enquanto a presença de conforto ambiental, o que abrange comunidade e ecossistemas, mede o nível de qualidade de vida.

Figura 2 - Desconforto Ambiental e qualidade de vida.



Fonte: SABATELLA, 2001.

2.2 Formulação de critérios e indicadores sustentáveis a partir de referências para aplicação em edifício multifamiliar em São Luís

2.2.1.A certificação ambiental Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

Apesar de não ser brasileiro, sistema de certificação *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*, concebida pela organização não governamental americana *U.S. Green Building Council (USGBC)*, é o atestado ambiental mais difundido no país. A certificação LEED possui 110 pontos de ações e o projeto deve atingir no mínimo 40 para ser certificada no nível básico – *Certificado*. Conforme é atingido mais pontos, melhor é a certificação, que pode ser também nível *LEED Silver* (50 pontos), *LEED Gold* (60 pontos) e *LEED Platinum* (80 pontos) (USGBC, 2008). As ações podem ser aplicadas nos mais diferentes tipos de edificações, inclusive aquelas já estabelecidas. Atualmente, o LEED possui 4

categorias, que consideram as necessidades para cada tipo de projeto, conforme elencadas a seguir:

- LEED BD+C: Building Design + Construction - novas construções e grandes reformas;
- LEED ID+C: Interior Design + Construction – escritórios comerciais e lojas de varejo;
- LEED O+M: Operation + Maintenance – empreendimentos existentes;
- LEED ND: Neighborhood: bairros

Dados do *Green Building Council* Brasil, entidade criada para adaptar os critérios LEED às condições e realidades brasileiras, afirmam que a certificação LEED é capaz de reduzir em até 40% o consumo de água, 30% do consumo de energia, 35% da emissão de dióxido de carbono e 65% dos resíduos em uma edificação certificada. Apesar de poder encarecer a obra em alguns aspectos, a adaptação da aplicação da certificação à realidade local tem se mostrado possível e viável economicamente, tendo em vista os exemplos de certificações LEED já aprovadas no país, especialmente nas regiões sul e sudeste. Por isso, a categoria LEED BD+C (novas construções e grandes reformas) serviu de inspiração para elaboração dos critérios aplicados neste estudo.

A certificação *LEED* trabalha com a avaliação de oito eixos no projeto, cada um com critérios e pré-requisitos próprios. Eles são:

- **Localização e transporte: 20 pontos possíveis**
(8 créditos)

Crédito 1: LEED para bairros com localização desenvolvida

Crédito 2: Proteção de áreas sensíveis

Crédito 3: Local de maior prioridade

Crédito 4: Entorno denso e usos diversos

Crédito 5: Acesso a trânsito de qualidade

Crédito 6: Instalações para bicicleta

Crédito 7: Pegada de estacionamento reduzido

Crédito 8: Veículos verdes

- **Espaço sustentável: 11 pontos possíveis**
(1 pré-requisito/7 critérios)

Pré-requisito 1: Atividade de construção com prevenção de poluição

Crédito 1: Avaliação do local

Crédito 2: Desenvolvimento do local – Proteção ou restauro do habitat

Crédito 3: Espaços livres

Crédito 4: Gerenciamento da água da chuva

Crédito 5: Redução de ilhas de calor

Crédito 6: Redução de poluição luminosa

Crédito 7: Diretrizes do projeto e construção de linhas-guias

- **Eficiência e economia no uso de água: 11 pontos possíveis**
(3 pré-requisitos/4 créditos)

Pré-requisito 1: Redução do uso de água no espaço externo

Pré-requisito 2: Redução do uso de água no espaço interno

Pré-requisito 3: Medição do nível de água do edifício

Crédito 1: Redução do uso de água no espaço externo

Crédito 2: Redução do uso de água no espaço interno

Crédito 3: Uso de água para resfriamento da torre

Crédito 4: Medição da água

- **Energia e atmosfera: 33 pontos possíveis**
(4 pré-requisitos/7 créditos)

Pré-requisito 1: Comissionamento e verificação fundamentais

Pré-requisito 2: Desempenho mínimo de energia

Pré-requisito 3: Medição de energia do edifício

Pré-requisito 4: Gerenciamento mínimo da refrigeração

Crédito 1: Comissionamento aprimorado

Crédito 2: Otimização da performance de energia

Crédito 3: Medição de energia avançada

Crédito 4: Resposta à demanda

Crédito 5: Produção de energia renovável

Crédito 6: Gestão de refrigeração aprimorada

Crédito 7: Poder verde e compensação de carbono

- **Materiais e recursos: 14 pontos possíveis**
(2 pré-requisitos/5 créditos)

Pré-requisito 1: Armazenamento e coleta de reciclados

Pré-requisito 2: Planejamento gerenciado de resíduos de construção e demolição

Crédito 1: Redução dos impactos de ciclo de vida do edifício

Crédito 2: Divulgação e otimização de produtos de construção - declarações ambientais de produtos

Crédito 3: Divulgação e otimização de produtos de construção – busca por matérias-primas

Crédito 4: Construção de divulgação e otimização de produtos - ingredientes de materiais

Crédito 5: Gestão de resíduos de construção e demolição

- **Qualidade ambiental interna: 10 pontos possíveis**
(2 pré-requisitos/6 créditos)

Pré-requisito 1: Desempenho mínimo da qualidade do ar interior

Pré-requisito 2: Controle Ambiental do Fumo do Tabaco

Crédito 1: Estratégias avançadas de qualidade do ar interior
 Crédito 2: Materiais de baixa emissão
 Crédito 3: Plano de Gerenciamento da Qualidade do ar no interior
 Crédito 4: Luz do dia
 Crédito 5: Vistas de qualidade

- **Inovação e processos: 6 pontos possíveis**
 (2 créditos)

Crédito 1: Inovação
 Crédito 2: Profissional acreditado LEED

- **Créditos de prioridade regional: 4 pontos possíveis**
 (4 créditos)

Crédito 1: Prioridade regional: crédito específico
 Crédito 2: Prioridade regional: crédito específico
 Crédito 3: Prioridade regional: crédito específico
 Crédito 4: Prioridade regional: crédito específico

2.3 Local de estudo: cidade de São Luís e Bairro Renascença II

2.3.1 As torres na cidade de São Luís

A capital do Estado do Maranhão teve um crescimento lento e linear até a década de 1950, com apenas 664 hectares ocupados pela área urbana até então. A construção da barragem do Bacanga ao sul do centro e a construção da Ponte Governador Sarney (mais conhecida como Ponte São Francisco) foram fatores decisivos para a expansão urbana da cidade a partir da década de 1960, e esta última facilitou a ocupação da cidade nova e deu acesso à faixa litorânea (TRINTA, 2007).

Os primeiros edifícios de São Luís datam da década de 1980, localizados no bairro São Francisco, com até cinco pavimentos (LEITE, 2008). Em menos de vinte anos, o número de pavimentos aumentou rapidamente – de cinco para quinze pavimentos. Esse aumento rápido de gabarito trouxe consigo uma nova tipologia construtiva, que possibilita para as construtoras significativas taxas de lucro. A verticalização criou um novo agregador de valor comercial - a paisagem, e os edifícios mais altos são valorizados cada vez mais, em detrimento dos mais baixos e antigos (BURNETT, 2011). Hoje, os bairros da cidade de São Luís que possuem limites com a Baía de São Marcos vêm sendo alvo de intensa verticalização. Em razão da falta de segurança, morar em edifícios passou a ser sinônimo de segurança, especialmente entre as

classes média e alta; mais ainda quando estão localizadas em áreas nobres como os bairros Ponta D'Areia, Renascença II e Calhau (LEITE, 2008).

Atualmente, a concentração de torres ocorre na cidade em três situações diferentes: áreas de baixa densidade, onde são exceção, como a Ponta do Farol e Renascença I; áreas de alta densidade de torres, predominantemente nos bairros da Ponta d'Areia e Renascença II; e áreas ainda desocupadas, como as faixas definidas pelas avenidas Litorânea e dos Holandeses (BURNETT, 2011).

O local escolhido por este estudo para simular a implantação de um edifício multifamiliar é o bairro Renascença II. A região ocupada pelo bairro localiza-se em um vale, onde antes existia uma extensa área de mangue, que circundava o Igarapé da Jansen. O aterro foi feito para ligar o bairro do São Francisco à Ponta d'Areia em 1973, que transformou o Igarapé em uma laguna. A topografia da região tem uma variação de 0 a 40 metros de altura em relação à altura do mar; e a maioria das edificações verticalizadas está localizada na região mais nordeste, funcionando como um obstáculo para a circulação dos ventos na região de cotas mais baixas. O bairro tem muita influência do processo de verticalização, tendo edificações com alturas de 2 a 15 pavimentos (TRINTA, 2007).

Figura 3-Delimitação do bairro Renascença II: concentração de torres criam barreira à ventilação predominante.



Fonte: Google Maps editado, 2017.

2.3.2 O clima da cidade de São Luís

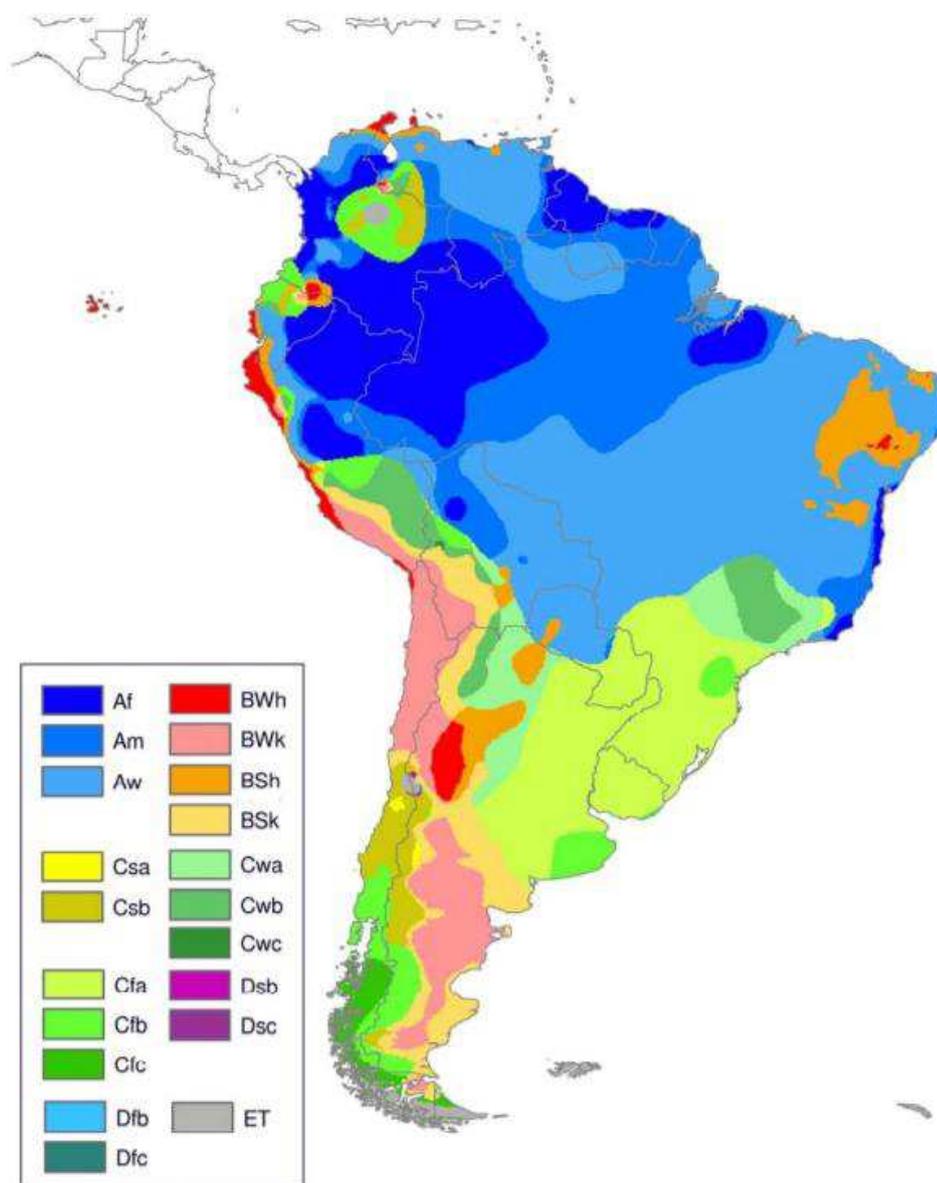
O conforto térmico está diretamente relacionado ao bom funcionamento do metabolismo do corpo humano. A circulação sanguínea é um mecanismo termorregulador, ou seja, age na manutenção da temperatura corporal e garante o funcionamento do cérebro, coração e outros órgãos. Com altas temperaturas, a vasodilatação aumenta o ritmo cardíaco e a circulação do sangue aumentando a transpiração para o equilíbrio do corpo. Com temperaturas muito baixas, a vasoconstrição diminui o volume do sangue, ritmo cardíaco e transpiração; a contração muscular involuntária leva o corpo a tremer, gerando calor. Todas essas compensações do organismo às temperaturas extremas exigem gastos de energia, o que dá sensação de fadiga (SABATELLA, 2001).

Para SOUZA (2012), existe uma necessidade de adaptação das pessoas aos efeitos negativos oriundos dos diferentes tipos de clima. Essas adaptações podem ser feitas, por exemplo, através da climatização artificial, aumentando o consumo energético. De maneira sustentável, pode ser amenizado pela boa prática da arquitetura. Para tal, é preciso conhecer a fundo os climas e microclimas, respeitando as características locais e regionais.

O conforto térmico e a sustentabilidade ambiental estão correlacionados com o clima e microclima da região, que são originados por variados fatores climáticos. Os climas são uma classificação global e compõem-se de radiação solar, latitude, ventos e massas de água e terra. Já os microclimas são locais, definidos pelo estudo da topografia, vegetação e superfície do solo natural e construído. Entretanto, o tipo climático pode ser mais especificamente determinado pelo estudo dos fatores relativos a cada tipo de clima, representados pela precipitação atmosféricas, umidade, temperaturas e pelos movimentos do ar (ROMERO, 1988).

A ilha de São Luís está localizada ao norte do estado do Maranhão, região Nordeste, entre as coordenadas 02°28'12" e 02° 48'09" (S); e 44°10'18" e 44°30'37" (W). Essa baixa latitude provoca altos índices de ganho de calor (TRINTA, 2007). Segundo o mapa de Koppen-Geiger atualizado de classificação climática, o clima da região é tipo AW - Tropical Úmido (PEEL, M. C. et al., 2007).

Figura 4 - Mapa de Koppen-Geiger atualizado dos tipos de clima na América do Sul.



Fonte: PEEL, M. C. et al., 2007.

As quatro estações do hemisfério sul não são bem marcadas em São Luís, e o clima propicia duas características: de julho a dezembro, quente e estiado com ventos frescos e de janeiro a junho com chuvas intensas, devido ao seu elevado índice pluviométrico, fazendo com que a cidade seja frequentemente ameaçada de inundações e desabamento de encostas (SOUZA, 2012).

Os índices de precipitação pluviométrica são relacionados à umidade relativa do ar. Em São Luís, a umidade média anual é de 85% de acordo com dados do Laboratório de

Meteorologia do Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (LABMET/NUGEO apud SOUZA, 2012). A umidade aumenta a transpiração das pessoas, causando uma grande sensação de desconforto. Associado aos altos índices de ganho de calor das regiões de baixa latitude, o resultado é uma temperatura muito elevada (SOUZA, 2012).

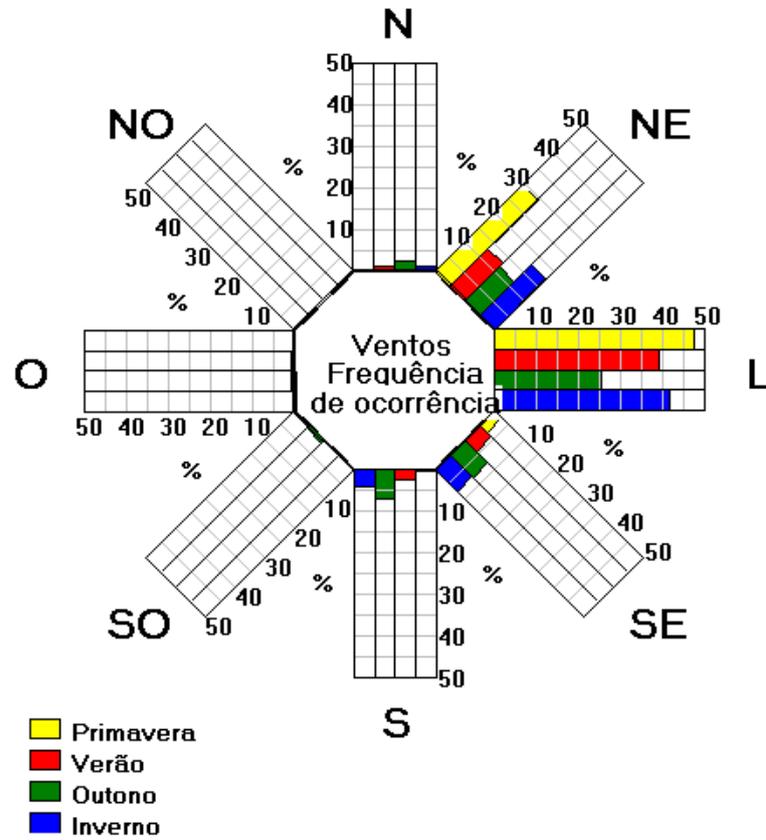
O clima Tropical Úmido é caracterizado por temperaturas altas o ano inteiro, porém com baixa amplitude térmica. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as temperaturas médias anuais históricas máximas e mínimas foram de 30,4° e 23,3°, respectivamente. Esses dados são referentes à série histórica de 30 anos entre o período de 1961 e 1990.

As altas temperaturas provocam efeitos como o aumento da temperatura do espaço interno das edificações, causando sensação de calor e fadiga. Nas áreas abertas, provocam as ilhas de calor urbanas. O fato de São Luís ser uma ilha e, portanto, possuir uma grande massa de água, resulta em uma sensação térmica mais agradável, amenizado pela presença de brisa marítima durante o dia. Os desconfortos ocasionados pelo clima podem ser equilibrados com ventilação abundante, que provoca a evaporação e diminui o excesso de umidade (SOUZA, 2012).

Segundo SOUZA (2012), a região nordeste é a que apresenta maiores índices de radiação no Brasil. Devido à proximidade de São Luís a linha do equador, não se observa grandes variações na duração do dia entre as estações do ano. Os altos índices de radiação favorecem a utilização do uso de energia solar para o aquecimento de água e produção de eletricidade.

Na ilha, os ventos sopram, predominantemente, nas direções lestes e nordeste, como demonstrados na Rosa dos Ventos e no Relatório de Dados Percentuais. Segundo SOUZA, 2012, dados do Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão mostra uma variação na velocidade dos ventos em São Luís, no mês de fevereiro, de no mínimo 1,4m/s e máximo de 47,6m/s. Diante desses dados, pode-se afirmar que São Luís possui ventos com características adequadas para utilização de energia eólica em sistemas pequenos e isolados.

Figura 5 - Rosa dos ventos.



Fonte: Analysis Sol-Ar, 2017.

Tabela 1 - Frequência de ocorrência dos ventos predominantes (%).

	Primavera	Verão	Outono	Inverno
N	0,4	1,0	2,2	1,2
NE	29,5	12,7	11,4	17,3
L	47,5	39,0	25,1	41,3
SE	2,3	3,8	7,8	7,5
S	0,4	2,2	6,9	4,1
SO	0,0	0,0	1,0	0,4
O	0,1	0,5	0,6	0,1
NO	0,1	0,1	0,4	0,4

Fonte: Analysis Sol-Ar 2017.

2.4 Apresentação do projeto: edifício de uso residencial multifamiliar

2.4.1. Lote de implantação e aspectos legais

O local do estudo é um terreno formado por dois lotes na Rua Osíres, Bairro Renascença II – São Luís. De acordo com a Lei 3.253, de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de São Luís, o lote está situado em uma Zona Residencial 9 (ZR9). A zona é definida na lei:

“Inicia-se este perímetro no ponto de interseção da Av. dos Holandeses/Euclides Figueiredo/Colares Moreira, prosseguindo pela última e contornando o limite da área da Polícia Militar até atingir a Av. Jerônimo de Albuquerque, segue com rumo à direita até encontrar a Rua 39, incluindo os lotes à esquerda, donde prossegue com orientação à direita até atingir a Rua 42, prolongando-se por esta até encontrar a Rua Carutapera, donde prossegue 100,00 m, dobrando neste ponto à esquerda até interceptar a Rua das Macieiras, prolongando-se no mesmo sentido pela Rua dos Bicudos até atingir a Av. dos Holandeses, seguindo com rumo à direita até o marco inicial deste limite” (Lei 3.253, 1992).

O uso R2 - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR - MAIS DE 1 UNIDADE HABITACIONAL está presente na lista de usos permitidos na zona, definido no Anexo II – Tabela 5 – De usos das zonas. A ocupação da zona é definida pelo Artigo 43 da Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e está descrita na Tabela 2:

Tabela 2 - Índices urbanísticos da Zona Residencial 2

Definição	Ocupação	
Área Total Máxima Edificada - ATME	210%	
Área Livre Mínima do Lote - ALML	Edificações unifamiliares	40%
	Demais	50%
Afastamento frontal mínimo	Até 4 pavimentos	5 m
	Demais pavimentos	8 m
Gabarito Máximo	10 pavimentos	

Fonte: Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.

Os afastamentos laterais e do fundo de acordo como número de pavimentos estão descritos no Anexo II – Tabela 3 da lei, conforme Tabela 3:

Tabela 3 - Afastamentos laterais e posterior.

PAVIMENTOS	LATERAL PRINCIPAL (M)	LATERAL SECUNDÁRIA (M)	FUNDOS (M)
------------	-----------------------	------------------------	------------

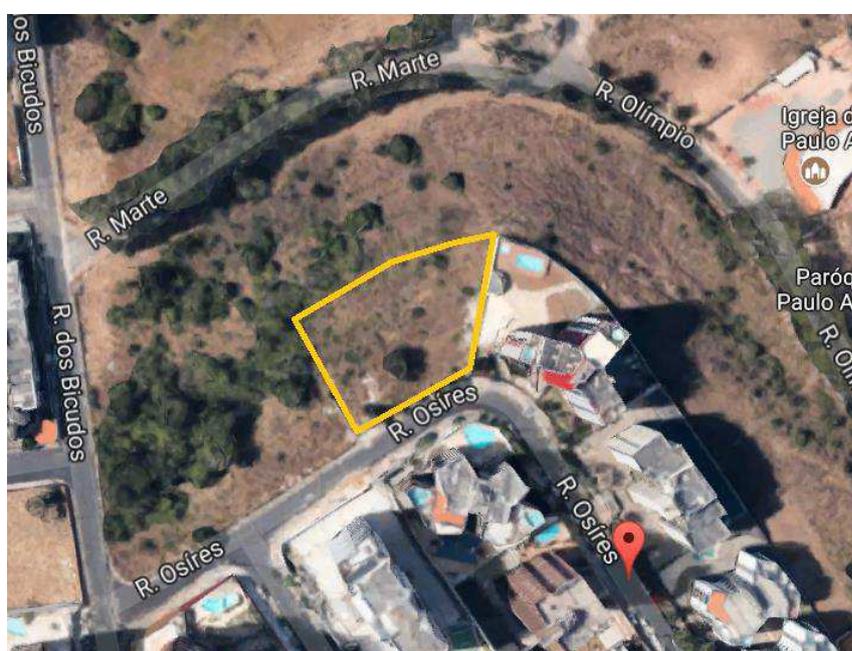
1	1,50	1,50	1,50
2-3	2,50	2,0	2,0
4-5*	3,50	3,0	3,0
6-8*	5,0	4,0	4,0
9-12**	7,0	6,0	6,0
13-15**	10,0	9,0	9,0

*Com até mais um pavimento de garagem

** Com até mais de dois pavimentos de garagem

Fonte: Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.

Figura 6 - Delimitação do lote.



Fonte: Google Maps editado, 2017.

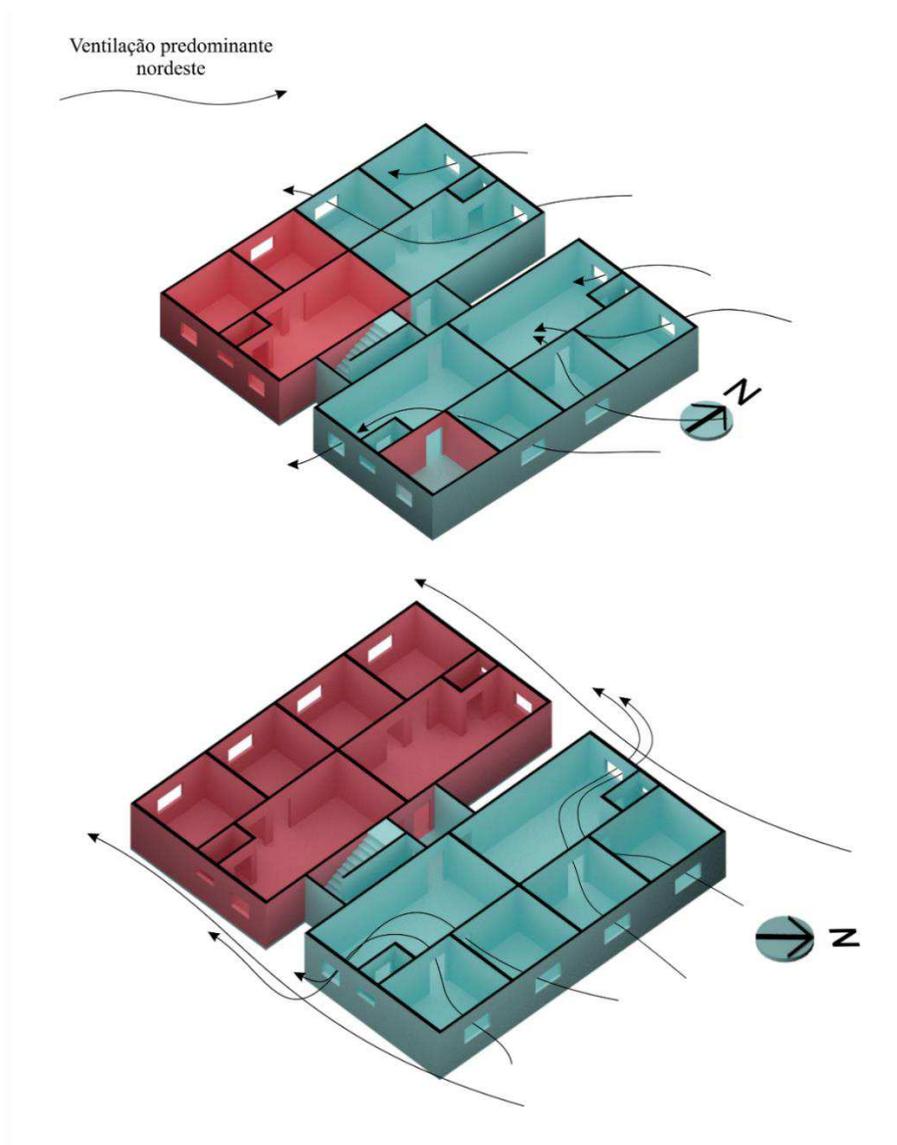
2.4.2. Contextualização e partido arquitetônico

O presente projeto destina-se a concepção de um edifício multifamiliar de uso residencial. A edificação terá 10 pavimentos e 4 apartamentos por andar, totalizando 40 unidades habitacionais. O conceito deste projeto é a busca por soluções arquitetônicas para problemas de impacto ambiental. Para tal, foram observadas as condições climáticas da região, descritas no tópico 2.3 deste documento. A arquitetura projetada busca melhorar o conforto térmico interno, ao mesmo tempo que diminui os impactos no entorno. Para tal, o estudo inicial da volumetria deu-se como descrito a seguir.

Percebeu-se que a configuração tradicional de “Bloco H” impede que pelo menos uma coluna de apartamentos receba ventilação natural. Além disso, a repetição da planta de

apartamento pode ocasionar a abertura de esquadrias que não recebem a ventilação natural ou que não permita a ventilação cruzada, mesmo com a variação da orientação solar. Essa situação está demonstrada na figura a seguir, onde, em vermelho, estão representados os ambientes que não recebem ventilação:

Figura 7- Má ventilação em pavimento tipo "Bloco H'.



Fonte: Produção própria, 2017.

A partir do estudo da carta solar, buscou-se propor outras formas de pavimento tipo que priorizasse a ventilação natural, com abertura de esquadrias adequadas e ventilação cruzada. Para as demais áreas da edificação, o estudo da insolação também foi determinante para definir o conforto e a eficiência dos ambientes internos e externos.

Estabelecido o estudo inicial da insolação e ventilação e o plano de necessidades, procedeu-se com a definição dos parâmetros e indicadores sustentáveis que guiarão o projeto. Como apresentados no tópico 2.2, os requisitos e critérios do LEED BD+C serviram de ponto de partida para a concepção da edificação. Também foi utilizado o método prescritivo exposto na ABNT NBR 15575.

2.4.3. Apresentação do projeto

Figura 8 - Perspectiva da edificação.



Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 9 - Pavimento térreo.



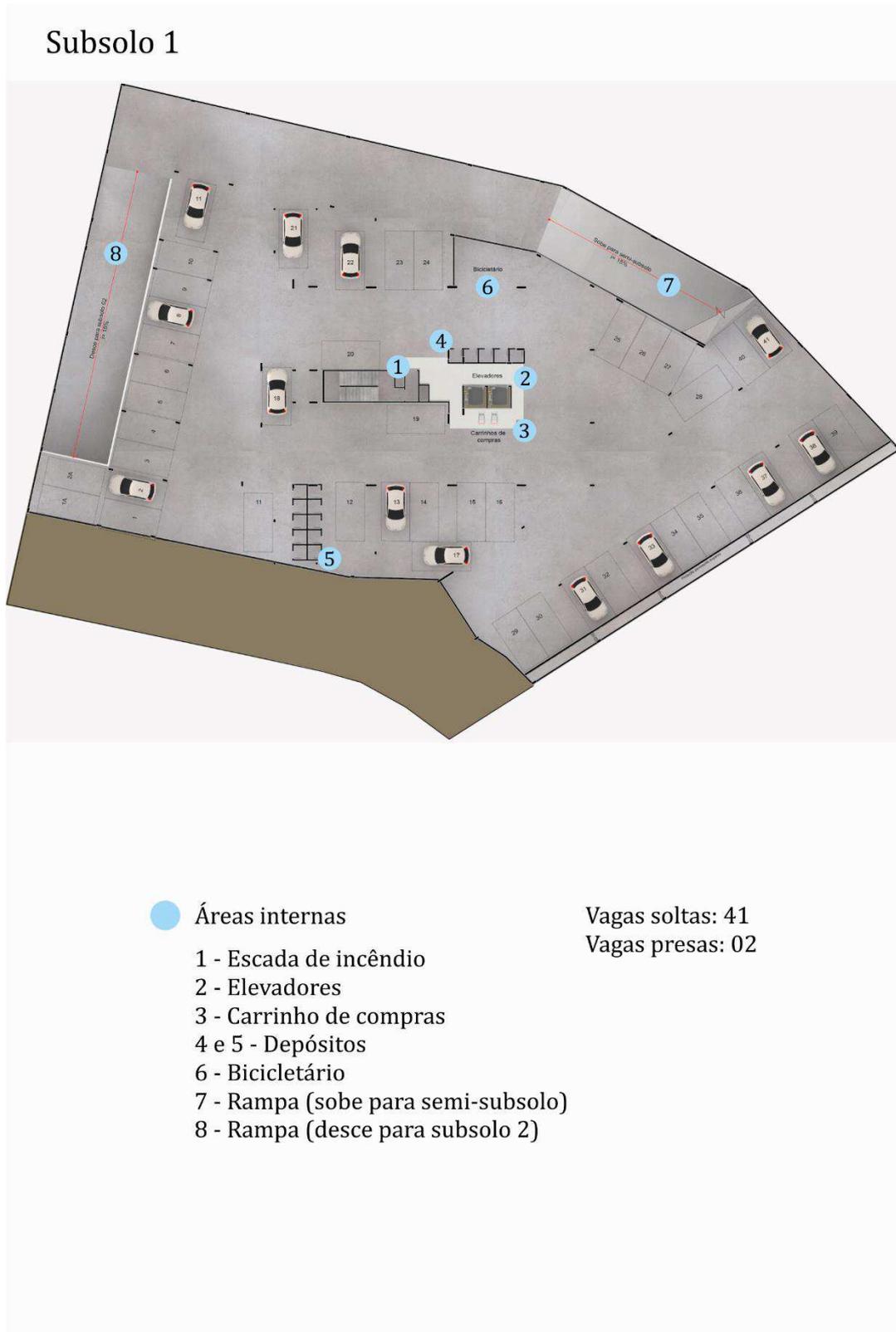
Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 10 - Semi-subsolo.



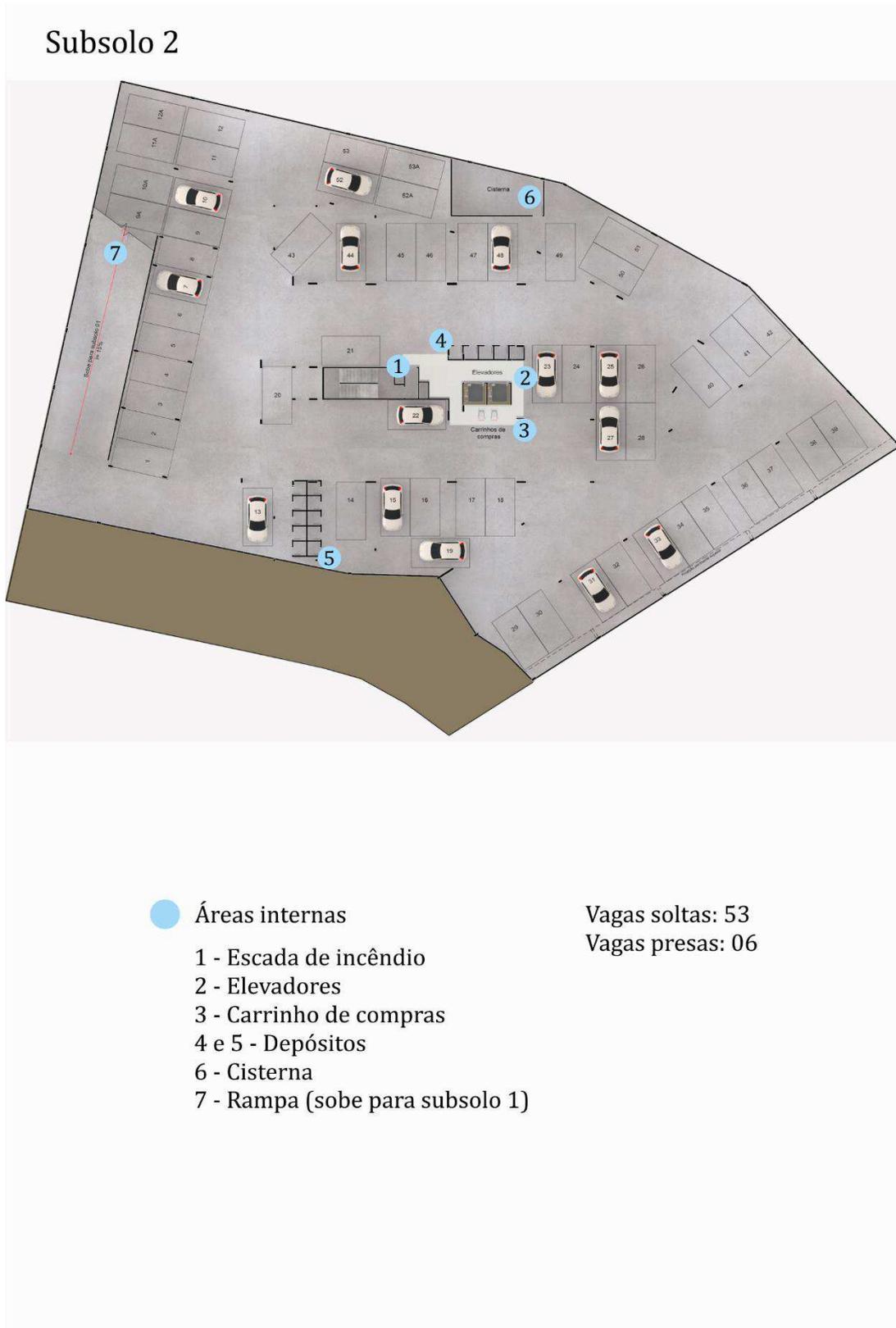
Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 11 - Subsolo 1.



Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 12 - Subsolo 2.



Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 13 - Cobertura.



Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 14 - Pavimento tipo.

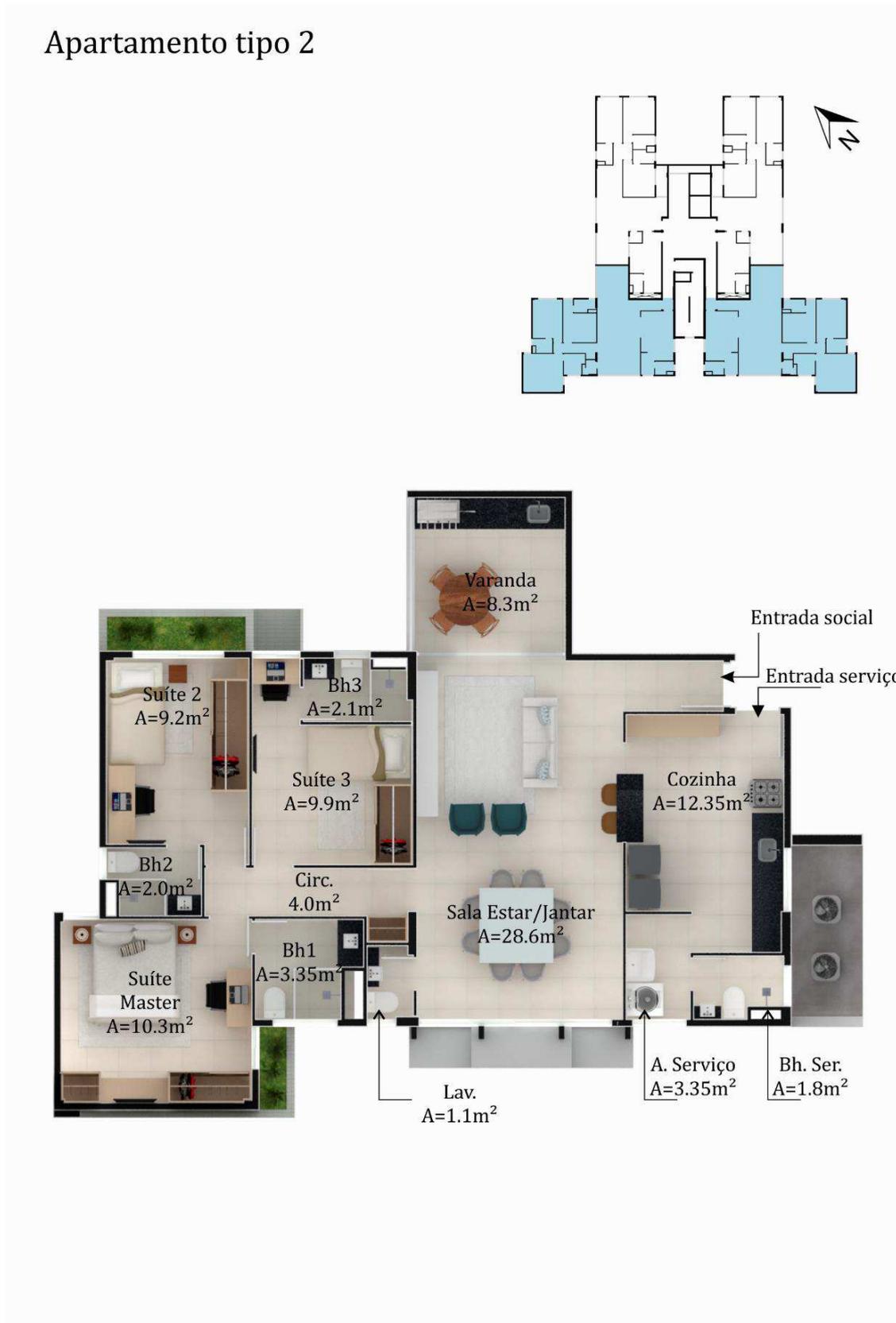


Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 15 - Apartamento tipo 1 – 103 m².



Fonte: Produção própria. 2017.

Figura 16 - Pavimento tipo 2 – 116 m².

Fonte: Produção própria. 2017.

2.4.4. Memorial justificativo

Neste memorial justificativo estão apresentadas todas as escolhas arquitetônicas referentes ao projeto do edifício residencial multifamiliar, justificando as necessidades de determinadas características em detrimento de outras e os resultados dessas escolhas.

2.4.4.1. Localização

O local de implantação do edifício é um lote no bairro Renascença II. Essa localização foi escolhida por ser um bairro bastante adensado da cidade de São Luís, tendo uma grande concentração de torres. Essa característica favorece a implantação do edifício sob o ponto de vista da sustentabilidade, pois apresenta infraestrutura consolidada, que poderá ser usufruída pelos novos moradores. A implantação de novas construções em bairros já consolidados previne o desenvolvimento de locais inapropriados e diminui o impacto ambiental do edifício sob o entorno, com a preservação de áreas verdes e recursos naturais.

O Renascença II é um bairro residencial com alta densidade e apresenta diversos serviços básicos com acesso de modalidade pedestre como farmácias, escolas, lojas de conveniências, salão de beleza, restaurantes, escritórios, clínicas de saúde, praças, lavanderias, correios, bancos, etc.

Figura 17- Serviços básicos em um raio de 800 metros da implantação.



Fonte: Google Earth editado, 2017.

2.4.4.2. Transporte

- Bicicletas

Como solução para diminuir a poluição e impactos oriundos dos veículos motorizados e sua infraestrutura, o edifício introduz espaços para meios de transportes alternativos.

Em dois dos três pavimentos de garagem há área coberta para armazenamento de bicicletas. Utilizando um modelo de suporte com vagas para cinco bicicletas, foi disponibilizado espaço para pelo menos 80 bicicletas de propriedade dos moradores. Com a expectativa de uma média de cinco moradores por apartamento, o que totaliza 200 moradores, o número de bicicletas armazenadas representa 40% dos ocupantes do edifício, quase três vezes o mínimo exigido pela certificação LEED (15%).

Além das bicicletas de propriedade dos moradores, dois suportes com dez bicicletas comunitárias serão disponibilizados no pavimento térreo. O objetivo é fornecer a infraestrutura de suporte para transporte compartilhado e estimular o uso da bicicleta como um serviço oferecido pelo condomínio.

Figura 18 - Modelo de suporte para bicicletas com cinco vagas.



Descrição

- Pode ser fixado no chão;
- Acompanha parafusos e buchas;
- Possui vagas para 05 bicicletas;
- Fácil para estacionar;
- Pode ser utilizado como bicicletário em indústrias, lojas, supermercados e condomínios ou como expositor em lojas;
- Medida: 600mm de largura e 1500 mm de comprimento;

Fonte: <https://mopbike.com.br>. 2017.

- Transporte coletivo

O condomínio também fornece infraestrutura para facilitar o uso compartilhado de veículos com uma vaga para estacionamento de vans ou outros tipos de veículos de transporte em massas na área externa do condomínio, próximo às vagas de estacionamento para visitantes.

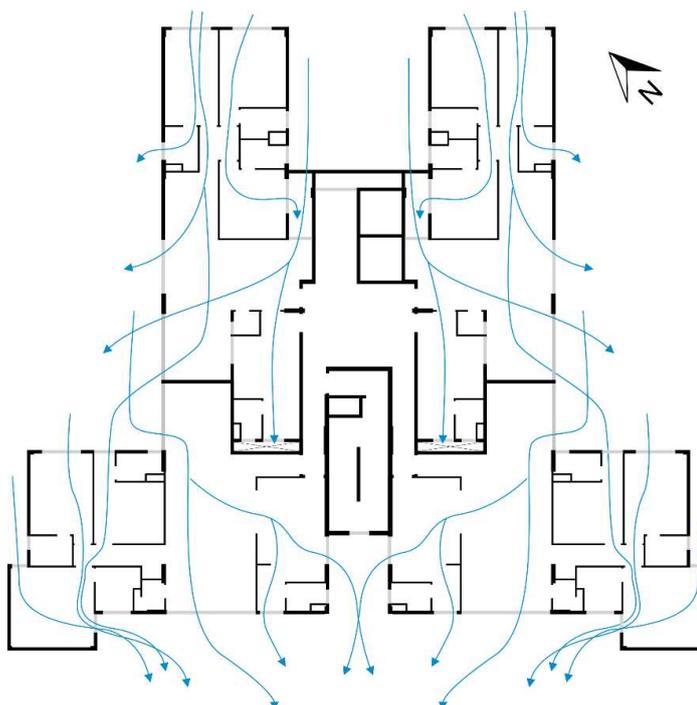
- Vagas para veículos

Para reduzir as ilhas de calor e minimizar os impactos no microclima da região, todas as vagas de carros dos moradores são cobertas. Todos os apartamentos tem no mínimo 3 vagas de garagem, havendo vagas disponíveis para uso do condomínio, por aluguel, ou compra direta com a construtora. No total são 124 vagas soltas e 8 presas, estas sendo vagas extras e obrigatoriamente de propriedade de um mesmo morador, a quem pertence a vaga solta e a que a prende. Existem cinco vagas descobertas para visitantes na parte externa do condomínio.

2.4.4.3. Ventilação e qualidade do ar

O pavimento tipo foi concebido para ter o melhor aproveitamento de ventilação natural, utilizando a ventilação cruzada como estratégia para o maior conforto e qualidade do ar. As esquadrias foram dimensionadas para ter área de abertura equivalente a 8% da área do ambiente, conforme orientações da ABNT NBR 15575. A ventilação predominantemente nordeste é bem aproveitada em todos os quatro apartamentos do pavimento tipo. Em um único mês do ano (junho), existe uma variação da ventilação predominante para o leste (Analysis Sol-Ar, 2017). Essa variação prejudicaria um dos apartamentos (apartamento tipo 2, coluna poente), senão pela ventilação cruzada que permite que o ar atravesse o pavimento tipo e ventile parcialmente essa coluna de apartamentos (figura 19).

Figura 19 - Circulação do ar no pavimento tipo utilizando ventilação cruzada.



No pavimento térreo, as diferentes opções de lazer foram posicionadas pensando no aproveitamento da ventilação de acordo com o tipo de uso de cada ambiente. Devido a frequência de uso, a academia, brinquedoteca e salão de jogos foram posicionados nas áreas com maior ventilação. Optou-se por posicionar o salão de festas na área mais quente devido ao uso esporádico e por ser um ambiente cujo uso é associado a climatização artificial, embora este também receba ventilação natural suficiente para garantir seu conforto. A estratégia da ventilação cruzada foi utilizada neste pavimento para a ventilação do salão aberto.

Nos pavimentos garagem a troca de ar foi feita utilizando elementos vazados (semi-subsolo) e dutos de ventilação (subsolo 1 e subsolo 2). Para garantir a qualidade do ar, é proibido fumar em todos os ambientes comuns fechados.

2.4.4.1. Temperatura e conforto interno dos ambientes

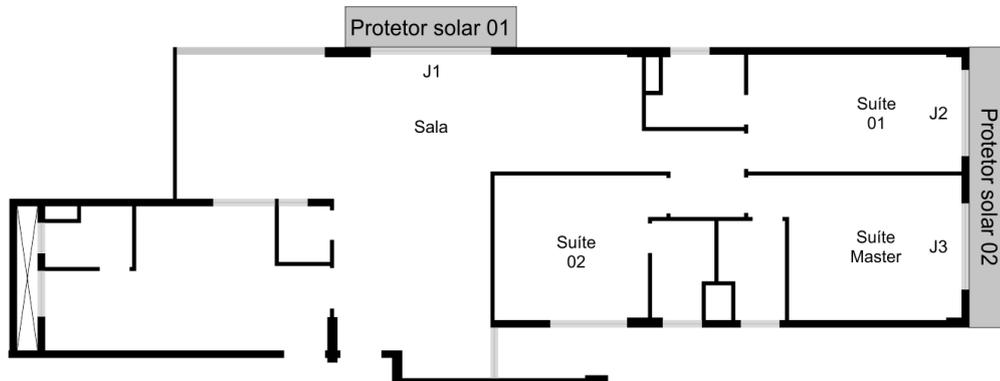
As grandes aberturas de esquadrias do pavimento tipo permitem a ventilação e iluminação natural. Entretanto, a incidência solar na fachada produz calor e muitas vezes as cortinas e climatização artificial são utilizados para minimizar esses efeitos negativos, aumentando o consumo energético. Para isso, foram utilizados protetores solar nas aberturas necessárias. Dessa forma, a incidência solar nas esquadrias nos períodos mais críticos foi consideravelmente diminuída. O cálculo dos protetores foi feito com auxílio do software SOLAR e as simulações da incidência solar (com e sem os protetores solares) foram feitas pelo software IES VE, comprovando a eficiência dessas instalações na arquitetura, conforme descrito a seguir.

Figura 20 - Indicação dos tipos de apartamentos.



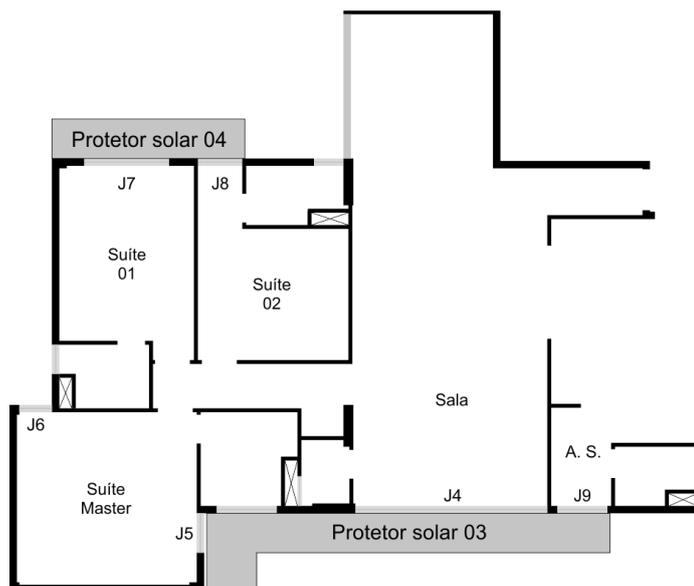
Fonte: Produção própria, 2017.

Figura 21- Indicação das esquadrias no apartamento tipo 2.



Fonte: Produção Própria, 2017.

Figura 22 - Indicação das esquadrias no apartamento tipo 2.



Fonte: Produção Própria, 2017.

- Apartamento tipo 1 – Sala (J1)

As peles de vidro (J1) nos apartamentos tipo 1 recebem alta incidência solar, mesmo no apartamento nascente. Como o vidro é um material com alta capacidade de absorver o calor, essa incidência cria um aumento da temperatura interna. A instalação dos protetores solar na fachada dos dois apartamentos se mostrou eficiente na diminuição da incidência e preservação do conforto.

Sem os protetores, o apartamento poente receberia, a partir das 14 horas (em todos os meses e, de maio a junho, a partir das 11 horas), incidência muito elevada. Com os protetores essa incidência passou a ser nula até as 14 horas em todos os meses, e baixa ou média das 15 até as 17 horas (quadro 1).

No apartamento nascente a incidência (quadro 2) seria elevada a partir das 7 horas da manhã durante todo o ano (e em até 5 meses do ano receberia incidência elevada a partir das 6 horas). Esse nível de incidência persistiria até as 10 horas da manhã de maio a agosto. Em dois meses do ano chega até as 13 horas. Com os protetores a incidência é baixa a partir das 8 horas da manhã em 10 meses (exceto janeiro e fevereiro, que tem incidência média).

Quadro 1 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J1 com ou sem protetor solar 01 – Apartamento poente tipo 1.

Sem protetor (% incidência solar)	Legenda
-----------------------------------	---------

Jul	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
Out	100	100	84	97,6	100	100	100	0	0	0	0	0	0
Nov	75	82,6	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
Dez	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
Com protetor (% incidência solar)													
Mês	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Jan	0	67,7	28,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fev	0	68	25,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar	0	59,9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abr	93	44,5	4,6	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	91,2	35,4	6,8	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun	0	38,1	9,1	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul	0	43,6	9,5	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0	45,7	6,5	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	88,6	43,7	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Out	83,3	44,2	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov	79,4	51,2	13,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez	88,9	60,6	23,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: IES VE, 2017.

- Suítes 01 e *Master* (J2 e J3)

Nos dois apartamentos (poente e nascente), a abertura destes ambientes recebem incidência semelhante, uma vez que ambos estão voltados para o nordeste. Não recebem insolação direta poente, o que acontece principalmente no período da manhã. Nos meses de maio a agosto, entretanto, essa insolação chega até as 13 horas. Nessas esquadrias foram instaladas jardineiras, que agem como protetores solares para prevenir essa insolação mais agressiva do período da tarde (quadro 3).

Quadro 3 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J2 com ou sem protetor solar 02 – Apartamento poente tipo 1.

Sem protetor (% incidência solar)														Legenda	
Mês	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	% da Area Exposta	
Jan	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	Pouco	0-25%
Fev	0	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	Médio	25%-50%
Mar	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	Elevado	50%-75%

Abr	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	Muito Elevado	75%-100%
Mai	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0		
Jun	0	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0		
Jul	0	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0		
Ago	0	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0		
Set	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0		
Out	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0		
Nov	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dez	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0		
Com protetor (% incidência solar)															
Mês	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
Jan	0	100	63,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Fev	0	100	94,7	29,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mar	0	100	100	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Abr	95,6	100	100	83,5	32,1	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mai	96,1	100	100	96,8	58,3	0	0,4	10,1	0	0	0	0	0		
Jun	0	100	100	100	72,4	24,1	2	13,8	0	0	0	0	0		
Jul	0	100	100	100	71,8	21,8	0,6	10,5	0	0	0	0	0		
Ago	0	100	100	93,5	50,6	0	0	4,2	0	0	0	0	0		
Set	98,4	100	100	62,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Out	100	100	77,5	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nov	100	100	42,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dez	100	100	33,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Fonte: IES VE, 2017.

- Apartamento tipo 2 – Sala (J4)

Nos dois apartamentos tipo 2 (poente e nascente), as peles de vidros são completamente viradas para o poente, o que tornaria inviável do ponto de vista da incidência solar. Para viabilizar a aplicação e permitir a ventilação e iluminação, além da sensação de amplitude criada pela esquadria, os protetores solares (protetor solar 03) foram calculados para fornecer proteção no mínimo do período das 13 horas às 17 horas. Sem os protetores, a incidência é muito elevada a partir das 14 horas em oito meses do ano, sendo em fevereiro a partir das 11 horas. Com os protetores solares, a incidência cai drasticamente, com pouca incidência até as 17 horas nos meses de fevereiro a agosto e média nos demais meses do ano até o mesmo horário (quadro 4).

Quadro 4 - Simulação de porcentagem de incidência solar sobre esquadria J4 com ou sem protetor solar 03 – Apartamento poente tipo 2.

Sem protetor (% incidência solar)	Legenda
-----------------------------------	---------

Mês	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	% da Area Exposta	
Jan	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	Pouco	0-25%
Fev	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	Médio	25%-50%
Mar	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	Elevado	50%-75%
Abr	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	0	Muito Elevado	75%-100%
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	100	98,4	92	89,1	0		
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	100	97,2	88,2	86,6	0		
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	100	98,7	90,1	88	0		
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	95,5	100	0		
Set	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	0		
Out	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	0		
Nov	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	0		
Dez	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	0		
Com protetor (% incidência solar)															
Mês	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
Jan	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	27,6	74,7		
Fev	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,6	4,6	5	21,5	68,9		
Mar	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,7	5,7	20,2	74		
Abr	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,8	6,2	23,8	0		
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,9	21	0		
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,6	11,5	0		
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,6	9,9	0		
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,8	5,7	20,1	0		
Set	0	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,9	6,5	28,7	0		
Out	0	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,6	4,7	6,2	37	0		
Nov	0	0	0	0	0	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	8,2	41,3	0		

Fonte: IES VE, 2017.

- Apartamento tipo 2 – Suíte *master* (J7 e J8)

A suíte *master* recebeu duas esquadrias para (i) receber a ventilação predominante nordeste (J8) e (ii) facilitar a ventilação cruzada. No apartamento poente as duas esquadrias não recebem sol no período da tarde. Já no apartamento nascente, a esquadria J7 fica voltada para oeste, portanto recebe insolação no período da tarde. O protetor solar que protege a esquadria J4 (na sala) se estende até a esquadria J7 para fazer a proteção desta abertura.

- Apartamento tipo 2 – Suítes 01 e 02 (J7 e J8)

Nov	81, 7	42, 3	9,7	1,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez	87, 8	48, 5	14,7	3,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: IES VE, 2017.

No pavimento térreo, a incidência solar foi estudada para o melhor posicionamento da piscina. As áreas expostas a insolação poente foram consideradas mais adequadas pois exclui a necessidade de aquecedor de água para o uso. Para potencializar este aquecimento, foi utilizado guarda-corpo de vidro nos perímetros da piscina, de forma que estes não são barreiras para o sol.

A área de churrasqueira próxima a piscina é protegida do sol com o uso de pergolados e as próprias paredes de alvenaria. O sombreamento somado com a ventilação em abundância diminui o ganho de calor no espaço coberto.

As áreas voltadas para a nascente foram utilizadas para a instalação do *play-ground* e do mini-campo de futebol, que poderão ser melhor aproveitados uma vez que à tarde estão protegidos dos raios solares mais agressivos.

2.4.4.2. Cobertura

Na cobertura há espaço para instalação de 94.6m² de painéis solares para geração de energia elétrica. Esse meio de produção de energia foi escolhido por ter sido constatado que em São Luís este método é de grande eficiência. Também há espaço suficiente para instalação de aerogeradores, que poderia ser feito de forma simultânea com as placas solares e ambas as energias limpas funcionariam como energias auxiliares, embora possam suprir em grande percentual o abastecimento de energia.

2.4.4.3. Consumo de energia

Para diminuir o consumo de energia, será feita opção por modelo de aparelhos eletrônicos como eletrodoméstico e elevadores com selo de eficiência em consumo de energia. Também serão instalados interruptores com sensor de movimento e temporizadores, diminuindo o consumo de energia elétrica para iluminação artificial.

2.4.4.4. Uso de água

Para diminuir o consumo de água, será instalado um sistema de captação de água da chuva nas áreas permeáveis. Esta água será reutilizada para rega de plantas, lavagem de áreas comuns e outras funções de serviço.

Além disso, todas as torneiras de áreas comuns, isto é, dos banheiros e pias de apoio das áreas de cozimento, serão de modelos para a redução do consumo de água, com temporizadores ou redutores de vazão. As torneiras dos banheiros e área de serviço das áreas privativas também terão redutores de vazão, sendo de competência do condomínio estabelecer normas para reformas internas.

2.4.4.5. Coleta e armazenamento de resíduos

Nos pavimentos térreo e garagens (subsolos) existem pontos de coleta de materiais recicláveis, utilizando modelo de lata de lixo para coleta seletiva. Esses resíduos são armazenados em lixeiras no pavimento térreo própria para orgânicos e recicláveis que tem acesso pela rua para coleta feita por empresa pública ou privada. Também foi proposto um ponto de coleta para depósito de pilhas e baterias para reciclagem.

Em 2017 foi inaugurado um Ecoponto na Rua Netuno, Renascença II, onde moradores desse bairro e de adjacentes podem descartar seus resíduos reciclados e resíduos não coletado pelo serviço de coleta convencional como material de construção civil. Para a efetividade da coleta seletiva no edifício, é responsabilidade do condomínio realizar o transporte do lixo coletado até o Ecoponto.

Figura 23 - Ecoponto localizado na Rua Netuno.



Fonte: oimparcial.com.br

Figura 24 - Modelos de lixeira para coleta seletiva.



Fonte: <http://www.metalpan.com.br/>; <http://www.metalpan.com.br/>; <http://www.lixlimp.com.br>.

Figura 25 - Coletor de baterias para reciclagem.



Fonte: <http://www.solucoesindustriais.com.br>.

2.4.4.1. Opções de lazer

Sob a área de projeção da torre e nas áreas descobertas adjacentes existem várias opções de lazer. A localização de cada área foi determinada pelo aproveitamento da ventilação e sombreamento, como explicado anteriormente.

Neste empreendimento existem: 01 Salão de festas equipado com cozinha auxiliar e banheiros acessível para deficientes (PDC) masculino e feminino; 01 Salão de jogos; 01 espaço fitness; 01 espaço gourmet; 01 brinquedoteca (espaço kids); 01 Sauna equipada com duchas e banheiros PCD masculinos e femininos. E nas áreas descobertas: 01 mini campo de futebol; 01 Playground; 01 Praça de contemplação; 01 Redário; 01 Bosque; e 01 Horta.

Esses três últimos espaços foram pensados para resgatar o contato entre o homem e o meio ambiente. Com várias áreas verdes, espera-se diminuir o ganho de calor através da evaporação da água presentes no solo e nas espécies vegetais.

É possível o cultivo de espécies vegetais com raízes mais profundas (portanto de maior porte e com maior sombreamento) devido a camada de solo sobre o pavimento garagem (subsolo 1). No espaço da horta, os ganhos vão além do conforto térmico: os moradores podem cultivar hortaliças para consumo próprio. A praça de contemplação aproveita o sombreamento feito pela torre e a ventilação natural para criar uma área de vivência. Todas as espécies especificadas pelo projeto paisagístico deverão ser apropriadas para o clima, não havendo necessidade de regas constantes.

2.5 Análise dos resultados

Os resultados desta pesquisa se dividem em duas partes: fatores encontrados para elaboração do projeto (fatores pré-projeto); e conclusões após a elaboração do projeto (conclusões pós-projetos). Os fatores pré-projeto são aqueles que fundamentaram o projeto como a análise do clima de São Luís e determinação de parâmetros sustentáveis. As conclusões pós-projetos são as análises da eficiência da arquitetura proposta.

Como resultado da análise do clima e microclima do local de implantação de um edifício multifamiliar com bases sustentáveis em nível preliminar (na cidade de São Luís e Bairro Renascença II), foi determinado que esta é uma região com altos índices de ganho de calor, gerando uma temperatura muito elevada, além de uma umidade do ar que chega a até 85%. Esses fatores estão ligados ao desconforto térmico que causam fadiga e mal-estar. As instalações prediais de refrigeração são utilizadas para diminuir esses efeitos negativos das altas temperaturas, causando um significativo consumo de energia.

Por isso, soluções para a crise energética se torna um importante pilar na construção de parâmetros e bases sustentáveis para edifícios. Conforme existem mais apartamentos por pavimento tipo, maior é a dificuldade de aproveitamento da ventilação natural. Isto porque o padrão de construção em “caixas”, que não explora a plasticidade da arquitetura, impede que as esquadrias sejam abertas para as orientações corretas. Entretanto, a sustentabilidade ambiental na arquitetura não se limita a isto. Para tal, foi escolhido o sistema de certificação LEED como inspiração para as linhas-guia do projeto.

Como resposta ao impacto do edifício proposto no que diz respeito a *localização e transporte*, a sustentabilidade se justifica já que a edificação foi implantada em um bairro adensado e com infraestrutura pré-estabelecida. Além disso, bicicletas e transporte coletivo são meios de transportes previstos pelo projeto.

O edifício busca um *espaço sustentável*. São medidas para reduzir as ilhas de calor: (i) a cobertura de todas as vagas de garagem permanentes; (ii) a presença de 540,6m² de área verde; e (iii) os painéis solares na cobertura, que além de produzir energia, são altamente reflexivos, colaborando com a diminuição das ilhas de calor. As áreas permeáveis (áreas verdes) também servem para captação de água pluvial, que poderá ser reutilizada. O projeto das áreas abertas encoraja a interação do usuário com o meio ambiente, assim como a recreação e interação social.

Para a *eficiência e economia no uso de água*, foi decidido por especificar (na etapa executiva do projeto) modelos de torneiras com temporizadores e/ou redutores de vazão para todas as áreas comuns e privativas, buscando a redução do consumo de água no espaço interno. No espaço externo, foi proposta a utilização de espécies vegetais adequadas para o clima quente e úmido, não havendo necessidade de rega constante (as espécies serão especificadas em projeto paisagístico complementar).

Quanto a *energia e atmosfera*, o projeto apresenta resultados positivos com a instalação dos protetores solares. Fazendo uma análise comparativa entre a edificação projetada e ela mesma sem os elementos pressupostos, as simulações de computador demonstram uma drástica diminuição da incidência solar nas esquadrias, que, sem estes elementos, seria muito elevada. A diminuição da incidência solar nas esquadrias influencia duplamente: permite a iluminação natural, uma vez que essas esquadrias não serão cobertas com cortinas ou persianas; e diminui a necessidade de refrigeração artificial, uma vez que se diminui os ganhos de calor. Portanto, é possível reduzir o consumo de energia no edifício. Na edificação também existe produção de energia limpa, obtida através dos 94.6m² de painéis solares instalados na cobertura.

Correspondendo ao critério *Materiais e recursos*, o projeto dispõe pontos de coleta de reciclados em todos os pavimentos comuns. Esses resíduos são armazenados em lixeiras no pavimento térreo próprias para orgânicos e recicláveis. Também foi proposto um ponto de coleta para depósito de pilhas e baterias para reciclagem.

Sobre a *Qualidade ambiental interna*, as plantas baixas foram concebidas para o melhor conforto interno da edificação. O projeto garante o desempenho mínimo de qualidade interna do ar utilizando estratégia de ventilação natural cruzada, com entradas de vento do pavimento tipo correspondentes a 8% da área dos ambientes. As grandes esquadrias também são decisivas para a iluminação natural, conectando o edifício com as áreas externas e reduzindo a utilização da energia elétrica com a introdução da luz do dia no ambiente. Por fim, para melhor qualidade do ar, é proibido fumar em todas as áreas comuns de ambiente fechado.

3. CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho é compreender como a concepção da arquitetura pode influenciar na sustentabilidade da edificação. Para isso, foi desenvolvido um projeto a nível de estudo preliminar de um edifício multifamiliar com bases sustentáveis para São Luís, Maranhão.

Analisando o clima e microclima do local de estudo (cidade de São Luís e o bairro Renascença II), concluiu-se que se trata de um clima quente e úmido, com alto ganho de calor e umidade de até 85%. A sensação de mal-estar devido ao clima se agrava com as escolhas erradas de materiais e impermeabilização do solo, que causa os efeitos das ilhas de calor, presente no bairro de estudo. Esses efeitos negativos do clima são combatidos com o uso de refrigeração artificial, que aumentam o consumo de energia. Entretanto, foi constatado que o clima de São Luís é propício para produção de energia solar e eólica, e a ventilação natural pode ser utilizada como meio de diminuir o calor interno das edificações.

Foi escolhido o sistema de certificação ambiental Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), categoria LEED BD+C (Building Design + Construction - novas construções e grandes reformas), como fundamento para as escolhas sustentáveis do projeto.

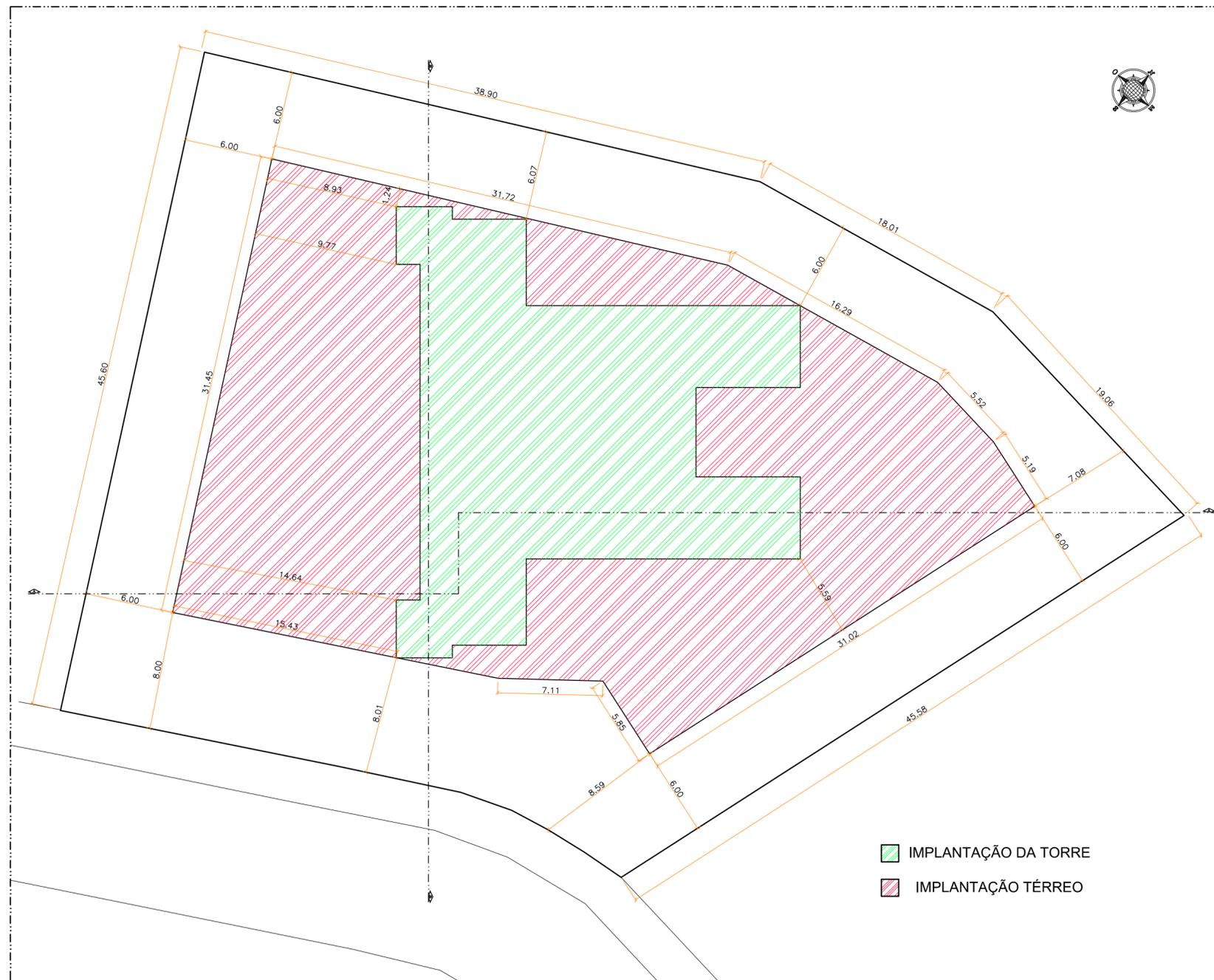
Para auxiliar a análise dos resultados obtidos foram comparadas a edificação projetada e a mesma edificação se retirada os elementos pressupostos, utilizando o software IES VE, da empresa americana Environmental Solution. Os protetores solares projetados se mostraram eficientes na redução da incidência solar nas esquadrias, o que diminui o calor interno da edificação. Outros resultados foram obtidos com uma análise subjetiva do projeto.

REFERÊNCIAS

- AsBEA. **Guia sustentabilidade na arquitetura:** diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. Grupo de Trabalho de Sustentabilidade. São Paulo: Prata Design, 2012. Disponível em: < <http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/asbea-sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 30/09/2017.
- BURNETT, C. F. L. **A cidade e as torres.** In: São Luís por um triz: escritos urbanos regionais. São Luís, 2011. P. 45- 46. Disponível em: < <http://www.secid.ma.gov.br/files/2014/09/S%C3%A3o-Luis-por-um-triz-escritos-urbanos-e-regionais.pdf>>. Acesso em: 02/09/2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Relatório Síntese – ano base 2016.** Brasília, DF, 2017. Disponível em https://ben.epe.gov.br/downloads/S%c3%adntese%20do%20Relat%c3%b3rio%20Final_2017_Web.pdf. Acesso em: 14/08/2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional – 2017.** Brasília, DF, 2017. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/default.aspx?anoColeta=2017>. Acesso em: 14/08/2017.
- EDWARDS, B. **Guía básica de la sostenibilidad.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2004. Instituto de Saúde e Sustentabilidade. **Padrões de qualidade do ar em São Paulo necessitam de revisão urgente, aponta nova pesquisa do Instituto Saúde e Sustentabilidade.** 14/08/2017. Disponível em: < <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/noticias/poluicao-mata-duas-vezes-mais-que-o-transito-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 30/09/2017.
- GONÇALVES, J.C.S.; DUARTE, D.H.S. **Arquitetura sustentável:** uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3720/2071>>. Acesso em: 30/09/2017.
- IPHAN. **Centro Histórico de São Luís (MA).** 2014. <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/34>>. Acesso em: 17/10/2017.
- LAMBERTS, R. Aula 12: **Diretrizes Construtivas para Habitações no Brasil.** UFSC. Florianópolis. 2016. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20NBR15575%20-%20Diretrizes%20const%20para%20hab.pdf>>. Acesso em: 20/10/2017.

- LEITE, C. G. **Alterações da ventilação urbana frente ao processo de verticalização de avenidas litorâneas**: o caso da Avenida Litorânea de São Luís/MA. 2008. 229 f. Dissertação – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-11012010-142500/publico/LEITE_Carolina.pdf>. Acesso em: 02/09/2017.
- MIKHAILOVA, I. **Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática**. Revista Economia e Desenvolvimento, n. 16, 2004.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Nosso Futuro Comum**. 1987. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>>.
- PEEL, M. C. FINLAYSON, B. L. MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification**. *Hydrology and Earth System Science*. Austrália. 2007. Disponível em: <<https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>>. Acesso em: 03/09/2017.
- Prefeitura municipal de São Luís. **Lei 3.253**, de 29 de dez de 1992. *Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano*. São Luís, MA, dez 1992.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: P. W., 1988.
- SABATELLA ADAM, R. **Princípios do Ecoedifício**: interação entre Ecologia, Consciência e Edifícios. São Paulo: Aquariana, 2011.
- SOUZA, S. M. **O Clima de São Luís e as estratégias sustentáveis ambientais**. In: Aspectos Urbanos de São Luís: uma abordagem multidisciplinar. São Luís: EdUEMA, p. 224 – 232. 2012.
- SOUZA, S. M. **Sustentabilidade Ambiental para Novos Condomínios Urbanísticos**: um desafio para o planejamento das áreas de expansão urbana das grandes cidades. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas. 2016. 264 p.
- TRINTA, P.V. **Análise bioclimática do bairro do Renascença II – São Luís, MA**: Realidade e perspectiva do conforto térmico em espaços externos. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/12329/1/PatriciaVT_DISSERT.pdf>. Acesso em: 02/09/2017.
- U.S. Building Council. **LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Project. United States**, 2008. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs5546.pdf>> Acesso em: 02/09/2017.

APÊNDICES



 IMPLANTAÇÃO DA TORRE
 IMPLANTAÇÃO TÉRREO

IMPLANTAÇÃO
 esc 1:250

QUADRO DE ESQUADRIAS

CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
J1	1,00	1,70	1,10	3
J2	1,00	1,50	1,10	1
J3	2,60	2,50	0,20	1
J4	1,15	1,00	1,10	1
J5	1,00	1,20	0,90	1
J6	1,00	0,65	1,10	1
J7	1,00	0,80	1,10	1
J8	1,70	0,80	0,40	1
J9	3,85	2,50	0,20	1
J10	1,00	1,00	1,10	1
J11	1,00	1,20	1,10	1
B1	0,50	0,75	1,60	3
B2	0,50	0,60	1,60	3
B3	0,50	0,90	1,60	1
B4	0,60	0,50	1,50	2
B5	0,50	1,20	1,60	1
P1	2,10	0,80	-	5
P2	2,10	0,70	-	6
P3	2,10	0,60	-	10
P5	2,10	2,80	-	-

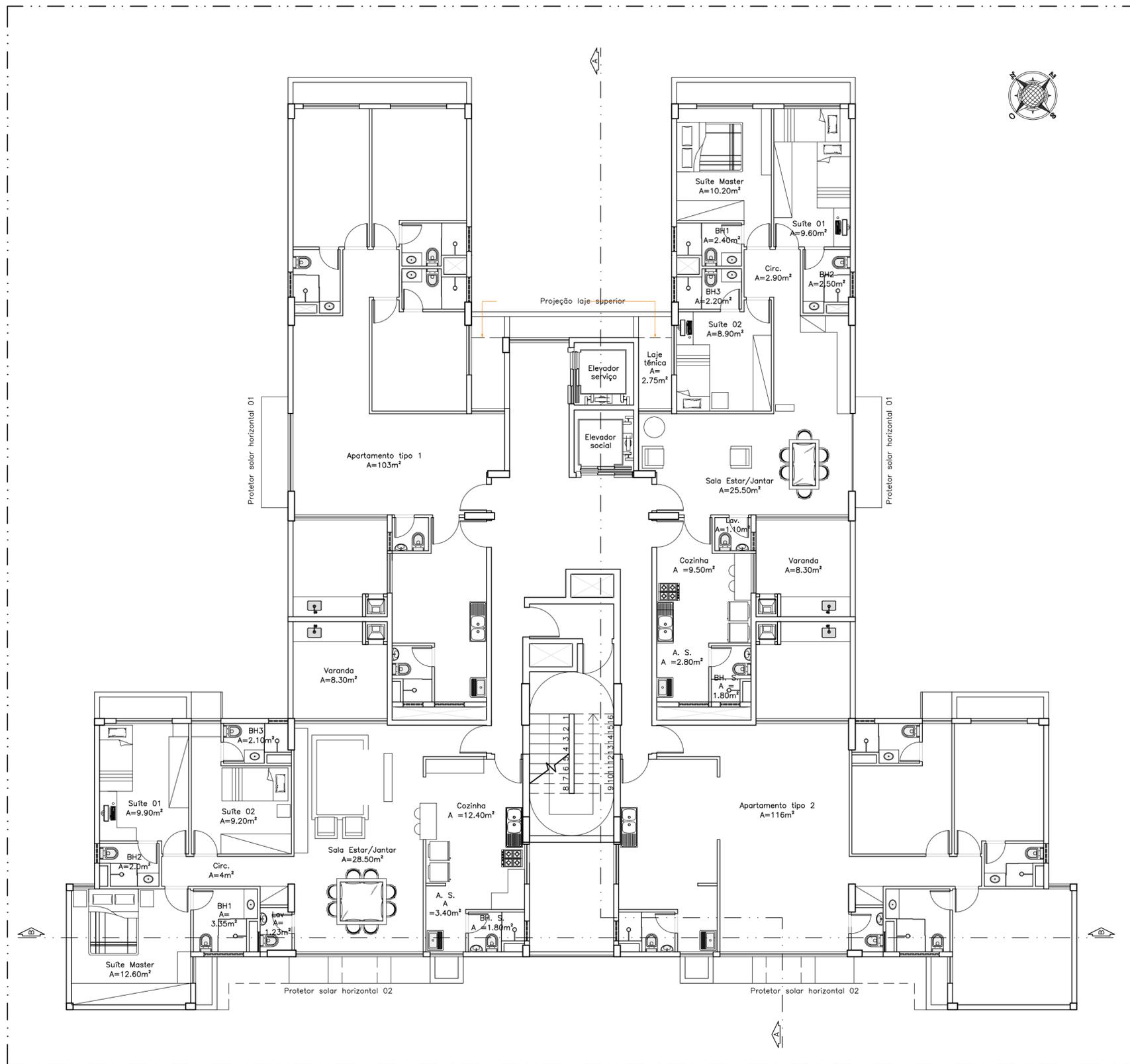
*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo 2

ÁREA CONSTRUÍDA: 5.045m² ÁREA PERMEÁVEL: 540.6m²



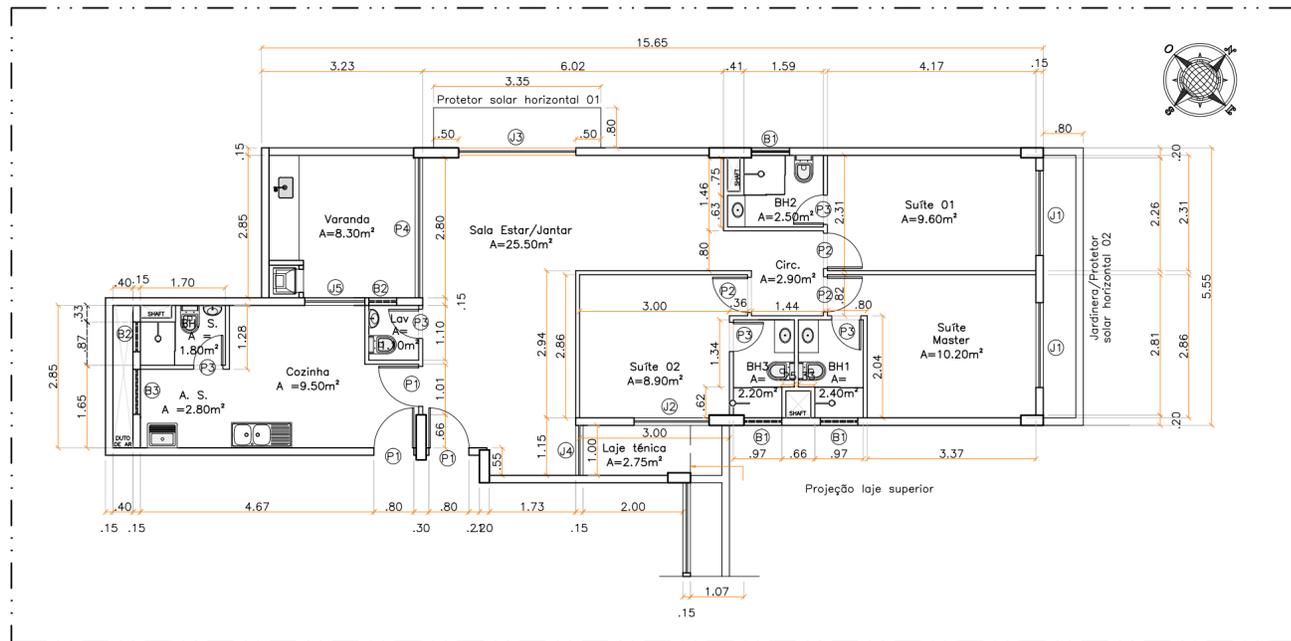
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
 CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
 CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TIPO	TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO		
ALUNA	LETICIA DESTÉRRO E SILVA MOREIRA LIMA		
PROJETO	APÊNDICE A – ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁVEIS		
ASSUNTO	PLANTA DE IMPLANTAÇÃO	FOLHA	01/13
ORIENTADORA	Profª Drª SANADJA DE MEDEIROS SOUZA	DATA	DEZEMBRO/2017
		ESCALA	INDICADA

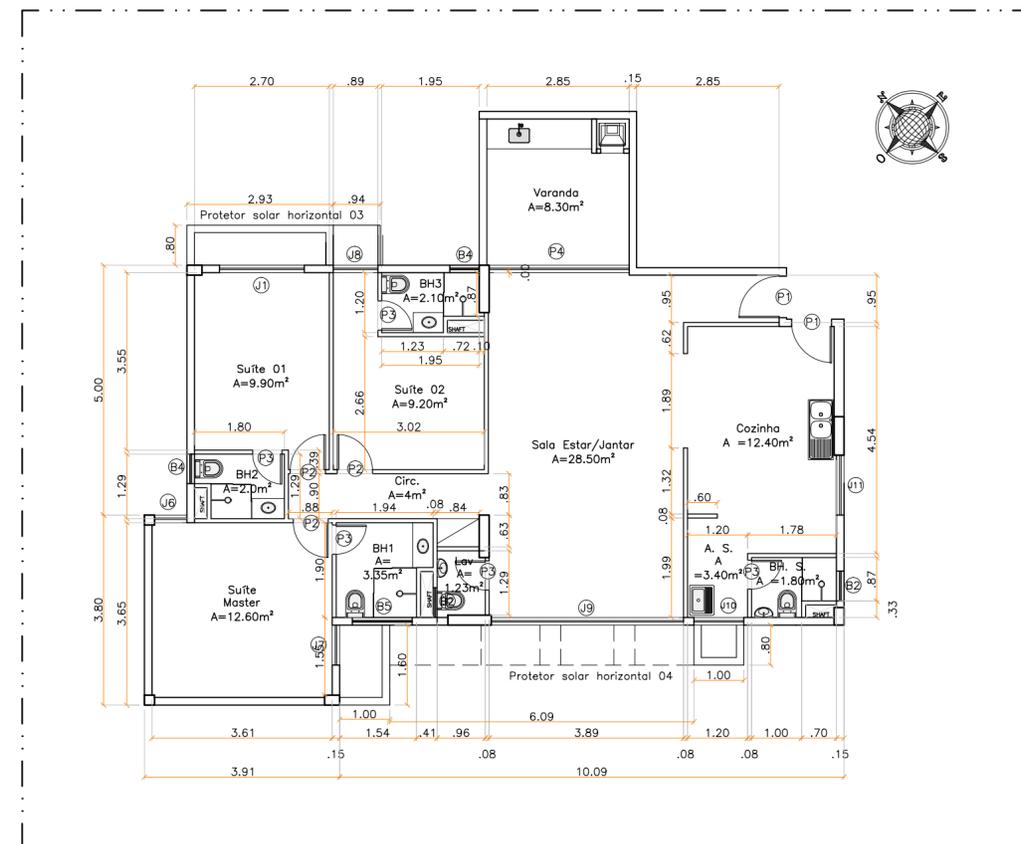


PLANTA DE LAYOUT - PAVIMENTO TIPO
esc 1:100

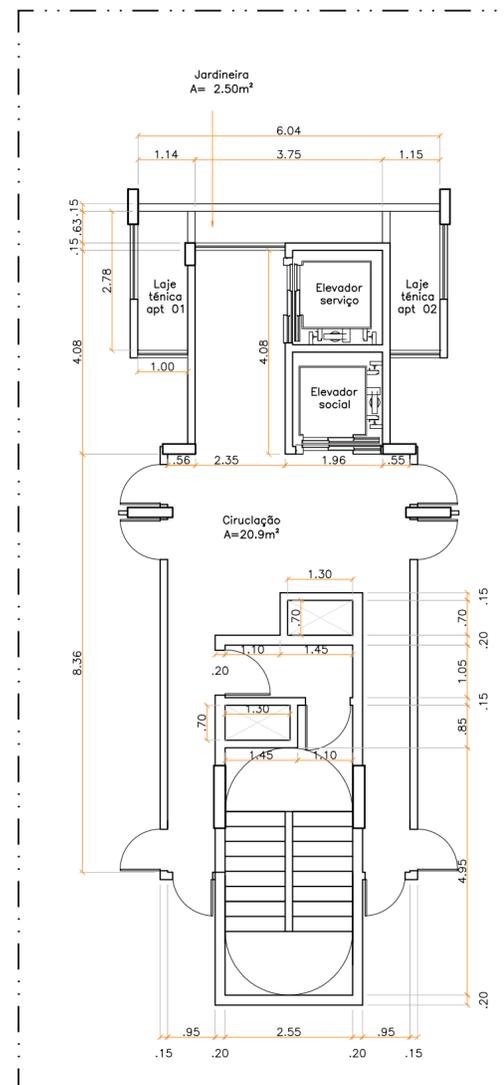
QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
J1	1,00	1,70	1,10	3
J2	1,00	1,50	1,10	1
J3	2,60	2,50	0,20	1
J4	1,15	1,00	1,10	1
J5	1,00	1,20	0,90	1
J6	1,00	0,65	1,10	1
J7	1,00	0,80	1,10	1
J8	1,70	0,80	0,40	1
J9	3,85	2,50	0,20	1
J10	1,00	1,00	1,10	1
J11	1,00	1,20	1,10	1
B1	0,50	0,75	1,60	3
B2	0,50	0,60	1,60	3
B3	0,50	0,90	1,60	1
B4	0,60	0,50	1,50	2
B5	0,50	1,20	1,60	1
P1	2,10	0,80	-	5
P2	2,10	0,70	-	6
P3	2,10	0,60	-	10
P5	2,10	2,80	-	-
*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo				2
ÁREA CONSTRUÍDA: 5.045m²		ÁREA PERMEÁVEL: 540.6m²		
 UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO		UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO		
TIPO	TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO			
ALUNA	LETICIA DESTÉRRO E SILVA MOREIRA LIMA			
PROJETO	APÊNDICE SUBJUDICADO ESTRELA DE INFERNO DE RESIDÊNCIAS RESIDENCIAL AMARILHA FAZENDA SEM SEXTANTEIS			
ASSUNTO	PLANTA DE LAYOUT - PAVIMENTO TIPO	FOLHA	02 13	
ORIENTADORA	Prof.ª Dr.ª SANADJA DE MEDEIROS SOUZA	DATA	DEZEMBRO/2017	ESCALA INDICADA



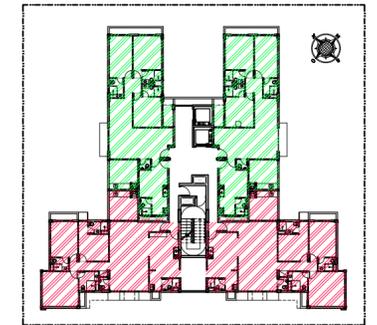
PLANTA BAIXA - APARTAMENTO TIPO 1
esc 1:100



PLANTA BAIXA - APARTAMENTO TIPO 2
esc 1:100



PLANTA BAIXA - ÁREAS COMUNS
esc 1:100



PLANTA CHAVE
sem escala
Verde: Apartamento tipo 1
Vermelho: Apartamento tipo 2

QUADRO DE ESQUADRIAS

CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
J1	1,00	1,70	1,10	3
J2	1,00	1,50	1,10	1
J3	2,60	2,50	0,20	1
J4	1,15	1,00	1,10	1
J5	1,00	1,20	0,90	1
J6	1,00	0,65	1,10	1
J7	1,00	0,80	1,10	1
J8	1,70	0,80	0,40	1
J9	3,85	2,50	0,20	1
J10	1,00	1,00	1,10	1
J11	1,00	1,20	1,10	1
B1	0,50	0,75	1,60	3
B2	0,50	0,60	1,60	3
B3	0,50	0,90	1,60	1
B4	0,60	0,50	1,50	2
B5	0,50	1,20	1,60	1
P1	2,10	0,80	-	5
P2	2,10	0,70	-	6
P3	2,10	0,60	-	10
P5	2,10	2,80	-	-

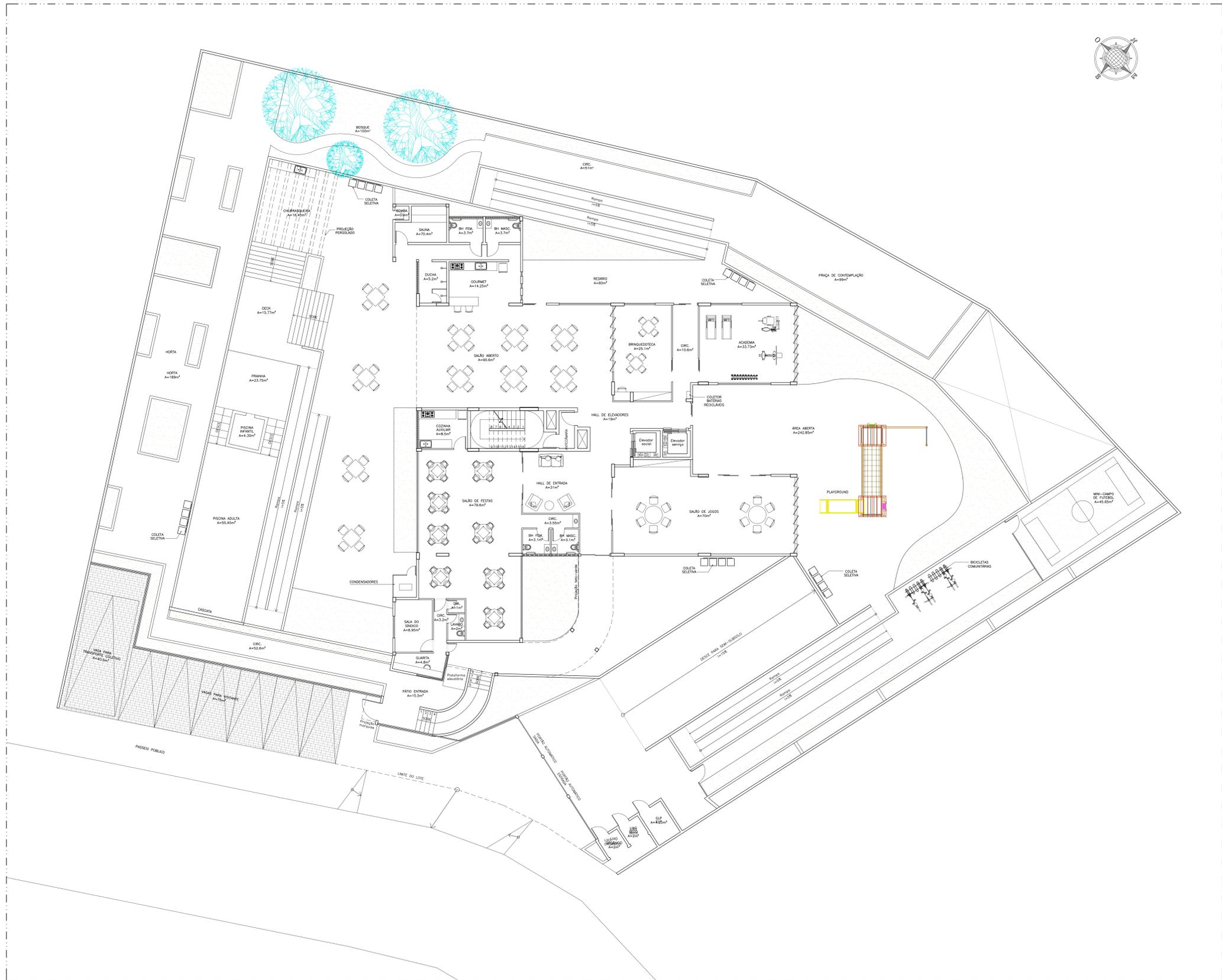
*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo 2

ÁREA CONSTRUÍDA: 5.045m² ÁREA PERMEÁVEL: 540.6m²



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TIPO	TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO		
ALUNA	LETICIA DESTÉRRO E SILVA MOREIRA LIMA		
PROJETO	APÊNDICE 2 - RUDO 03 - RUDO 04 - RUDO 05 - RUDO 06 - RUDO 07 - RUDO 08 - RUDO 09 - RUDO 10 - RUDO 11 - RUDO 12 - RUDO 13 - RUDO 14 - RUDO 15 - RUDO 16 - RUDO 17 - RUDO 18 - RUDO 19 - RUDO 20 - RUDO 21 - RUDO 22 - RUDO 23 - RUDO 24 - RUDO 25 - RUDO 26 - RUDO 27 - RUDO 28 - RUDO 29 - RUDO 30 - RUDO 31 - RUDO 32 - RUDO 33 - RUDO 34 - RUDO 35 - RUDO 36 - RUDO 37 - RUDO 38 - RUDO 39 - RUDO 40 - RUDO 41 - RUDO 42 - RUDO 43 - RUDO 44 - RUDO 45 - RUDO 46 - RUDO 47 - RUDO 48 - RUDO 49 - RUDO 50 - RUDO 51 - RUDO 52 - RUDO 53 - RUDO 54 - RUDO 55 - RUDO 56 - RUDO 57 - RUDO 58 - RUDO 59 - RUDO 60 - RUDO 61 - RUDO 62 - RUDO 63 - RUDO 64 - RUDO 65 - RUDO 66 - RUDO 67 - RUDO 68 - RUDO 69 - RUDO 70 - RUDO 71 - RUDO 72 - RUDO 73 - RUDO 74 - RUDO 75 - RUDO 76 - RUDO 77 - RUDO 78 - RUDO 79 - RUDO 80 - RUDO 81 - RUDO 82 - RUDO 83 - RUDO 84 - RUDO 85 - RUDO 86 - RUDO 87 - RUDO 88 - RUDO 89 - RUDO 90 - RUDO 91 - RUDO 92 - RUDO 93 - RUDO 94 - RUDO 95 - RUDO 96 - RUDO 97 - RUDO 98 - RUDO 99 - RUDO 100		
ASSUNTO	PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO	FOLHA	03
ORIENTADORA	Profª Drª SANADJA DE MEDEIROS SOUZA	DATA	DEZEMBRO/2017
		ESCALA	INDICADA



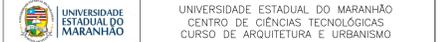
PLANTA DE LAYOUT - PAVIMENTO TERREO

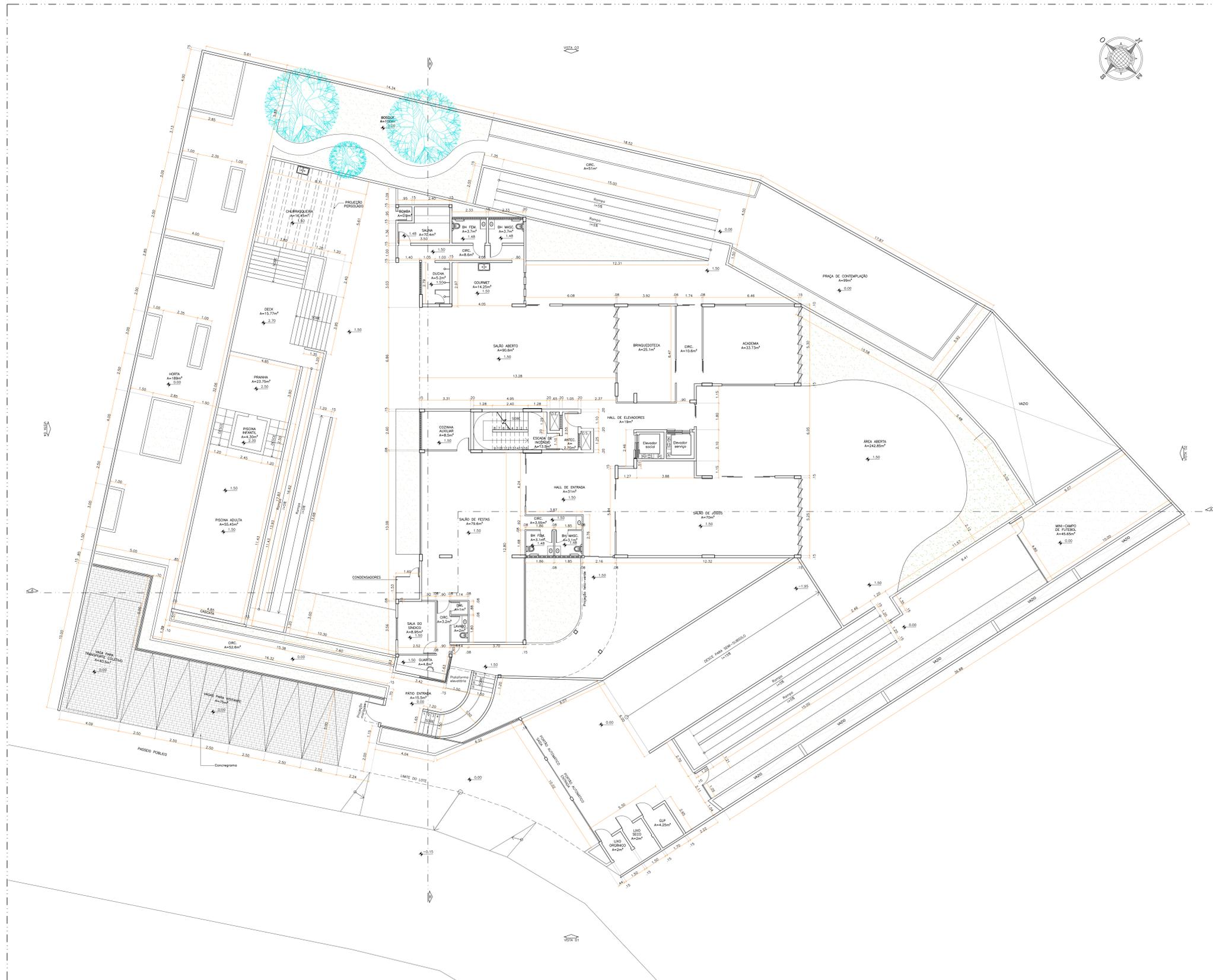
QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(01)	1,70	1,70	1,10	3
(02)	1,50	1,50	1,10	1
(03)	2,80	2,50	0,30	1
(04)	1,15	1,00	1,10	1
(05)	1,00	1,20	0,90	1
(06)	1,00	0,80	1,10	1
(07)	1,00	0,80	1,10	1
(08)	1,70	0,80	0,40	1
(09)	3,85	2,50	0,50	1
(10)	1,00	1,00	1,10	1
(11)	1,00	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,80	3
(13)	0,50	0,80	1,80	3
(14)	0,50	0,80	1,80	1
(15)	0,50	0,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,80	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,70	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	1

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo

2

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERMITEÍVEL: 540,6m²





PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TERREO
Eh: 1/100

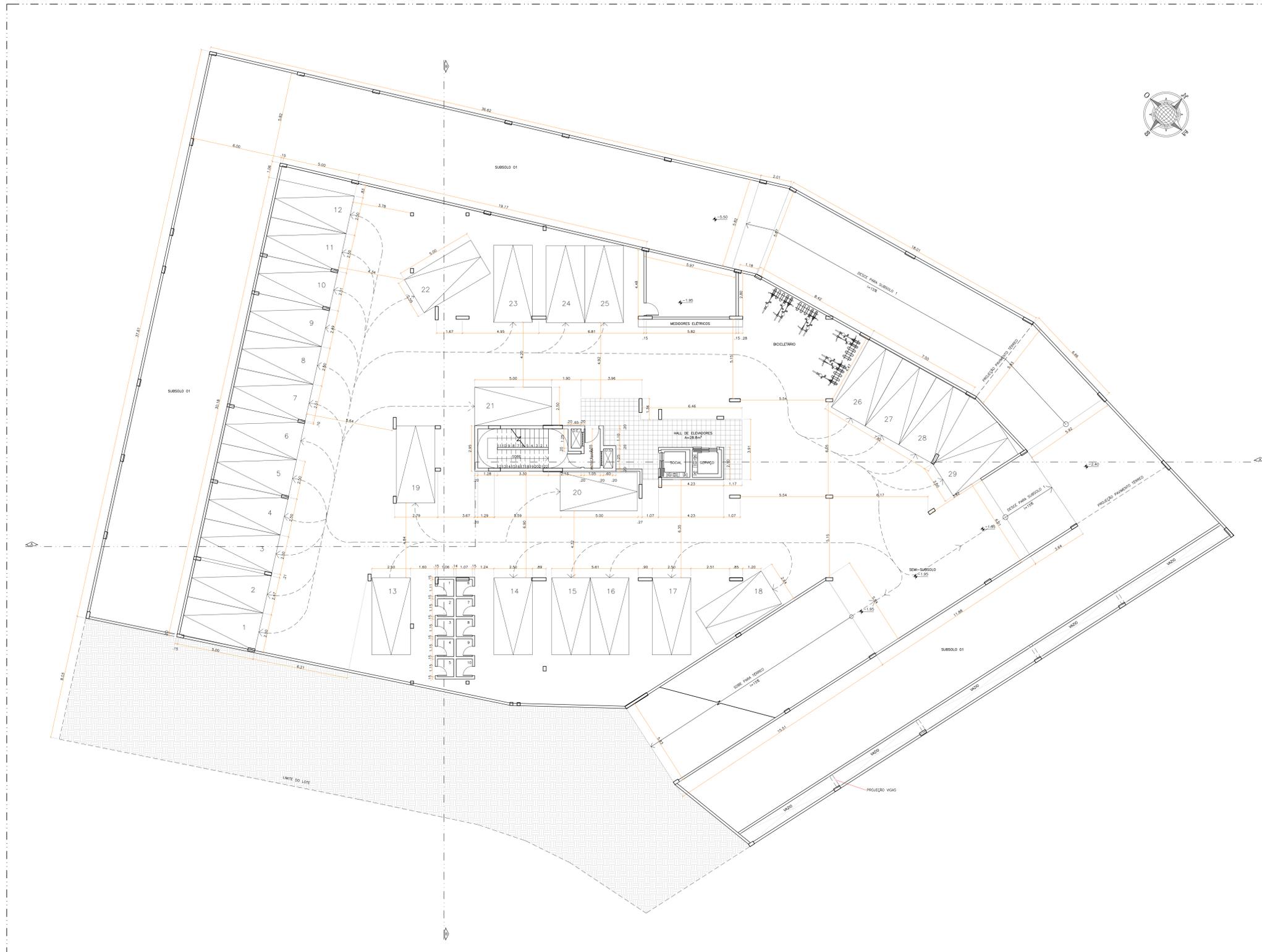
QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(01)	1,00	1,70	1,10	3
(02)	1,00	1,50	1,10	1
(03)	2,00	2,50	0,30	1
(04)	1,15	1,00	1,10	1
(05)	1,00	1,20	0,90	1
(06)	1,00	0,80	1,10	1
(07)	1,00	0,80	1,10	1
(08)	1,70	0,80	0,40	1
(09)	3,85	2,50	0,50	1
(10)	1,00	1,00	1,10	1
(11)	1,00	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,80	3
(13)	0,50	0,60	1,80	3
(14)	0,50	0,80	1,80	1
(15)	0,50	0,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,80	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,50	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	2

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERMIGIADA: 540,6m²

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO
ALUNA: LETICIA DESTERRO E SILVA MOREIRA LIMA
PROJETO: APÊNDICE A - ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁVEIS
ASSINANTE: PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TERREO FOLHA: 05/13
ORIENTADORA: Prof.ª D^a SANDRA DE MEDEIROS SOUZA DATA: DEZEMBRO/2017 ESCALA: INDICADA



PLANTA BAIXA - SEMI-SUBSOLO
Escala: 1:100

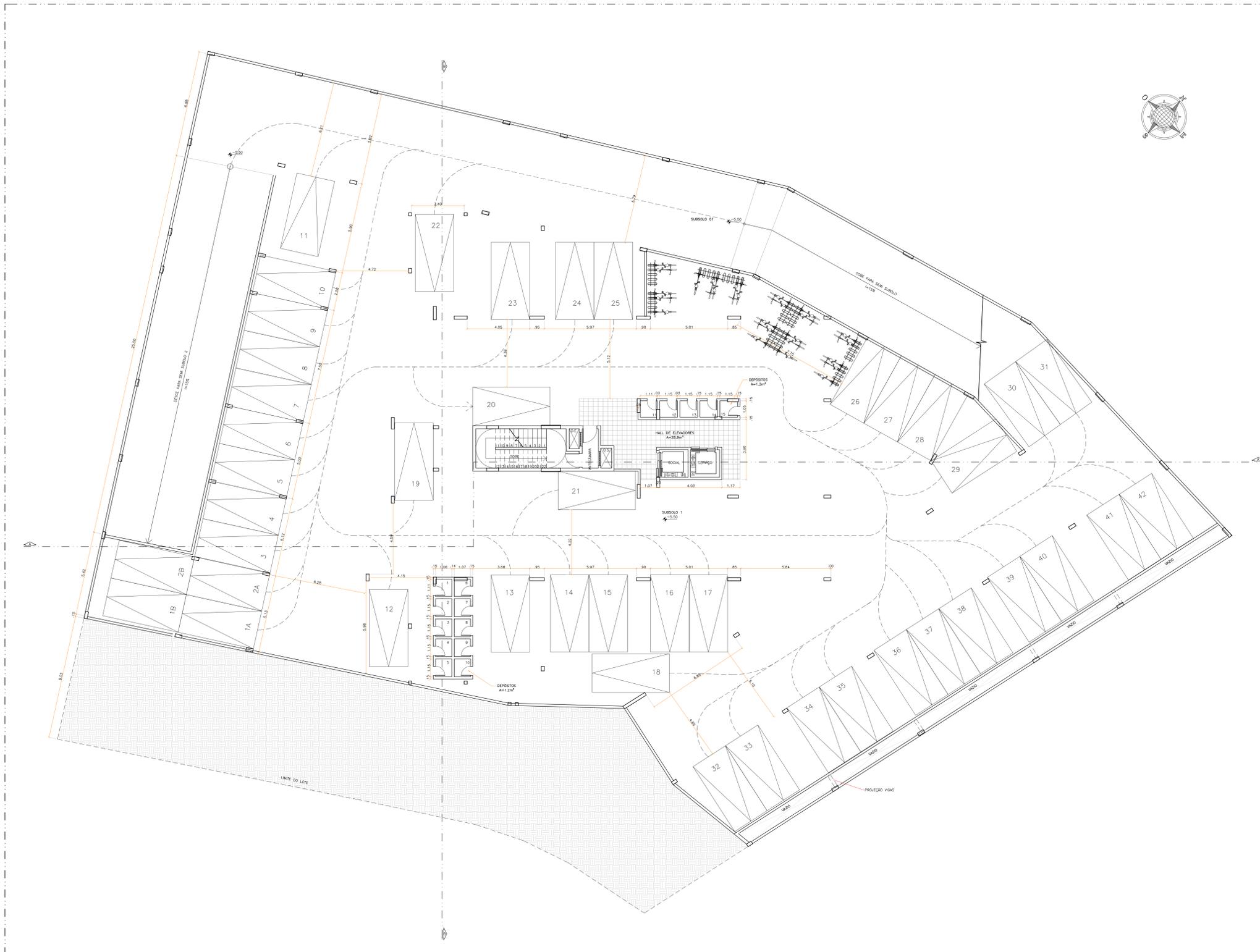
QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(01)	1,00	1,70	1,10	3
(02)	1,00	1,50	1,10	1
(03)	2,80	2,50	0,30	1
(04)	1,15	1,00	1,10	1
(05)	1,00	1,20	0,90	1
(06)	1,00	0,85	1,10	1
(07)	1,00	0,80	1,10	1
(08)	1,70	0,80	0,40	1
(09)	3,85	2,50	0,50	1
(10)	1,00	1,00	1,10	1
(11)	1,00	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,60	3
(13)	0,50	0,60	1,60	3
(14)	0,50	0,80	1,60	1
(15)	0,50	1,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,60	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,70	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	2

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo: 2

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERMITEVE: 540.6m²

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALUNA: LETICIA DESTERRO E SILVA MOREIRA LIMA
PROJETO: APÊNDICE A - ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁREIS
ASSINANTE: PLANTA BAIXA - SEMI-SUBSOLO FOLHA: 06/13
ORIENTADORA: Prof.ª D^{ra} SANDRA DE MEDEIROS SOUZA DATA: DEZEMBRO/2017 ESCALA: INDICADA



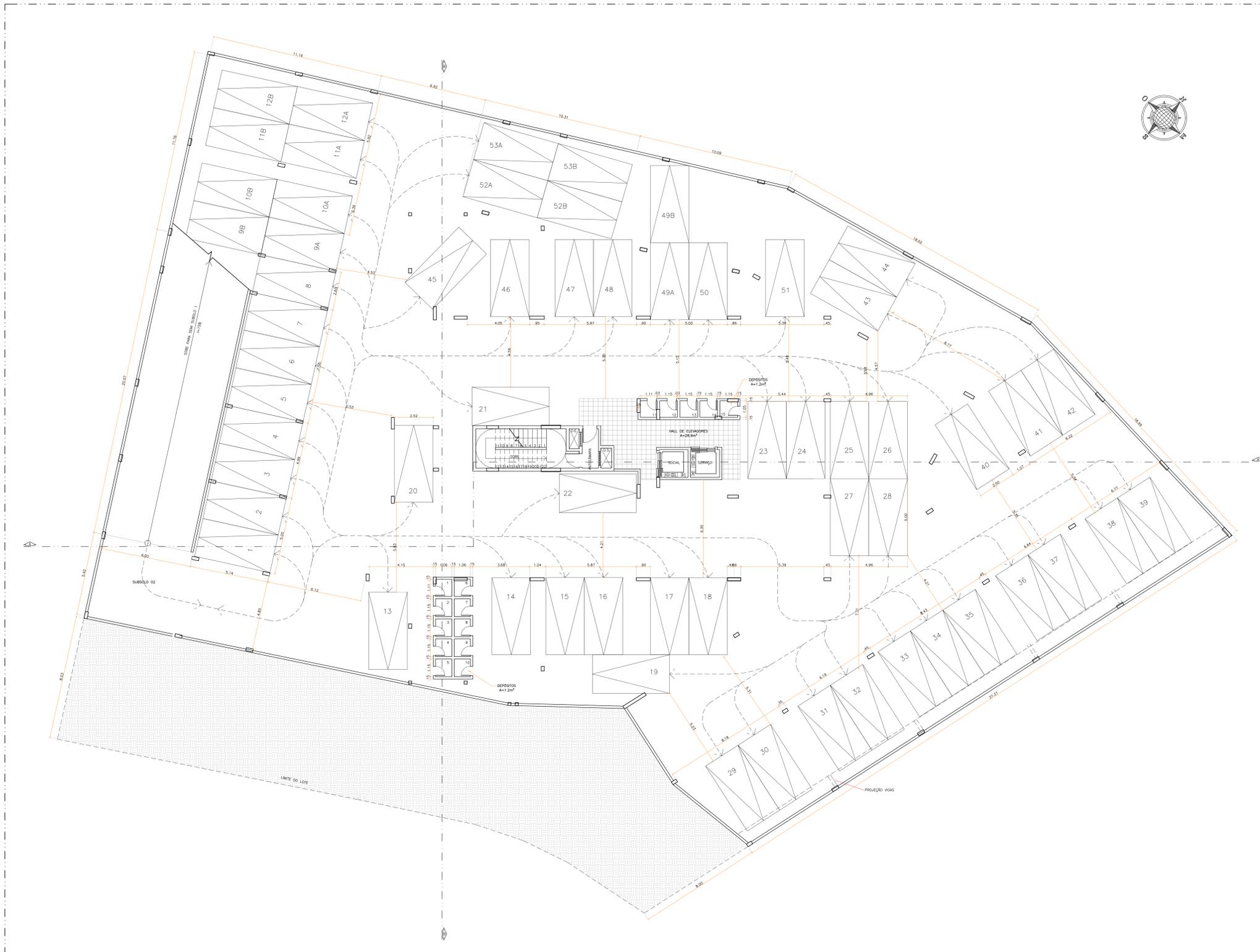
PLANTA BAIXA - SUBSOLO 1
esc 1:100

QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(01)	1,00	1,70	1,10	3
(02)	1,00	1,50	1,10	1
(03)	2,80	2,90	0,90	1
(04)	1,15	1,00	1,10	1
(05)	1,00	1,20	0,90	1
(06)	1,00	0,85	1,10	1
(07)	1,00	0,80	1,10	1
(08)	1,70	0,80	0,40	1
(09)	3,85	2,90	0,90	1
(10)	1,00	1,00	1,10	1
(11)	1,00	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,60	3
(13)	0,50	0,60	1,60	3
(14)	0,50	0,80	1,60	1
(15)	0,50	1,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,60	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,70	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	2

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERMITEVE: 540.6m²

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO



PLANTA BAIXA - SUBSOLO 2
esc: 1:100

QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(01)	1,00	1,70	1,10	3
(02)	1,00	1,50	1,10	1
(03)	2,80	2,90	0,90	1
(04)	1,15	1,00	1,10	1
(05)	1,00	1,20	0,90	1
(06)	1,00	0,85	1,10	1
(07)	1,00	0,80	1,10	1
(08)	1,70	0,80	0,40	1
(09)	3,85	2,90	0,90	1
(10)	1,00	1,00	1,10	1
(11)	1,00	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,60	3
(13)	0,50	0,60	1,60	3
(14)	0,50	0,80	1,60	1
(15)	0,90	0,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,60	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,70	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	-

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo: 2

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERMITEVEIS: 540.6m²

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO	UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS	CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO	CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TÍTULO: TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO

ALUNA: LETICIA DESTERRO E SILVA MOREIRA LIMA

PROJETO: APÊNDICE A - ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁVEIS

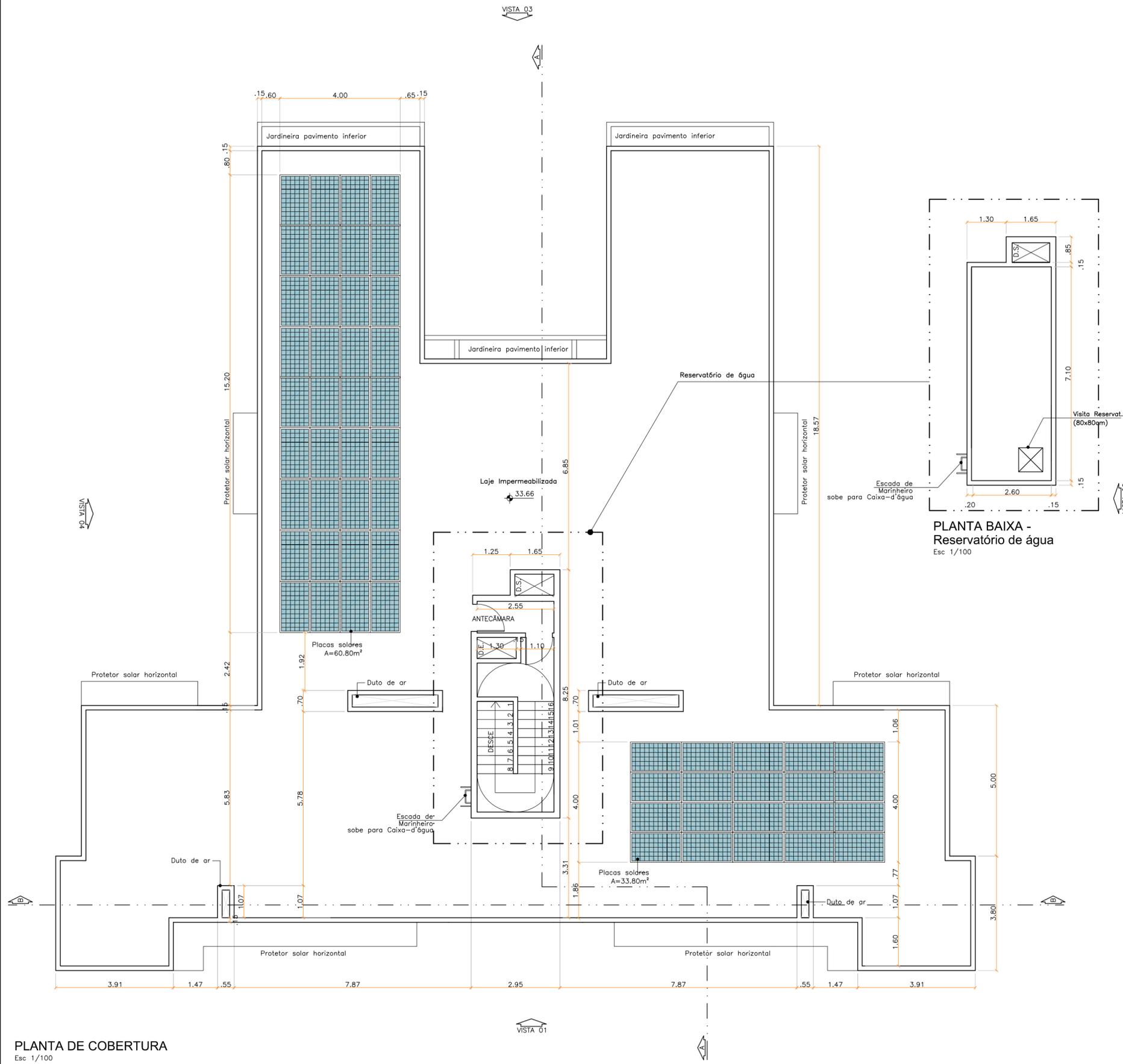
ASSUNTO: PLANTA BAIXA - SUBSOLO 02

ORIENTADORA: Prof.ª D^a SANDRA DE MEDEIROS SOUZA

DATA: DEZEMBRO/2017

ESCALA: INDICADA

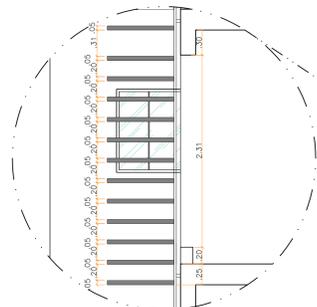
FOLHA: 08 / 13



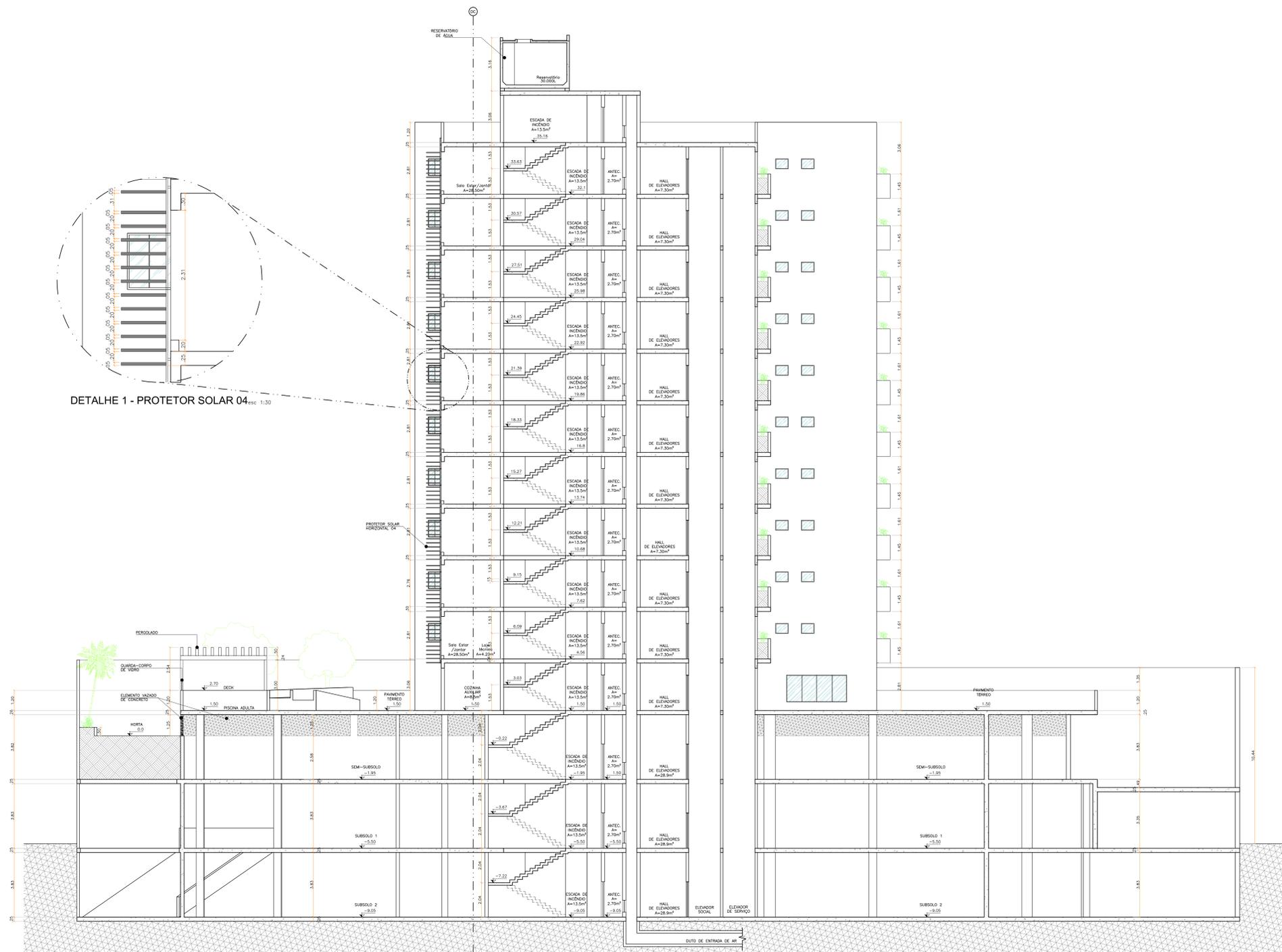
PLANTA DE COBERTURA
Esc 1/100

PLANTA BAIXA - Reservatório de água
Esc 1/100

QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
J1	1,00	1,70	1,10	3
J2	1,00	1,50	1,10	1
J3	2,60	2,50	0,20	1
J4	1,15	1,00	1,10	1
J5	1,00	1,20	0,90	1
J6	1,00	0,65	1,10	1
J7	1,00	0,80	1,10	1
J8	1,70	0,80	0,40	1
J9	3,85	2,50	0,20	1
J10	1,00	1,00	1,10	1
J11	1,00	1,20	1,10	1
B1	0,50	0,75	1,60	3
B2	0,50	0,60	1,60	3
B3	0,50	0,90	1,60	1
B4	0,60	0,50	1,50	2
B5	0,50	1,20	1,60	1
P1	2,10	0,80	-	5
P2	2,10	0,70	-	6
P3	2,10	0,60	-	10
P5	2,10	2,80	-	-
*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo				2
ÁREA CONSTRUÍDA: 5.045m ²		ÁREA PERMEÁVEL: 540.6m ²		
 UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO		UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO		
TIPO	TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO			
ALUNA	LETICIA DESTÉRRO E SILVA MOREIRA LIMA			
PROJETO	APÊNDICE A - ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁVEIS			
ASSUNTO	PLANTA DE COBERTURA	FOLHA	09/13	
ORIENTADORA	Profª Drª SANADJA DE MEDEIROS SOUZA	DATA	DEZEMBRO/2017	ESCALA INDICADA



DETALHE 1 - PROTETOR SOLAR 04 esc: 1:30



CORTE AA

esc: 1:100

QUADRO DE ESQUADRIAS

CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(01)	1,70	1,70	1,10	3
(02)	1,00	1,50	1,10	1
(03)	2,80	2,50	0,30	1
(04)	1,15	1,00	1,10	1
(05)	1,00	1,20	0,90	1
(06)	1,00	0,80	1,10	1
(07)	1,00	0,80	1,10	1
(08)	1,70	0,80	0,40	1
(09)	3,85	2,50	0,50	1
(10)	1,00	1,00	1,10	1
(11)	1,00	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,80	3
(13)	0,50	0,60	1,80	3
(14)	0,50	0,80	1,80	1
(15)	0,90	0,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,80	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,70	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	-

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo 2

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERIMÉTRICA: 540,6m²





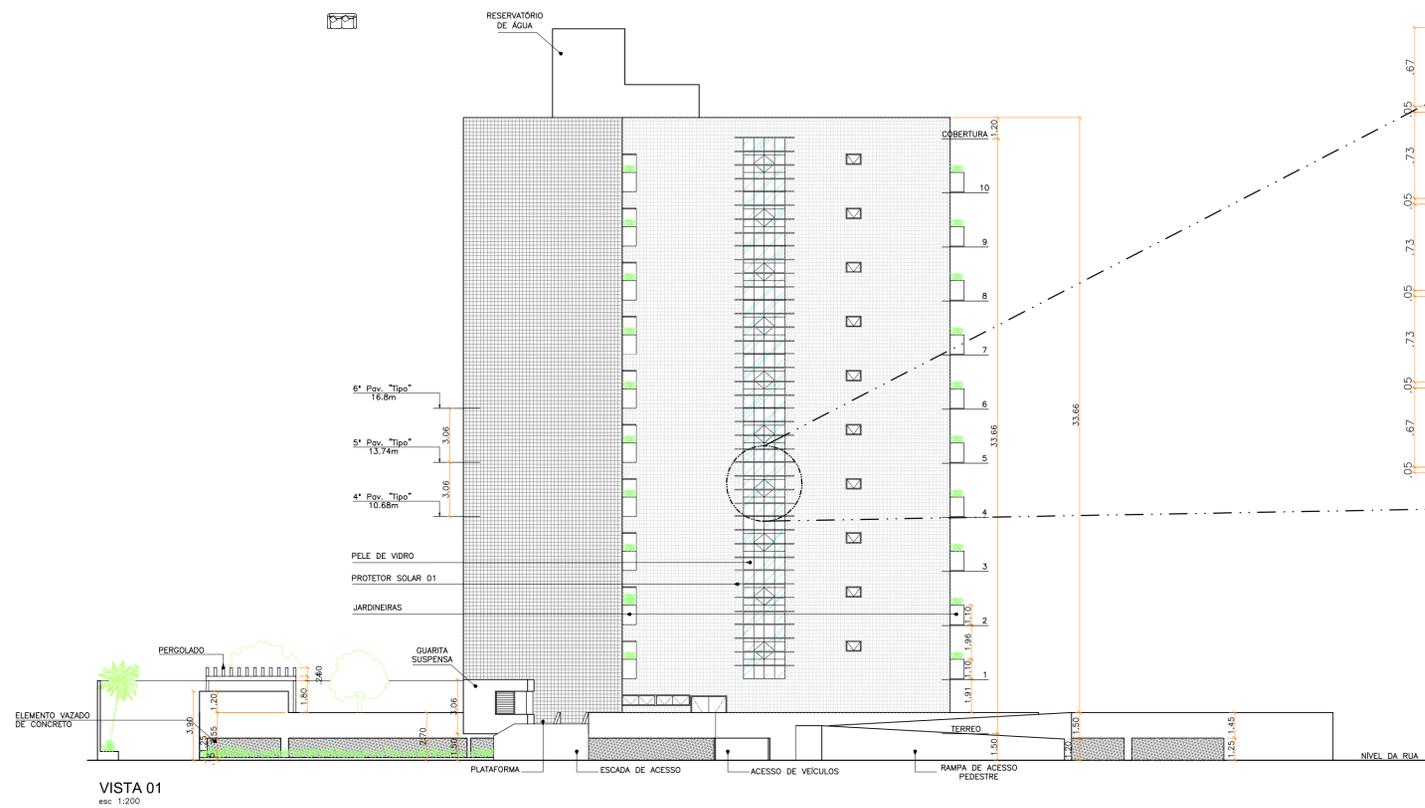
CORTE BB
esc. 1:100

QUADRO DE ESQUADRIAS

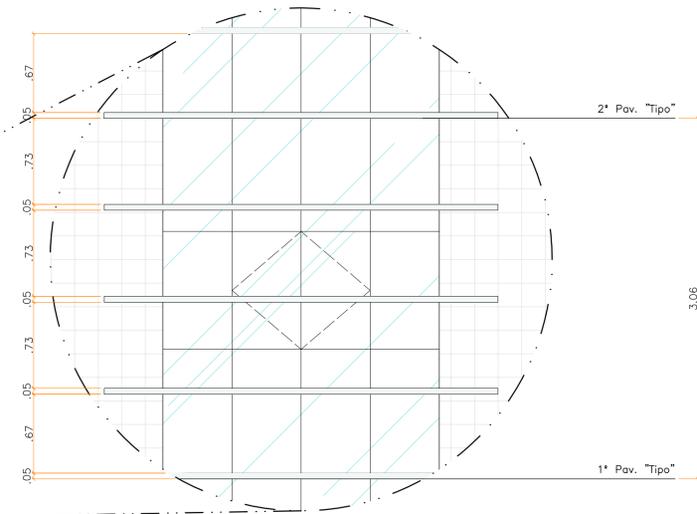
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(1)	1,20	1,20	1,10	3
(2)	1,20	1,50	1,10	1
(3)	2,80	2,50	0,30	1
(4)	1,15	1,20	1,10	1
(5)	1,20	1,20	0,90	1
(6)	1,20	0,85	1,10	1
(7)	1,20	0,80	1,10	1
(8)	1,70	0,80	0,40	1
(9)	3,85	2,50	0,50	1
(10)	1,20	1,20	1,10	1
(11)	1,20	1,20	1,10	1
(12)	0,50	0,75	1,60	3
(13)	0,50	0,60	1,60	3
(14)	0,50	0,60	1,60	1
(15)	0,50	0,50	1,50	2
(16)	0,50	1,20	1,60	1
(17)	2,10	0,80	-	5
(18)	2,10	0,70	-	6
(19)	2,10	0,80	-	10
(20)	2,10	2,80	-	-

*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo 2

ÁREA CONSTRUIDA: 5.045m² ÁREA PERIMÉTRICA: 540,6m²



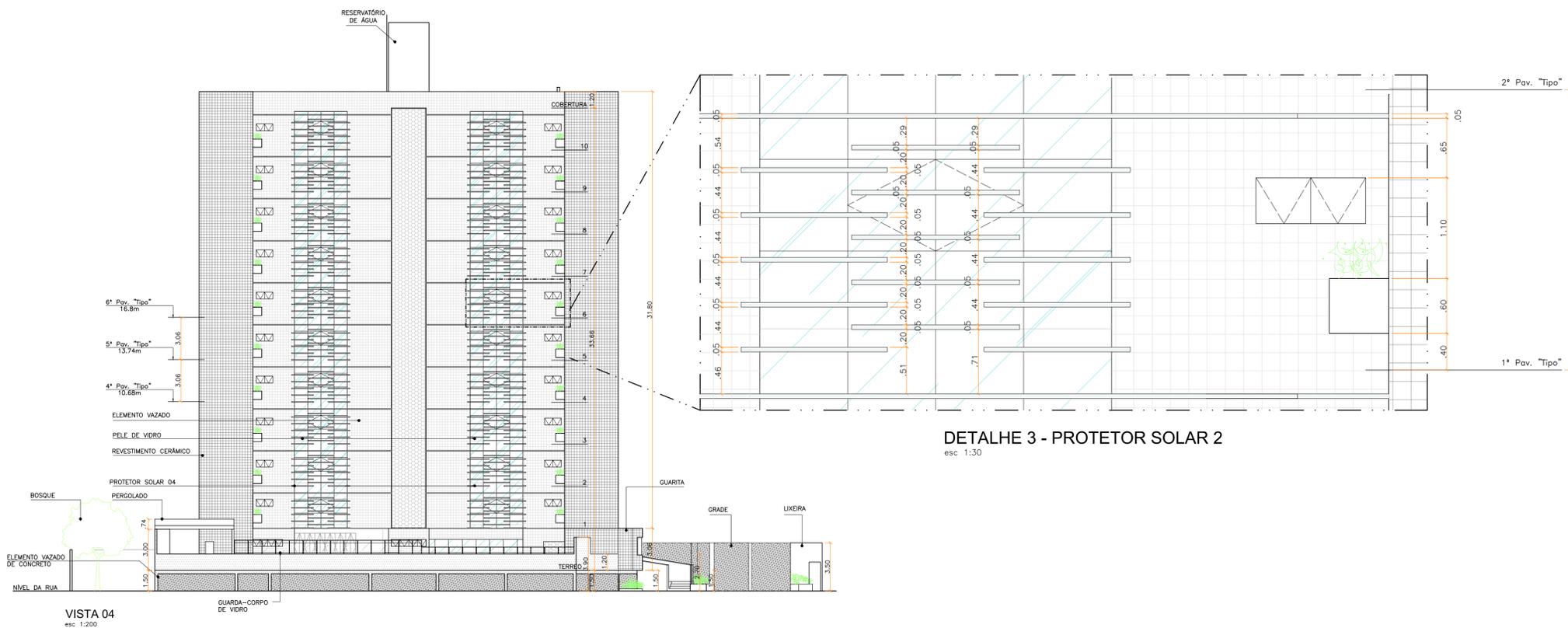
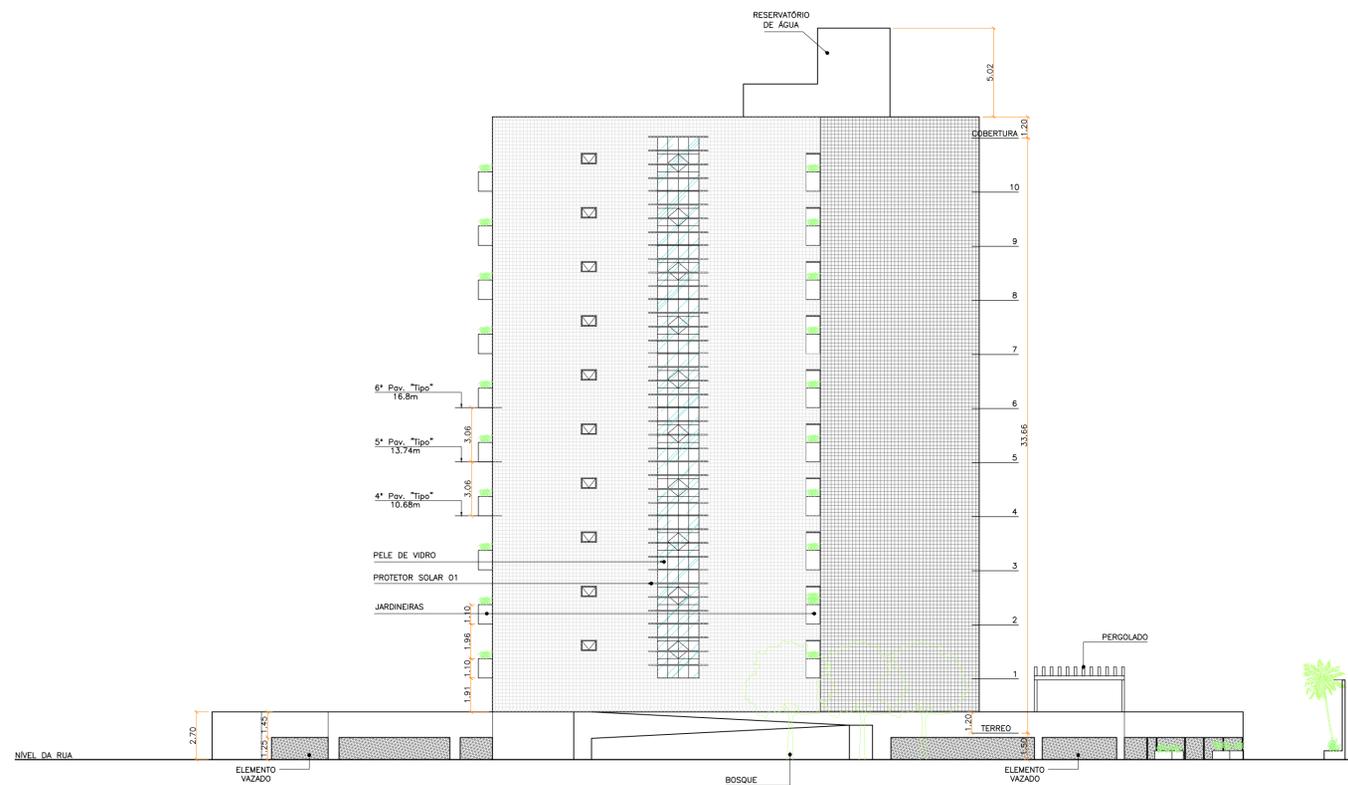
VISTA 01
esc 1:200



DETALHE 2 - PROTETOR SOLAR 1
esc 1:30



QUADRO DE ESQUADRIAS				
CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(J1)	1,00	1,70	1,10	3
(J2)	1,00	1,50	1,10	1
(J3)	2,60	2,50	0,20	1
(J4)	1,15	1,00	1,10	1
(J5)	1,00	1,20	0,90	1
(J6)	1,00	0,65	1,10	1
(J7)	1,00	0,80	1,10	1
(J8)	1,70	0,80	0,40	1
(J9)	3,85	2,50	0,20	1
(J10)	1,00	1,00	1,10	1
(J11)	1,00	1,20	1,10	1
(B1)	0,50	0,75	1,60	3
(B2)	0,50	0,60	1,60	3
(B3)	0,50	0,90	1,60	1
(B4)	0,60	0,50	1,50	2
(B5)	0,50	1,20	1,60	1
(P1)	2,10	0,80	-	5
(P2)	2,10	0,70	-	6
(P3)	2,10	0,60	-	10
(P4)	2,10	2,80	-	-
*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo				2
ÁREA CONSTRUÍDA:	5.045m ²	ÁREA PERMEÁVEL:	540.6m ²	
 UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO				
TIPO	TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO			
ALUNA	LETICIA DESTERRO E SILVA MOREIRA LIMA			
PROJETO	APÊNDICE A - ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁVEIS			
ASSUNTO	VISTAS	FOLHA	12 / 13	
ORIENTADORA	Profª Drª SANADJA DE MEDEIROS SOUZA	DATA	DEZEMBRO/2017	ESCALA INDICADA



QUADRO DE ESQUADRIAS

CÓDIGO	ALTURA	LARGURA	PEITORIL	QUANTIDADE*
(J1)	1,00	1,70	1,10	3
(J2)	1,00	1,50	1,10	1
(J3)	2,60	2,50	0,20	1
(J4)	1,15	1,00	1,10	1
(J5)	1,00	1,20	0,90	1
(J6)	1,00	0,65	1,10	1
(J7)	1,00	0,80	1,10	1
(J8)	1,70	0,80	0,40	1
(J9)	3,85	2,50	0,20	1
(J10)	1,00	1,00	1,10	1
(J11)	1,00	1,20	1,10	1
(B1)	0,50	0,75	1,60	3
(B2)	0,50	0,60	1,60	3
(B3)	0,50	0,90	1,60	1
(B4)	0,60	0,50	1,50	2
(B5)	0,50	1,20	1,60	1
(P1)	2,10	0,80	-	5
(P2)	2,10	0,70	-	6
(P3)	2,10	0,60	-	10
(P4)	2,10	2,80	-	-
*Quantidade de esquadrias por pavimento tipo				2

ÁREA CONSTRUÍDA: 5.045m² ÁREA PERMEÁVEL: 540.6m²

 UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TIPO: TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO

ALUNA: LETICIA DESTERRO E SILVA MOREIRA LIMA

PROJETO: APÊNDICE A - ESTUDO PRELIMINAR DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR COM BASES SUSTENTÁVEIS

ASSUNTO: VISTAS FOLHA: 13/13

ORIENTADORA: Profª Drª SANADJA DE MEDEIROS SOUZA DATA: DEZEMBRO/2017 ESCALA: INDICADA