

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
MARIANE OLIVEIRA DE SOUSA

**A ARQUITETURA COMO ESTRUTURA: UMA PROPOSTA DE READAPTAÇÃO
DO ENSINO DE ESTRUTURA NAS FACULDADES DE ARQUITETURA.**

FORMIGA-MG
2017

MARIANE OLIVEIRA DE SOUSA

A ARQUITETURA COMO ESTRUTURA: UMA PROPOSTA DE READAPTAÇÃO DO
ENSINO DE ESTRUTURA NAS FACULDADES DE ARQUITETURA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Arquitetura e Urbanismo do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção de título
de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.
Orientador: Prof. Me. Cezar Augusto Silvino
Figueredo.

FORMIGA-MG

2017

S725 Sousa, Mariane Oliveira de.

A arquitetura como estrutura: uma proposta de readaptação do ensino de estrutura nas faculdades de arquitetura / Mariane Oliveira de Sousa. – 2017.

74 f.

Orientador: Cezar Augusto Silvino Figueredo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo)-Centro Universitário de Formiga-UNIFOR-MG, Formiga, 2017.

1. Ensino de estruturas. 2. Importância do conhecimento empírico. 3. Estrutura para arquitetos e estudantes de arquitetura. I. Título.

CDD 720

MARIANE OLIVEIRA DE SOUSA

ARQUITETURA COMO ESTRUTURA: O ENSINO DE ESTRUTURA NAS ESCOLAS
DE ARQUITETURA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Arquitetura e Urbanismo do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção de título
de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Cezar Augusto Silvino Figueredo.
Orientador

Profª Me. Marianna Costa Mattos
UNIFOR – MG

Arquiteto e Urbanista Rodrigo Torres Moreira Oliveira
Convidado

Formiga, 08 de novembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Hoje, mais do que nunca, é tempo de gratidão. Então eu paro, olho pra trás e percebo que o que antes parecia tão distante, está prestes a acontecer! Por isso, gostaria de agradecer imensamente cada um que caminhou comigo e sabe o quanto foi árduo esse caminho.

A Deus, Jesus Cristo, Espírito Santo e todos os anjos e santos por serem meus protetores, meu caminho, minha força e me reerguerem todas as vezes que surgia algum desafio e as coisas pareciam tão difíceis.

Aos meus amados pais, Antônio de Pádua e Selma, e aos meus melhores amigos, meus irmãos Virgínia e César Daniel, pelo amor único e incondicional a mim e por serem o meu amparo durante toda a vida. Vocês são a minha melhor versão do amor! Ao meu namorado e companheiro, Luís Gustavo, por estar do meu lado e depositar em mim uma confiança sem igual, sempre me motivando a seguir em frente. Ao meu cunhado e amigo, Douglas, por não medir esforços e estar sempre disposto a me ajudar no que for preciso.

Aos meus avós, em especial à “Vó Do Carmo” pelo carinho inexplicável e pelas histórias de vida repassadas a mim e tomadas como meu exemplo de vida. Aos meus padrinhos, madrinhas e afilhados que, através do amor mútuo, renovam minhas energias e me ajudam na tentativa de ser uma pessoa melhor a cada dia. Aos meus tios, tias, primos e primas que, muitas vezes, me tiram da rotina cansativa do dia a dia e me mostram o melhor lado da vida, tornando-a mais leve.

Aos meus amigos de trabalho, de vida e de classe, principalmente, Antônio, Aline, Bianca, Everaldo, Lucas e Tarcísio pelos desafios enfrentados juntos e pela amizade e convivência diária que se estenderá por anos e anos. Aos meus mestres, pelos ensinamentos e pela contribuição profissional repassados a mim durante todo o período de graduação, em especial ao meu orientador Cezar que comprou minha ideia e lutou comigo para desenvolvê-la.

Então paro, olho pro agora e, depois das minhas vontades se coincidirem com as vontades de Deus, eu vou continuar sendo grata à todos vocês, porém, dessa vez, com muito mais orgulho e com o título de ARQUITETA E URBANISTA!

RESUMO

O presente trabalho aborda a qualidade do ensino das mais diversas estruturas nas faculdades de arquitetura e como isso interfere diretamente no comportamento e desenvolvimento do arquiteto. Com o objetivo de atenuar o impacto da passagem da vida estudantil para a vida profissional, são apresentados conceitos que norteiam e buscam valorizar cada vez mais o profissional da arquitetura e sua atuação no mercado de trabalho. O trabalho foi cometido em artigos, livros e publicações em revistas de consagrados arquitetos e colaboradores da construção civil, como Yopanan Conrado Pereira Rebello e Kenneth Frampton, além do embasamento em normas e leis federais e municipais que estabelecem diretrizes para conceber uma edificação. Este trabalho de conclusão de curso possibilita o entendimento dos graduandos e professores de arquitetura, no âmbito do ensino de estruturas, da importância do conhecimento empírico, seja ele adquirido por meio de atividades em laboratórios, em canteiros experimentais ou visitas periódicas as obras do município e região. Portanto, o trabalho visa contribuir com a formação do arquiteto de modo que o mesmo seja capaz de compatibilizar os projetos arquitetônicos com o projeto estrutural e, conseqüentemente, diminuir os problemas como o retrabalho e o desperdício dos materiais de construção na fase de execução das edificações idealizadas.

Palavras-chaves: Ensino de estruturas. Importância do conhecimento empírico. Estrutura para arquitetos e estudantes de arquitetura.

ABSTRACT

The present work deals with the quality of the teaching of the most diverse structures in the architecture faculties and how this interferes directly in the behavior and resourcefulness of the architect. With the aim of attenuating the impact of the transition from the student life to professional life, concepts are presented that guide and seek to value more and more the professional of architecture and its work in the labor market. The work was carried out in articles, books and publications in magazines of renowned architects and civil construction workers, such as Yopanan Conrado Pereira Rebello and Kenneth Frampton, as well as the basis of federal and municipal norms and laws that establish guidelines for building design. This term paper makes possible the understanding of the undergraduates and teachers of architecture, in the scope of the teaching of structures, of the importance of the empirical knowledge, be it acquired through activities in laboratories, in experimental fields or periodical visits to the works of the municipality and region. Therefore, the work aims to contribute with the training of the architect so that it is able to reconcile the architectural projects with the structural design and, consequently, to reduce the problems as the rework and the waste of the building materials in the phase of execution of the buildings Idealized.

Key-words: Teaching structures. Importance of empirical knowledge. Structure for architects and architecture students.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fachada frontal da Escola Infantil Chipakata.....	24
Figura 2 – Participação de um morador na construção da escola infantil.....	25
Figura 3 – Foto dos colaboradores e crianças beneficiadas com a escola infantil....	25
Figura 4 – Esquema de reestruturação das salas de aula.....	26
Figura 5 – Espaço de aprendizagem criado com a elevação da cobertura.....	27
Figura 6 – Espaço de aprendizagem criado com a elevação da cobertura.....	27
Figura 7 – Elevação da cobertura metálica em relação à laje de alvenaria.....	28
Figura 8 – Estudo de insolação.....	28
Figura 9 – Vedação que permite o aproveitamento da luz solar.....	29
Figura 10 – Janelas contínuas de clerestory.....	29
Figura 11 – Processo construtivo do espaço multiuso.....	30
Figura 12 – Localização do espaço multiuso.....	30
Figura 13 – Cobertura do espaço multiuso.....	31
Figura 14 – Fachada frontal do parque educativo.....	31
Figura 15 – Solução arquitetônica do parque educativo.....	32
Figura 16 – Telas metálicas para controle bioclimático do edifício.....	33
Figura 17 – Telas metálicas e paredes furadas para controle bioclimático do edifício.....	33
Figura 18 – Espaço para desenvolvimento da vegetação nativa.....	34
Figura 19 – Maiores espaços livres e flexíveis.....	34
Figura 20 – Maiores espaços livres e flexíveis.....	35
Figura 21 – Salas modulares do primeiro pavimento.....	35
Figura 22 – Rampa de ligação do térreo com o primeiro pavimento.....	36
Figura 23 – Fachada da escola Jules Verne.....	36
Figura 24 – Telhado verde atuando como ligação dos blocos.....	37
Figura 25 – Telhado verde atuando como ligação dos blocos.....	37
Figura 26 – Peças de madeira pré-fabricadas.....	38
Figura 27 – Peças de madeira pré-fabricadas.....	38
Figura 28 – Salas de aula bem iluminadas.....	39
Figura 29 – Corredores internos bem iluminados.....	39
Figura 30 – Salas multiuso bem iluminadas.....	40
Figura 31 – Fachada da Beacon School.....	40
Figura 32 – Planta baixa do segundo pavimento.....	41
Figura 33 – Revestimento de madeira no interior da escola.....	42
Figura 34 – Revestimento de madeira no interior da escola.....	42
Figura 35 – Vedação de material pré-fabricado.....	43
Figura 36 – Vedação de material pré-fabricado.....	43
Figura 37 – Vedação de material pré-fabricado.....	44
Figura 38 – Vedação de material pré-fabricado.....	44
Figura 39 – Vedação de material pré-fabricado.....	45
Figura 40 – Extensão do município de Formiga.....	47

Figura 41 – Localização do município de Formiga	49
Figura 42 – Extensão do município de Formiga e localização do terreno em estudo	49
Figura 43 – Planta de situação do terreno em estudo.....	50
Figura 44 – Comércio do local.....	51
Figura 45 – Comércio do local.....	51
Figura 46 – Praça Ferreira Pires	52
Figura 47 – Praça Ferreira Pires	52
Figura 48 – Trânsito na Rua General Carneiro, sentido único	53
Figura 49 – Rua Álvaro Alvin, sem saída	53
Figura 50 – Praça Ferreira Pires, sentido duplo	54
Figura 51 – Edificação abandonada na Rua Álvaro Alvin	54
Figura 52 – Interior do terreno.....	55
Figura 53 – Direção do vento dominante	55
Figura 54 – Ponto de ônibus	56
Figura 55 – Incidência solar na fachada norte.....	57
Figura 56 – Incidência solar na fachada sul	57
Figura 57 – Incidência solar na fachada leste	58
Figura 58 – Incidência solar na fachada oeste	59
Figura 59 – Mapa de hierarquia viária.....	60
Figura 60 – Mapa de cheios e vazios.....	61
Figura 61 – Mapa de áreas verdes.....	62
Figura 62 – Mapa de gabarito de altura de edificações.....	63
Figura 63 – Mapa de uso do solo	64
Figura 64 – Mapa de equipamento urbano	65
Figura 65 – Mapa de equipamento urbano	66
Figura 66 – Mapa síntese.....	68
Figura 67 – Fluxograma e organograma	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de atividades..	15
Tabela 2 – Síntese das potencialidades das obras apresentadas.	46
Tabela 3 – Programa de necessidades.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

UNIFOR – MG – Centro Universitário de Formiga

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Tema e problema.....	12
1.2 Justificativa.....	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivos gerais	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4 Metodologia	13
1.5 Cronograma de atividades	14
2 REVISÃO TEÓRICA E HISTÓRICA DO TEMA	16
2.1 A tectônica na arquitetura	16
2.2 A arquitetura como estrutura - Ensino de estruturas nas faculdades de arquitetura.....	19
2.3 Legislações e normas vigentes	21
3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	23
4 LEITURA DE OBRAS ANÁLOGAS	24
4.1 Escola Infantil Chipakata - Lusaka, Zâmbia - 2015.....	24
4.2 Parque Educativo Mi Yuma - Puerto Triunfo, Antioquia - 2015	31
4.3 Escola Jules Verne - Châtenay-Malabry, França - 2016.....	36
4.4 Beacon School - São Paulo, Brasil - 2015.....	40
4.5 Síntese das obras análogas apresentadas	45
5 DIAGNÓSTICO DO SÍTIO E REGIÃO	47
5.1 Análise histórica, cultural e socioeconômica da cidade e região.....	47
5.2 Análise do terreno	48
5.3 Estudo do entorno	59
5.4 Estudo do mapa-síntese	66
6 PROPOSTA PROJETUAL	69
6.1 Programa de necessidades.....	69
6.2 Fluxograma e Organograma.....	71
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

A concepção e execução de um projeto arquitetônico derivam-se de um processo complexo, por exigir que inúmeras variáveis sejam consideradas simultaneamente. Dentre esses requisitos preliminares encontra-se a compatibilização dos projetos arquitetônicos com os projetos complementares, como o projeto estrutural do prédio.

É importante que todos os agentes envolvidos neste seguimento trabalhem de forma integrada e reconheçam que todo o processo de criação e de viabilização de projetos não funciona isoladamente. É necessário, também, que haja o mínimo de conhecimento sobre os demais projetos para que tais contratempos possam ser evitados.

Todo esse planejamento inicial converte-se na execução mais fluida e mais limpa dos projetos. Isso ocorre porque quando o projeto arquitetônico e os projetos complementares visam tal compatibilização, diminuem, significativamente, problemas como o retrabalho e o desperdício dos materiais de construção.

Diante desta problemática, afirma-se a importância do profissional da arquitetura demonstrar domínio e aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos na área de estruturas durante sua vida acadêmica. Tal importância se dá pelo fato de que este tipo de profissional é o responsável por idealizar e conceber um conceito estrutural ao objeto a ser edificado durante o processo de concepção do mesmo.

Portanto, o presente trabalho discorrerá sobre a articulação do conceito de tectônica, que pode ser compreendida pela arte de projetar ou ainda por abordar a arquitetura como estrutura, na concepção e desenvolvimento do projeto, através de uma proposta de um laboratório de estruturas, onde no seu projeto, reflita essas operações projetivas derivadas do entendimento e do protagonismo da estrutura como mote projetual. Desta forma, esse trabalho visa contribuir na formação do arquiteto, enquanto graduandos, e no seu desempenho profissional.

1.1 Tema e problema

O tema escolhido para o presente trabalho é a abordagem do ensino de estruturas nas escolas que oferecem a possibilidade de graduação no curso de arquitetura no Brasil tendo como objeto final a proposta de um Laboratório Modelo para testes em estruturas.

1.2 Justificativa

Acredita-se que o conhecimento empírico é fundamental para estimular o interesse e aumentar o entendimento dos alunos em relação às potencialidades e ao comportamento de cada tipo de estrutura quando submetidas a algum tipo de solicitação.

Esse trabalho se articula pela necessidade do bom entendimento do arquiteto quando o assunto é estrutura, haja vista a peculiaridade de cada projeto. Pois conhecendo as potencialidades de cada tipo de estrutura, o profissional da arquitetura poderá se decidir pela estrutura que melhor defenderá o seu conceito e o seu planejamento inicial fazendo da estrutura escolhida o ápice do projeto, assim como fazia Le Corbusier com as estruturas de concreto armado, o Kengo Kuma com as estruturas em madeira, o Paulo Mendes da Rocha com as estruturas em concreto aparente e o Santiago Calatrava com as estruturas em aço.

Por conseguinte, o presente trabalho se justifica pela necessidade do graduando em arquitetura de adquirir conhecimentos suficientes oriundos de atividades práticas em campos e laboratórios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos gerais

O objetivo geral deste trabalho é buscar informações sobre o tema mencionado a fim de alcançar e ordenar o embasamento teórico e histórico necessário para propor um Laboratório Modelo de testes em estruturas para as faculdades de Arquitetura e Urbanismo.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, faz-se necessária a adoção dos seguintes objetivos específicos:

- Realizar estudos de literatura específica sobre a estrutura na arquitetura;
- Analisar obras análogas e apresentar os resultados alcançados em outras instituições de ensino;
- Detectar os melhores métodos para entender o comportamento das estruturas quando submetidas a algum tipo de esforço e propor soluções para os métodos que não estão sendo aproveitados em sua totalidade;
- Identificar, conhecer e estudar leis de âmbito municipal, estadual e federal com o objetivo de traçar diretrizes projetuais;
- Identificar, conhecer e estudar normas que regem as estruturas, como madeira, concreto e aço;
- Desenvolver diagnósticos do sítio escolhido e do seu entorno, bem como da cidade como um todo onde que está inserido;
- Criar um programa de necessidades e um fluxograma satisfatórios para atender a real necessidade de um espaço como este;
- Por fim, propor um projeto de Laboratório Modelo que proporcione testes em estruturas diversas e, posteriormente, ser instalado em faculdades de Arquitetura e Urbanismo possibilitando que o conhecimento seja adquirido de forma empírica.

1.4 Metodologia

O presente trabalho se fundamenta em duas etapas. A primeira etapa, referente à revisão bibliográfica, onde se busca embasamento teórico, é constituída por capítulos exibidos e descritos a seguir. A segunda etapa, que será desenvolvida após a aprovação da etapa anterior, é referente à proposição projetual.

O primeiro capítulo da revisão teórica e histórica discorrerá sobre a tectônica da arquitetura, sendo descritos no seu decorrer, o conceito da expressão, histórico,

aplicabilidade e importância na construção civil. Seguidamente, no segundo capítulo será abordada a arquitetura como estrutura e apresentada a real situação geral do ensino de estruturas em algumas escolas de arquitetura no Brasil. Por fim, encerrando o referencial teórico, o terceiro capítulo, explana sobre o estudo das leis e normas vigentes que se fazem imprescindíveis e serão adotadas como diretrizes projetuais na próxima etapa por influírem diretamente no tema.

O terceiro tópico abordará a contextualização do objeto em estudo para descrever toda a articulação envolvida nesta temática, como a compreensão da real situação do ensino de estrutura nas faculdades de arquitetura.

Em seguida, serão apresentadas quatro obras análogas, sendo elas a Escola Infantil Chipakata na África, o Parque Educativo Mi Yuma na Colômbia, a Escola Jules Verne na França e a Beacon School no Brasil, com o intuito de analisar as potencialidades de cada projeto levando em consideração a sua estrutura física, os métodos construtivos, os materiais que compõem o prédio, sua eficiência, a sua inserção no meio e a organização dos espaços e o funcionamento dos mesmos, ou seja, organograma e fluxograma.

Posteriormente, será descrita a história da cidade de Formiga e abordado alguns temas como os fatores socioeconômicos do município. Após, será realizado um levantamento fotográfico e os diagnósticos do sítio e seu entorno a fim de obter informações relevantes quanto seus aspectos culturais e históricos. Além disso, haverá o estudo das suas condicionantes físicas através de mapas como os de cheios e vazios, áreas verdes, uso do solo, hierarquia viária, equipamento e mobiliário urbano, gabarito de altura de edificações e suas condicionantes climáticas através de informações quanto à radiação solar, retirada da carta solar de latitude 20 sul, e o sentido do vento dominante.

No sexto capítulo deste trabalho, será descrita a proposta projetual para a segunda fase deste trabalho. Por fim, objetivando que a etapa de fundamentação e a etapa de proposição se relacionem de forma conexa, será definido o programa de necessidades e o fluxograma/organograma da edificação proposta.

1.5 Cronograma de atividades

A seguir, o cronograma de atividades (TAB. 1) a serem desenvolvidas no 1º e 2º semestres de 2017, estabelecendo prazos para realizar cada uma delas.

Tabela 1 – Cronograma de atividades

Atividades/ Meses		Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
TCC Fundamentação	Elaboração do Pré-Projeto	■									
	Escolha do terreno	■	■								
	Revisão teórica e histórica do tema	■	■								
	Leituras de obras análogas			■							
	Diagnósticos do sítio e seu entorno			■							
	Programa de necessidades e fluxograma				■						
	Finalização e preparação para apresentação da primeira etapa				■	■					
	Conceito e Partido arquitetônico					■	■				
TCC Proposição	Estudo preliminar						■				
	Anteprojeto							■			
	Projeto Básico								■		
	Maquete Eletrônica									■	
	Finalização e preparação para apresentação da segunda etapa										■

Fonte: Autora (2017)

2 REVISÃO TEÓRICA E HISTÓRICA DO TEMA

2.1 A tectônica na arquitetura

É importante iniciar o estudo do tema a partir da contribuição da estrutura na concepção arquitetônica. Não é possível desassociar a forma do edifício aos seus componentes estruturais, uma vez que eles permitem que o edifício fique de pé, ou seja, o desenho da estrutura é também o desenho da forma do edifício. Na história da arquitetura é comum a abordagem da arquitetura como estrutura, sobretudo no enfoque de sua gênese construtiva: a arquitetura é ligada a construção. Portanto é imprescindível pensar a materialidade do edifício à medida que se pensa forma, organização espacial e condicionantes de implantação. No campo da teoria da arquitetura a expressão que condensa esse conhecimento é a tectônica.

A palavra tectônica deriva-se do grego *tekton*, que significa carpinteiro. É, correntemente, definida como “arte de construção”. Porém, dificilmente pode ser associada a um único significado, dada a sua intermitência ao longo da história, que somam mais de 2000 (dois mil) anos, e aos inúmeros debates para definir o real conceito da tectônica.

A interferência na sua compreensão, em relação ao significado original, é resultante das contribuições de teóricos, de diferentes épocas e nacionalidades. Os principais contribuintes são os alemães Carl Bötticher (1852) e Gottfried Semper (1851 e 1860) e o notável inglês Kenneth Frampton (1995).

O século XVIII (18) é como um marco para a evolução, na Europa, da Teoria da Arquitetura: onde a técnica começa a sobrepor a arquitetura. Pois é quando surge a ciência do cálculo designando uma renovada compreensão da física da construção e, coincidentemente, surgem as profissões de arquiteto e engenheiro, separadamente. Desta forma, a solidez arquitetônica e sua sensibilidade estética voltam-se, também, aos conhecimentos técnicos da construção e sua materialidade e desvinculam-se, unicamente, das formas geométricas.

No século XIX (19), o termo tectônica é, novamente, incorporado no meio alemão com o intuito de clarificar a arquitetura em relação à construção. O teórico Carl Bötticher (1852, p. 3-26) acredita que a tectônica é a materialidade e a estática do prédio sobrepondo as suas formas, mas que, conjuntamente, elas não deixam de ser uma demonstração do seu sistema construtivo.

No entanto Gottfried Semper (1851 e 1860) defende a arquitetura com uma teoria combinatória de quatro elementos (o lar, o terraço, o telhado e o fechamento) com quatro técnicas (a têxtil, a cerâmica, a tectônica representando a carpintaria e a estereotomia, técnica para cortar pedras) e quatro materiais básicos (o tecido, a argila, a madeira e as pedras). Assim, a magnitude da arte da tectônica é consequência das características físicas do material e também das referências estéticas provenientes da própria técnica.

No século XX (20), os arquitetos ainda utilizavam o termo tectônica. Contudo o termo era menos presente e não partilhava das tradições do século passado. Com a crise do modernismo, houve outra abertura para se discutir sobre os aspectos simbólicos da arquitetura. Peter Collins propõe então, em 1960, a partir das atribuições que separam os arquitetos e os engenheiros, que a noção da tectônica fosse ensinada nas escolas de arquitetura como uma nova disciplina, ou seja, em um contexto de cooperações como solução para as oposições que, normalmente, existem no meio interdisciplinar.

Um pouco mais tarde, Eduard Sekler (1965, p. 89-95) define a expressão tectônica como “uma expressão das relações entre forma e força estática da construção”, o seja, a expressão tectônica define “o domínio da criação do espírito puro cujo objetivo é provocar emoções plásticas de acordo com a expressão do inventor”.

Em 1995, o inglês Kenneth Frampton publica seu livro, responsável pela popularização do conceito até os dias atuais, atribuindo à tectônica cinco diferentes significados, sendo eles:

1. Onde exprime a ideia de uma construção considerada de modo artístico;
2. Se referindo ao equilíbrio do prédio, evidenciando sua ossatura leve tencionada;
3. Um significado mais genérico, para designar toda forma construída remetendo a ideia de peso, ou seja, para compreender uma alvenaria portante;
4. Em referência ao modo de trabalhar e de montar um material, como na expressão “tectônica da madeira”;
5. E por último, para evidenciar o modo no qual a lógica estrutural de uma obra é escondida ou suprimida.

Desta forma, o livro de Frampton é, ainda hoje, objeto de estudo para diversos autores que se interessam pelo amplo e complexo assunto da Tectônica. Assim, Amaral (2009, p.162) explica que:

A arquitetura, para Frampton, encontra-se suspensa entre uma condição de realização humana e o desenvolvimento da tecnologia, exprimindo certos estados e condições, como a durabilidade, a instrumentalidade ou a condição mundana do homem. A tectônica de acordo com uma (e talvez, principal) definição de Frampton, é um modo pelo qual se podem exprimir estes diferentes estados e um meio para “acomodar” as diferentes condições pelas quais as coisas aparecem e realizam-se. (AMARAL, 2009, p.162)

No Brasil, o arquiteto e urbanista Bruno Santa Cecília discorre sobre a “tectônica moderna e a construção nacional”, em um texto publicado em 2006. O arquiteto e urbanista explica que:

Em arquitetura, passou a designar não apenas a manifestação física do componente estrutural, mas a amplificação formal de sua presença em relação ao conjunto das demais partes. [...] Como estratégia de composição arquitetural, o potencial tectônico de um edifício pode ser plenamente atingido através da interdependência mútua e harmônica entre estrutura, forma e construção. [...] No entanto, a máxima expressão do caráter tectônico de um edifício decorre da utilização da própria estrutura como geradora do espaço arquitetônico e definidora de sua aparência. (SANTA CECÍLIA, 2006, p.7-8)

Santa Cecília (2006, p.8-9) ainda cita o concreto armado como o maior representante da tectônica moderna brasileira, “atuando como um denominador comum a todas essas arquiteturas”, devida sua plasticidade que resulta na liberdade formal como característica da arquitetura brasileira.

Já os arquitetos Figueredo e Assis (2017) acreditam que no processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico deve-se abordar “a estrutura como variável ativa e atuante”, mas isso requer do profissional de arquitetura “um entendimento mais apurado deste contexto e domínio das possibilidades nos mais variados sistemas estruturais”. Desta forma, Figueredo e Assis (2017) instruem que:

Na concepção de um projeto de arquitetura, a definição do sistema estrutural deveria estar sempre associada à forma arquitetônica. A estabilidade mecânica do edifício não poderia ser tratada como um item que será resolvido a posteriori. A dinâmica do projeto deveria ser tal onde o partido arquitetônico com base conceitual, direciona a concepção estrutural tornando-a parte do processo e assim, os cálculos e soluções estruturais poderiam ser resolvidos de maneira mais simplificada. (FIGUEREDO; ASSIS, 2017, p. 2)

2.2 A arquitetura como estrutura – Ensino de estruturas nas faculdades de arquitetura

Com o avanço da tecnologia e suas inovações quanto às técnicas construtivas e materialidade, o mercado da construção civil está cada vez mais em busca de qualidade técnica, otimização econômica e rapidez, tanto na fase projetual quanto na fase de execução.

Para alcançar qualidade em todas as fases que envolvem uma obra, Delatorre (2010) acredita que:

[...] os agentes envolvidos devem trabalhar de forma integrada, visando a compatibilização dos projetos e garantindo a sua construtibilidade; entretanto, tal integração entre os profissionais e agentes envolvidos ainda é um problema. A falta de compatibilização inicia na fase de concepção arquitetônica e se estende até o final da execução da obra. As falhas de projeto potencializam erros de compatibilização, geram retrabalhos e desperdícios, interferindo na qualidade do produto final. (DELATORRE, 2010, p.1)

De acordo com o levantamento realizado por Fruet e Formoso (1993) com 45 empresas de pequeno porte da construção civil, mais de 90% dessas empresas modificam o projeto no decorrer da execução da obra e 53% encontram problemas relativos à incompatibilidade de projetos na fase de elaboração.

O aprimoramento e integração dos profissionais envolvidos na construção civil não é somente a busca por embasamento para solucionar apenas aos problemas relacionados às soluções técnicas, processo construtivo e escolha de materiais, mas pode ser analisado em um sentido mais amplo, ou seja, como capacidade de solucionar problemas que envolvem a sociedade e o meio ambiente.

A estrutura de uma edificação pode ser compreendida como elemento crucial para conversão do projeto idealizado em um edifício construído. Os principais elementos estruturais são as lajes, as vigas, os pilares e a fundação.

Rebello (2000) explica que a concepção estrutural é atribuída ao Engenheiro Civil devida sua formação baseada em cálculos, dimensionamentos estruturais e sistemas complexos. Porém, a concepção estrutural não surge dos modelos matemáticos e dimensionamentos estruturais, pois para que a estrutura seja dimensionada deve-se existir um modelo estrutural previamente concebido.

Segundo Goldman (1986), a estrutura é o processo mais oneroso na execução da obra, representando cerca de 19% a 26% do custo total do edifício. Em contrapartida, os custos de projetos variam, em média, de 1,6% a 2,7% do custo total do edifício. Estes dados justificam, principalmente no âmbito econômico, a necessidade do profissional da arquitetura em dominar o comportamento estrutural e integrar-se aos demais profissionais da construção civil durante o processo projetual da edificação.

No Brasil, o ensino de estruturas para os estudantes de arquitetura tem como embasamento as diretrizes apontadas em dois “Encontros Nacionais de Professores de Estruturas para Escolas de Arquitetura”, sendo o primeiro em São Paulo no ano de 1974 e o segundo em Goiânia no ano de 1985. Saramago (2009) sintetiza tais diretrizes da seguinte forma:

[...] estipulavam uma possível organização para os cursos de Estruturas, propondo sua divisão em três fases: análise qualitativa, análise quantitativa e integração com a disciplina de Projeto. A primeira fase, de caráter introdutório, teria o objetivo de colocar o aluno em contato com o fenômeno estrutural a partir de uma abordagem conceitual, fazendo uso de recursos de aprendizagem por “ensaio e erro” – como a manipulação de modelos, por exemplo. Após esta fase inicial, os alunos aprofundariam estudos quantitativos, comparando os resultados obtidos nesse momento com os da fase intuitiva integrando-os de forma progressiva. Já na terceira fase, a ser realizada nos ateliês, caberia à própria atividade projetual uma síntese mais ampla, estabelecendo as condições práticas de enfrentamento dos problemas estruturais. [...] foram apresentadas outras propostas: valorizar o estudo da História como imprescindível ao aprendizado de estruturas; e prever a instalação de laboratórios de modelos nas escolas, tanto para apoio às atividades de graduação, quanto para pesquisas de maior alcance sobre problemas estruturais em Arquitetura. (SARAMAGO, 2009, p.170)

Já no terceiro encontro os arquitetos e professores Figueredo e Assis (2017) contam sobre suas experiências ao lecionarem disciplinas que envolvem estrutura, mais especificamente a disciplina de estruturas de madeira. Assim os professores acreditam e explicam que:

O ensino/aprendizado é mais efetivo quando o estudante é o sujeito da ação, desenvolvendo um processo de aquisição/produção de conhecimento. Esse processo se dá por tentativa e erro, com a eliminação do erro através da avaliação crítica. Nele, o professor não é aquele que detém e repassa o saber, mas faz parte de sua construção: como aprendiz mais experiente, o professor sugere caminhos, veicula informações fundamentais, formula exercícios e trabalhos práticos e, principalmente, exerce a atividade crítica, a partir da qual se eliminam os erros. (FIGUEREDO; ASSIS, 2017, p. 13).

Saramago (2009) realizou uma pesquisa exploratória dos cursos de arquitetura e urbanismo distribuídos no Brasil. Das 99 escolas que responderam sobre os espaços institucionais dedicados às práticas de experimentação dos sistemas estruturais e construtivos:

- 44 cursos (58,7%) possuem laboratórios para ensaios de materiais e elementos estruturais;
- 33 faculdades (44%) apresentam, em suas instalações, laboratórios de modelos ou maquetaria para execução de protótipos de Estruturas;
- 18 instituições de ensino (24%) contam com canteiro experimental em seus domínios;
- E 20 escolas (26,7%) não possuem qualquer tipo de espaço para fins de atividades práticas.
- Apenas 10 cursos (13,3%) afirmaram possuir todos os três tipos de locais para experimentação empírica.

O arquiteto Graeff (1995) também defende a introdução de canteiros experimentais nas escolas de Arquitetura, a fim de solucionar a ruptura entre arte e técnica presente nos cursos. O autor explica que a partir das transformações ocorridas na sociedade em virtude da Revolução Industrial e de ajustes na divisão do trabalho, foi atribuído aos engenheiros o desenvolvimento tecnológico da construção, resultando em uma deficiência na formação dos arquitetos, que passou a enfatizar os conceitos artísticos.

2.3 Legislações e normas vigentes

Todo projeto arquitetônico necessita de embasamento legal e normativo para sua concepção. Neste trabalho serão adotadas as diretrizes constituídas nas seguintes lei e normas vigentes:

- Código de Obras do município de Formiga – Minas Gerais: como o projeto está sendo proposto no município de Formiga, serão consideradas as diretrizes que estabelecem a formação e estruturação arquitetônica da cidade elencadas no seu Código de Obras como os afastamentos da edificação, as dimensões mínimas dos ambientes, a taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento do terreno, taxa de permeabilidade, gabarito máximo,

abertura das esquadrias, dentre outros. O código de obras é extremamente importante para garantir a viabilidade, salubridade e segurança dos municípios e suas obras.

- ABNT NBR 6118:2004, ABNT NBR 8800:2008 e ABNT NBR 7190:1997 e as referências de todas elas: tais normas técnicas fixam os requisitos básicos exigíveis para projetos de estruturas de concreto simples, armado e protendido, para projetos de estruturas de aço e concreto de edificações e para projetos, execução e controle das estruturas correntes de madeira, respectivamente. Essas três leis em questão é onde fundamenta o projeto que será desenvolvido na próxima fase deste trabalho, pois nelas são encontradas informações como a propriedade e o comportamento dos materiais, suas resistências, análise estrutural e limites. Uma vez que o projeto final será constituído de uma estrutura mista, também auxiliam quanto ao detalhamento, encaixe, equilíbrio e dimensionamento das peças.
- ABNT NBR 9050:2015 e suas referências: Norma que estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade, ou seja, tem como foco as pessoas com necessidades especiais e/ou com mobilidade reduzida. Alguns critérios utilizados serão as distâncias mínimas para deslocamentos seguros nas edificações, os banheiros e os vestiários adaptados por meio dos seus acessos e mobiliários e diretrizes para projetar rampas e escadas. Tudo isso com o objetivo de viabilizar o uso independente de todo o público alvo.
- ABNT NBR 9077:2001 e suas referências: Norma que fixa as condições exigíveis que as edificações devem possuir: a) a fim de que sua população possa abandoná-las, em caso de incêndio; b) para permitir o fácil acesso de auxílio externo (bombeiros). Será importante para a realização do cálculo da população no prédio, a escolha das esquadrias da edificação, para estabelecer distâncias de segurança, os tipos de escada e dimensionamento da distância máxima a ser percorrida e das saídas de emergência para evacuar o prédio caso necessário.
- ABNT NBR 15575:2013 (5 partes) e suas referências: Norma de extrema importância, pois determina regras para obter o conforto acústico do edifício, já que o mesmo promoverá grande ruído nas fases de teste das estruturas.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Com base nas informações coletadas na revisão teórica e histórica do tema proposto, é notável a compreensão de que o ensino de estruturas é primordial na formação do arquiteto e urbanista.

Contudo, é possível perceber também, que o método utilizado para repassar o conhecimento aos graduandos ainda é insatisfatório na maioria das universidades. As matérias que envolvem o ensino de estruturas como as disciplinas de resistência dos materiais, sistemas estruturais, estruturas de concreto, estruturas metálicas, estruturas de madeiras e outras, devem ser compreendidas como parcialmente teóricas e ser planejadas atividades práticas, como forma de compor o conteúdo teórico e aprimorar e certificar o entendimento dos alunos.

Como visto ainda na revisão teórica deste trabalho, o arquiteto, desde o início da construção civil, era o profissional responsável por garantir a estabilidade e durabilidade da estrutura escolhida para as edificações. Com o passar dos anos, isso foi se perdendo e acabou caindo no esquecimento de alguns, porém o arquiteto ainda continua sendo um dos profissionais responsáveis por assegurar solidez, harmonia e constância da obra durante sua vida útil.

Para resgatar o interesse dos arquitetos pela estrutura e fazê-los entender que a mesma pode ser uma das maiores potencialidades de um projeto arquitetônico, é fundamental que os diferentes tipos de estruturas sejam apresentados, ainda aos graduandos em arquitetura e urbanismo, com o devido valor e importância que os envolve.

É certo que a forma mais eficiente de aprendizado é por meio do conhecimento empírico, ou seja, o conhecimento adquirido por meio de experiências próprias. Portanto, é primordial que as universidades comunguem deste pensamento e possibilite a ocorrência de tal método de aprendizado.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é propor um laboratório de testes de estruturas para o município de Formiga – Minas Gerais que, a partir da sua concepção estrutural e processo construtivo, auxilie no melhoramento da didática, por meio de uma readequação e uma readaptação do método de ensino de estrutura nas faculdades de arquitetura e urbanismo do município e região.

4 LEITURA DE OBRAS ANÁLOGAS

Em seguida, serão apresentadas quatro obras análogas com o intuito de analisar as potencialidades de cada projeto levando em consideração a sua estrutura física, os métodos construtivos, os materiais que compõem o prédio, sua eficiência, a sua inserção no meio e a organização dos espaços e o funcionamento dos mesmos, ou seja, organograma e fluxograma.

4.1 Escola Infantil Chipakata – Lusaka, Zâmbia – 2015

A Escola Infantil Chipakata (FIG. 1) está localizada na África e é uma parceria da Fundação 14+, uma organização sem fins lucrativos que possui a missão social de oferecer mais qualidade de vida aos residentes das comunidades rurais africanas através da construção de escolas e orfanatos, com os diretores da Ennead Arquitetos, Robert Silman Associates e MDEAS Arquitetos.

Figura 1 – Fachada frontal da Escola Infantil Chipakata.



Fonte: Enneadlab (2015).

Como consta no site da Ennead Arquitetos (2015), os arquitetos envolvidos na criação desse projeto contaram com a colaboração dos moradores para criar e construir (FIG. 2 e 3) a atual escola primária que atende cerca de 150 crianças de sete diferentes comunidades e contempla, além das salas de aula, 5 unidades de

habitação de professores, área comunitárias e administrativas e áreas agrícolas a fim de gerar alimento e renda da escola e garantir a sua estabilidade econômica.

Figura 2 – Participação de um morador na construção da escola infantil.



Fonte: Enneadlab (2015).

Figura 3 – Foto dos colaboradores e crianças beneficiadas com a escola infantil.

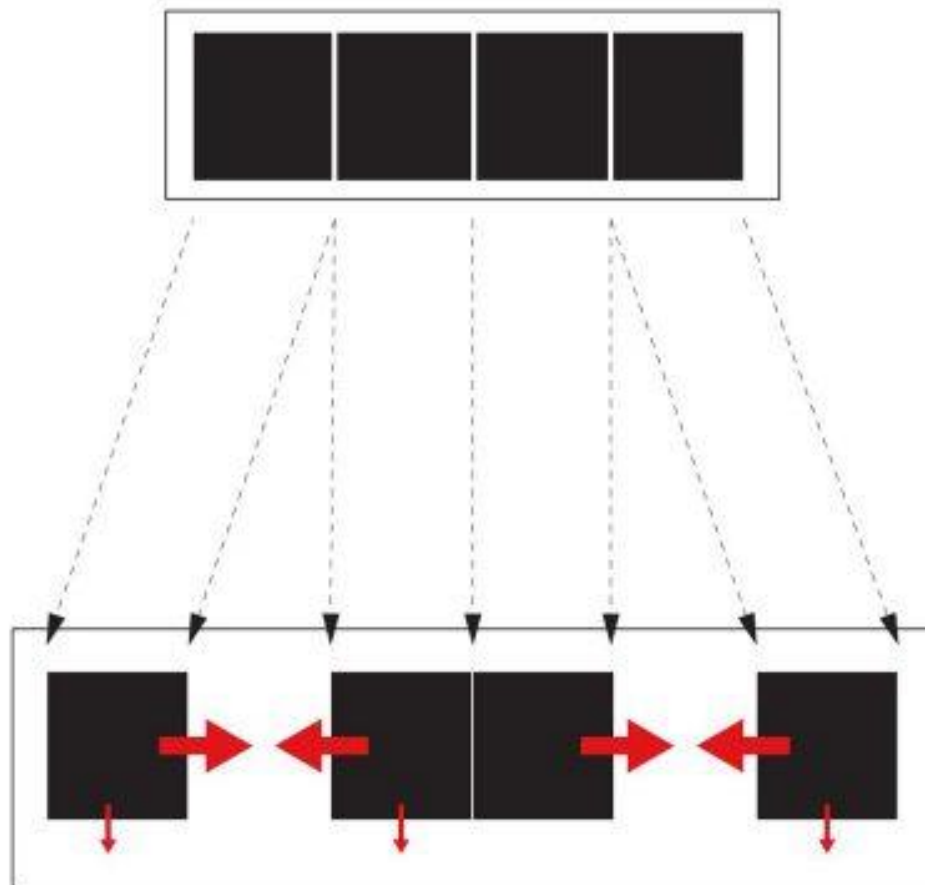


Fonte: Enneadlab (2015).

Os arquitetos e diretores Susan Rodriguez, Frank Lupo e Randy Antonia Lott (2015) explicam que o terreno escolhido era nivelado e a ideia era redefinir a

estrutura padrão das salas de aula (FIG. 4) separando-as do refeitório e introduzindo um espaço aberto entre as salas externas criando, assim, duas áreas de atividade ao ar livre protegidas das intempéries.

Figura 4 – Esquema de reestruturação das salas de aula.



Fonte: Enneadlab (2015).

Os arquitetos e diretores contam ainda que foram criados mais alguns espaços de aprendizagem (FIG. 5 e 6) com a elevação da cobertura acima da laje de alvenaria (FIG. 7), espaços esses que possuem acesso por escadas. Dessa maneira, o projeto soma 10 espaços para aprendizagem, o que antes somaria 4, levando em consideração a tipologia regional.

Figura 5 – Espaço de aprendizagem criado com a elevação da cobertura.



Fonte: Enneadlab (2015).

Figura 6 – Espaço de aprendizagem criado com a elevação da cobertura.



Fonte: Enneadlab (2015).

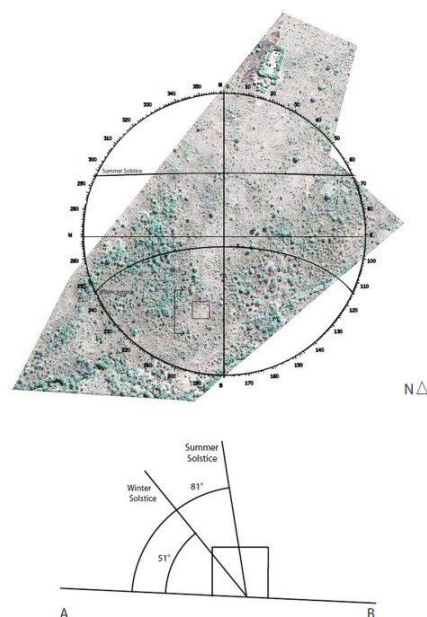
Figura 7 – Elevação da cobertura metálica em relação à laje de alvenaria.



Fonte: Enneadlab (2015).

Sobre as aberturas das esquadrias, os donos do projeto, afirmam que foram configuradas para permitir a captação e penetração da luz solar nas salas de aula (FIG. 8 e 9), através das janelas contínuas de clerestory (FIG. 10). Porém, para que a luz e o calor não fossem excessivos e severos no período do verão, a cobertura metálica foi projetada saliente as salas de aula, atuando como brise horizontal.

Figura 8 – Estudo de insolação.



Fonte: Enneadlab (2015).

Figura 9 – Vedação que permite o aproveitamento da luz solar.



Fonte: Enneadlab (2015).

Figura 10 – Janelas contínuas de clerestory.



Fonte: Enneadlab (2015).

Os arquitetos também pensaram em um espaço multiuso ao lado da escola (FIG. de 11 a 13) de forma triangular e coberto para servir de auxílio á escola e á comunidade.

Figura 11 – Processo construtivo do espaço multiuso.



Fonte: Enneadlab (2015).

Figura 12 – Localização do espaço multiuso.



Fonte: Enneadlab (2015).

Figura 13 – Cobertura do espaço multiuso.



Fonte: Enneadlab (2015).

4.2 Parque Educativo Mi Yuma – Puerto Triunfo, Antioquia – 2015

O Parque Educativo Mi Yuma (FIG. 14), idealizado pelos arquitetos do escritório Plan:b arquitectos, está localizado na Colômbia. De acordo com Brant (2016), este parque educativo está inserido em um projeto social amplo da Prefeitura de Antioquia e tem o objetivo de levar educação de qualidade a inúmeras regiões do estado.

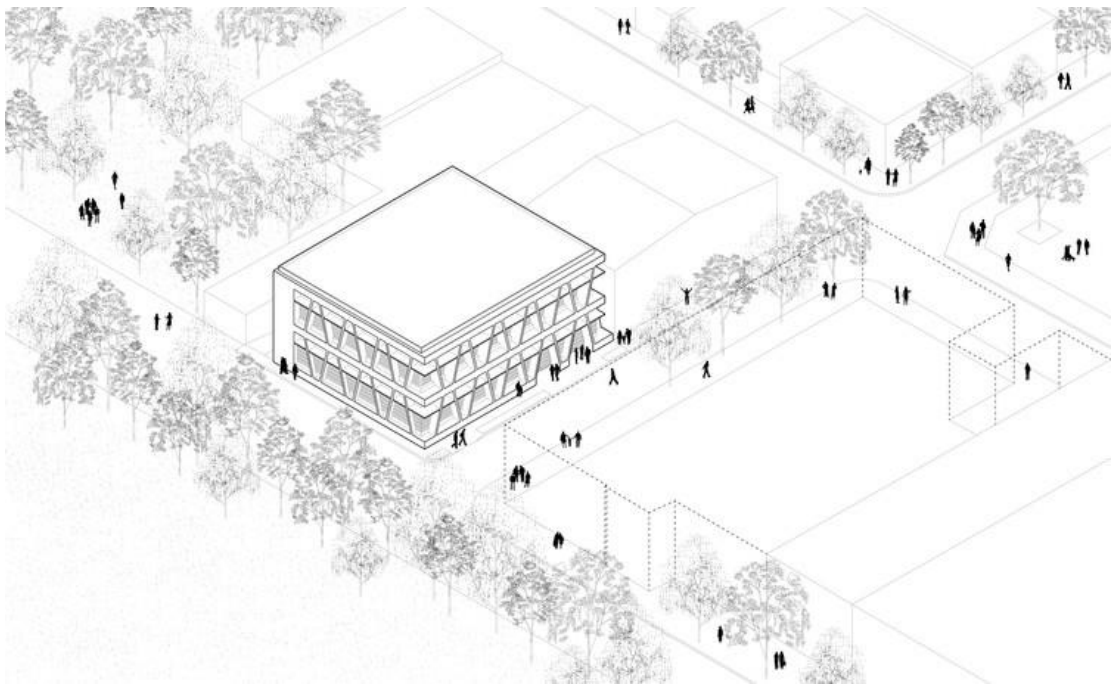
Figura 14 – Fachada frontal do parque educativo.



Fonte: Archdaily (2016).

Brant (2016) ainda explica que a ideia dos arquitetos era causar o menor impacto possível no entorno, então, a solução adotada foi participar da formação urbanística já existente e, como resultado, surgiu um edifício compacto e regular (FIG. 15). A escolha da estrutura de concreto reforçado tem como potencialidade sua atuação tanto como suporte quanto como estética da fachada, através dos pilares inclinados e vigas, controle bioclimático, pela possibilidade de prever telas metálicas e paredes perfuradas maximizando a ventilação cruzada no interior do edifício (FIG. 16 e 17), e espaço para o desenvolvimento da vegetação nativa, que agrega leveza as construções mais rústicas (FIG. 18). Os pilares inclinados no perímetro no prédio, também, possibilitam a criação de maiores espaços livres e flexíveis (FIG. 19 e 20).

Figura 15 – Solução arquitetônica do parque educativo.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 16 – Telas metálicas para controle bioclimático do edifício.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 17 – Telas metálicas e paredes furadas para controle bioclimático do edifício.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 18 – Espaço para desenvolvimento da vegetação nativa.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 19 – Maiores espaços livres e flexíveis.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 20 – Maiores espaços livres e flexíveis.



Fonte: Archdaily (2016).

Segundo Brant (2016), além dos espaços multiusos no térreo, existem no primeiro pavimento as salas modulares (FIG. 21). A ligação dos dois pavimentos é possível por meio de uma rampa paralela à fachada principal (FIG. 22).

Figura 21 – Salas modulares do primeiro pavimento.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 22 – Rampa de ligação do térreo com o primeiro pavimento.



Fonte: Archdaily (2016).

4.3 Escola Jules Verne – Châtenay- Malabry, França – 2016

A reforma da Escola Jules Verne (FIG. 23), localizada na França, é resultado da inspiração dos arquitetos do escritório archi5. De acordo com Delaqua (2017), os arquitetos envolvidos no projeto queriam modificar significativamente a imagem da escola. Dessa forma, consideraram as crianças como a centralidade do projeto para criar um lugar de aprendizagem com qualidade.

Figura 23 – Fachada da escola Jules Verne.



Fonte: Archdaily (2017).

A reforma da escola permitiu que todos os blocos permanecessem independentes, porém o telhado verde em estrutura de madeira une os blocos, criando uma interação completamente harmônica entre eles (FIG. 24 e 25). Delaqua (2017) afirma que a estrutura do telhado verde e as fachadas em madeira garantiram uma obra seca e menos esforços para a sua execução. Isso aconteceu, porque as peças foram pré-fabricadas e apenas unidas no local da obra (FIG. 26 e 27).

Figura 24 – Telhado verde atuando como ligação dos blocos.



Fonte: Archdaily (2017).

Figura 25 – Telhado verde atuando como ligação dos blocos.



Fonte: Archdaily (2017).

Figura 26 – Peças de madeira pré-fabricadas.



Fonte: Archdaily (2017).

Figura 27 – Peças de madeira pré-fabricadas.



Fonte: Archdaily (2017).

Delaqua (2017) exalta ainda a eficiência térmica e acústica das fachadas que, também, possibilitam futuras evoluções de uso durante a vida útil do prédio, preservando o conceito inicial (FIG. de 28 a 30).

Figura 28 – Salas de aula bem iluminadas.



Fonte: Archdaily (2017).

Figura 29 – Corredores internos bem iluminados.



Fonte: Archdaily (2017).

Figura 30 – Salas multiuso bem iluminadas.



Fonte: Archdaily (2017).

4.4 Beacon School – São Paulo, Brasil – 2015

A Beacon School (FIG. 31) está localizada no Alto dos Pinheiros, em São Paulo. Delaqua (2016) menciona que ao projetá-la, os arquitetos do escritório Pessoa Arquitetos e seus colaboradores, se depararam com um grande desafio, o de construir em 150 dias uma escola de 790 metros quadrados.

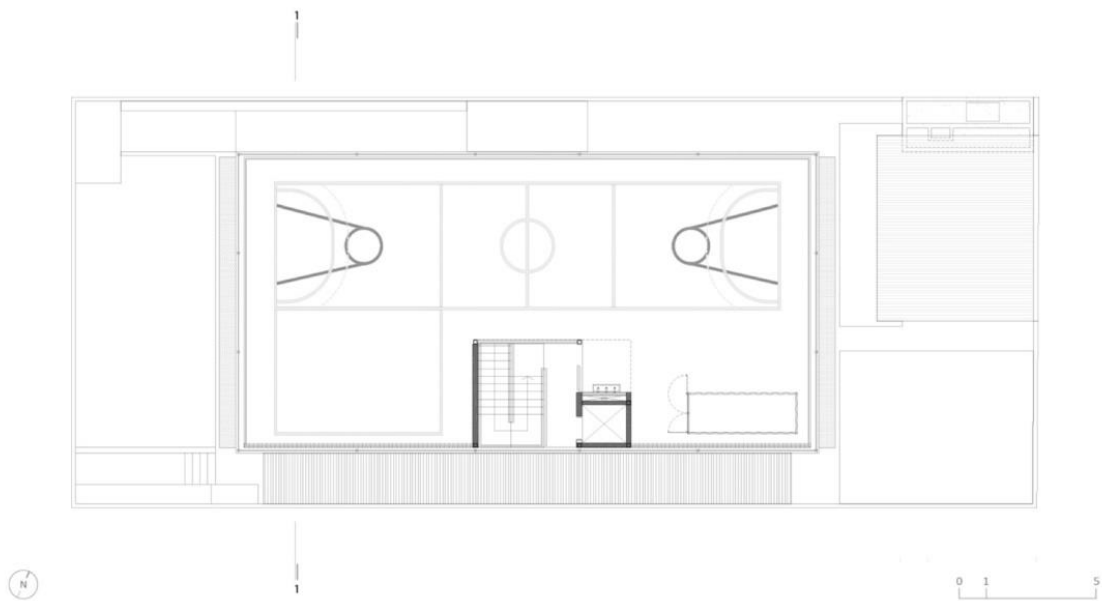
Figura 31 – Fachada da Beacon School.



Fonte: Archdaily (2016).

Dessa forma, os arquitetos deveriam se atentar na escolha do processo construtivo do prédio. Segundo Delaqua (2016), os arquitetos se decidiram então, por uma estrutura de concreto com um grande vão (11x8), possibilitando a realização de atividades recreativas no segundo pavimento (FIG. 32). A laje superior desse espaço estaria apoiada em perfis metálicos e, devida à necessidade de uma execução mais rápida, eles não teriam tempo para esperar a cura completa da mesma e optaram pela laje pré-moldada. Para dar forma e aconchego ao edifício, optaram por revestir o interior com uma estrutura de madeira (FIG. 33 e 34).

Figura 32 – Planta baixa do segundo pavimento.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 33 – Revestimento de madeira no interior da escola.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 34 – Revestimento de madeira no interior da escola.



Fonte: Archdaily (2016).

De acordo com Delaqua (2016), para sustentar o conceito projetual de uma obra com a execução mais rápida, os arquitetos planejaram atuar em duas linhas de frente, simultaneamente. Ao mesmo tempo em que era criada a estrutura de madeira no interior dos ambientes, também era colocada a estrutura superior sobre

a laje de concreto. Desse ponto em diante, a execução fluiu eficientemente. Os materiais utilizados para a vedação do prédio (Fig. de 35 a 39) eram todos pré-fabricados, como os painéis de melanina laminados, as placas cimentícias e o *dry wall*.

Figura 35 – Vedação de material pré-fabricado.



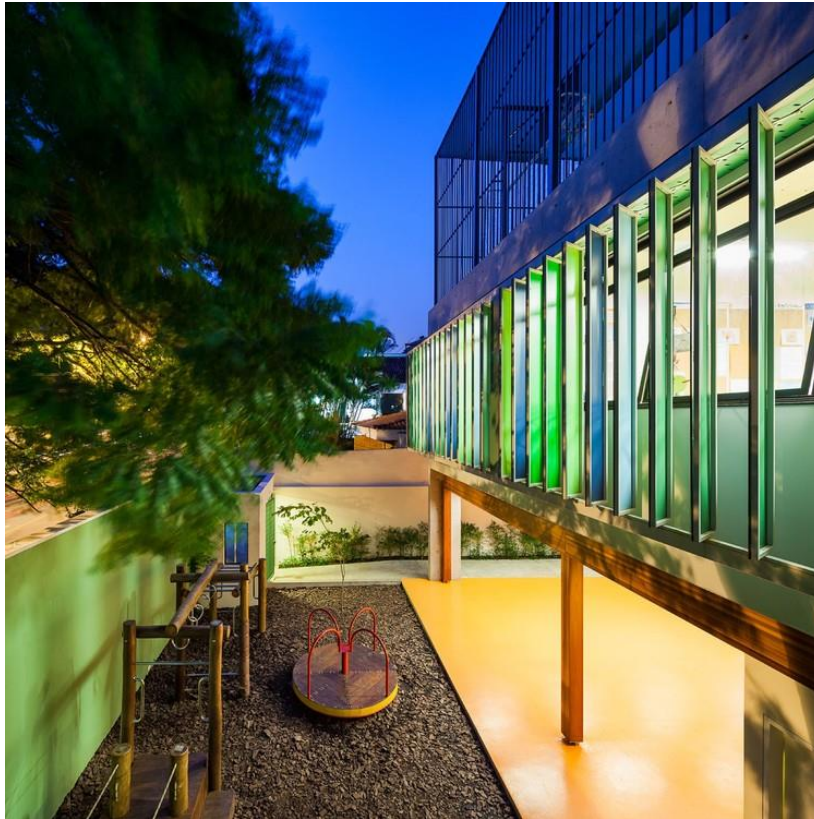
Fonte: Archdaily (2016).

Figura 36 – Vedação de material pré-fabricado.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 37 – Vedação de material pré-fabricado.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 38 – Vedação de material pré-fabricado.



Fonte: Archdaily (2016).

Figura 39 – Vedação de material pré-fabricado.



Fonte: Archdaily (2016).

4.5 Síntese das obras análogas apresentadas

A seguir, serão apresentadas as potencialidades (TAB. 2) mais significativas para a segunda fase deste trabalho, das obras mostradas anteriormente justificando o interesse da autora pelas mesmas.

Tabela 2 – Síntese das potencialidades das obras apresentadas.

Obra - Localização	Ano	Idealizadores	Potencialidades
Escola Infantil Chipakata – Lusaka, Zâmbia.	2015	Diretores da Ennead Arquitectos, Robert Silman Associates e MDEAS Arquitectos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura em estrutura metálica; • Aproveitamento da laje como mais espaços de aprendizagem; • Integração da comunidade; • Criação do espaço multiuso. • O conceito de conforto térmico e de melhoria de vida através do estudo.
Parque Educativo Mi Yuma – Puerto Triunfo, Antioquia.	2015	Arquitectos do escritório Plan:b arquitectos	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura de concreto armado; • Estrutura como elemento estético; • Aproveitamento máximo dos espaços nos ambiente internos; • O conceito de conforto térmico e de melhoria de vida através do estudo.
Escola Jules Verne – Châtenay-Malabry, França.	2016	Arquitectos do escritório archi5.	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura em madeira; • Integração dos blocos a partir do telhado; • Processo construtivo, obra rápida – utilização de peças pré-fabricadas; • O conceito de conforto térmico e de melhoria de vida através do estudo.
Beacon School – São Paulo, Brasil.	2015	Arquitectos do escritório Pessoa Arquitectos e seus colaboradores.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de estrutura mista; • Processo construtivo, obra rápida – utilização de peças pré-fabricadas; • O conceito de conforto térmico e de melhoria de vida através do estudo.

Fonte: Autora (2017).

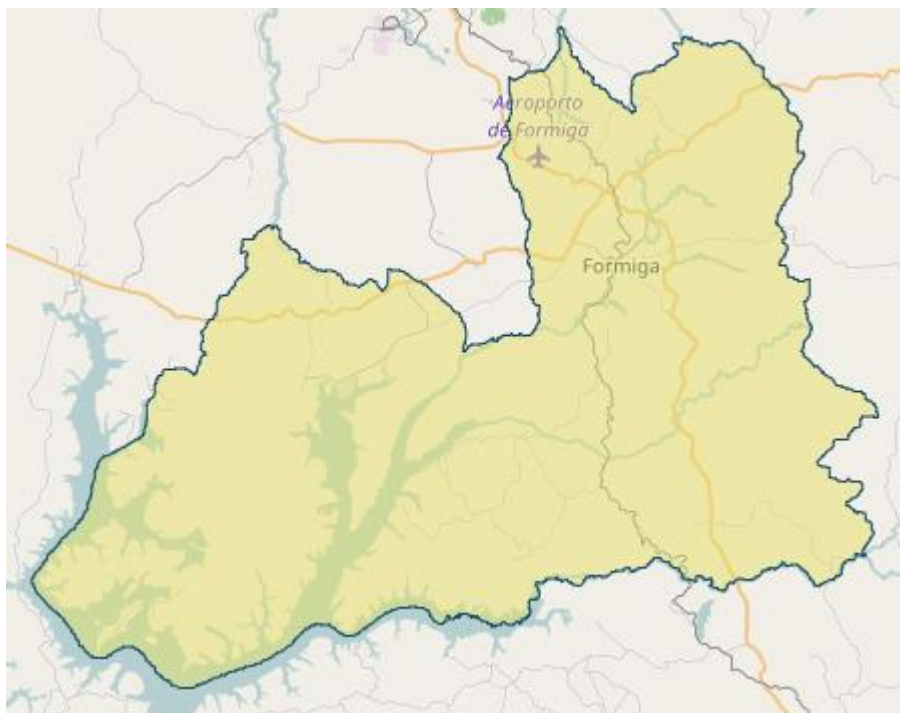
5 DIAGNÓSTICO DO SÍTIO E REGIÃO

A seguir, a história da cidade de Formiga e os fatores socioeconômicos do município. Após, um levantamento fotográfico e os diagnósticos do sítio e seu entorno a fim de obter informações relevantes quanto seus aspectos culturais e históricos. Além disso, o estudo das suas condicionantes físicas através de mapas como os de cheios e vazios, áreas verdes, uso do solo, hierarquia viária, equipamento e mobiliário urbano, gabarito de altura de edificações e suas condicionantes climáticas através de informações quanto à radiação solar, retirada da carta solar de latitude 20 sul, e o sentido do vento dominante.

5.1 Análise histórica, cultural e socioeconômica da cidade e região

O município de Formiga se localiza na região Centro-Oeste do estado de Minas Gerais e, segundo pesquisas do IBGE dos anos de 2015 e 2016, possui uma área da unidade territorial de 1.501,915 quilômetros quadrados (FIG. 40) e uma população estimada de 68.236 habitantes.

Figura 40 – Extensão do município de Formiga.



Fonte: Adaptado pela autora do IBGE (2017).

Formiga está a 196 quilômetros da capital do estado, Belo Horizonte, e a, aproximadamente, 25 quilômetros do Lago de Furnas, um atrativo turístico da região. Entre os seus municípios vizinhos estão Arcos, Campo Belo, Candeias, Pimenta, Córrego Fundo, Itapeçerica, Santo Antônio do Monte e Pedra do Indaiá.

O município em análise possui o clima tropical e uma temperatura média de 21,8°C, com ventos dominantes no sentido sudeste-noroeste. Seu bioma é característico da mata atlântica e do cerrado, com o relevo ondulado e existência de montanhas. As principais matérias primas encontradas em Formiga são o calcário e a areia, por isso é conhecida como a cidade das Areias Brancas.

O aniversário da cidade é comemorado no dia 06 de junho e, em 2017, Formiga completará 159 anos. Não existem documentos comprobatórios da origem da cidade, porém os moradores se dividem entre algumas versões. A mais popular delas rege a história de alguns tropeiros que passavam pela cidade na época do ciclo da cana de açúcar. Em uma das visitas, os tropeiros pararam as margens do rio para descansar e tiveram os seus produtos atacados por formigas, tendo um grande prejuízo. Desde então o local passou a ser chamado de Rio das Formigas, como alerta de insetos aos viajantes.

O seu desenvolvimento se deu através de uma capela, que hoje é uma das matrizes da cidade. A população é, em sua maioria, de classe média e cultuam valores típicos do interior, como o congado, que é o patrimônio histórico da cidade, a folia de reis, festividades cristãs.

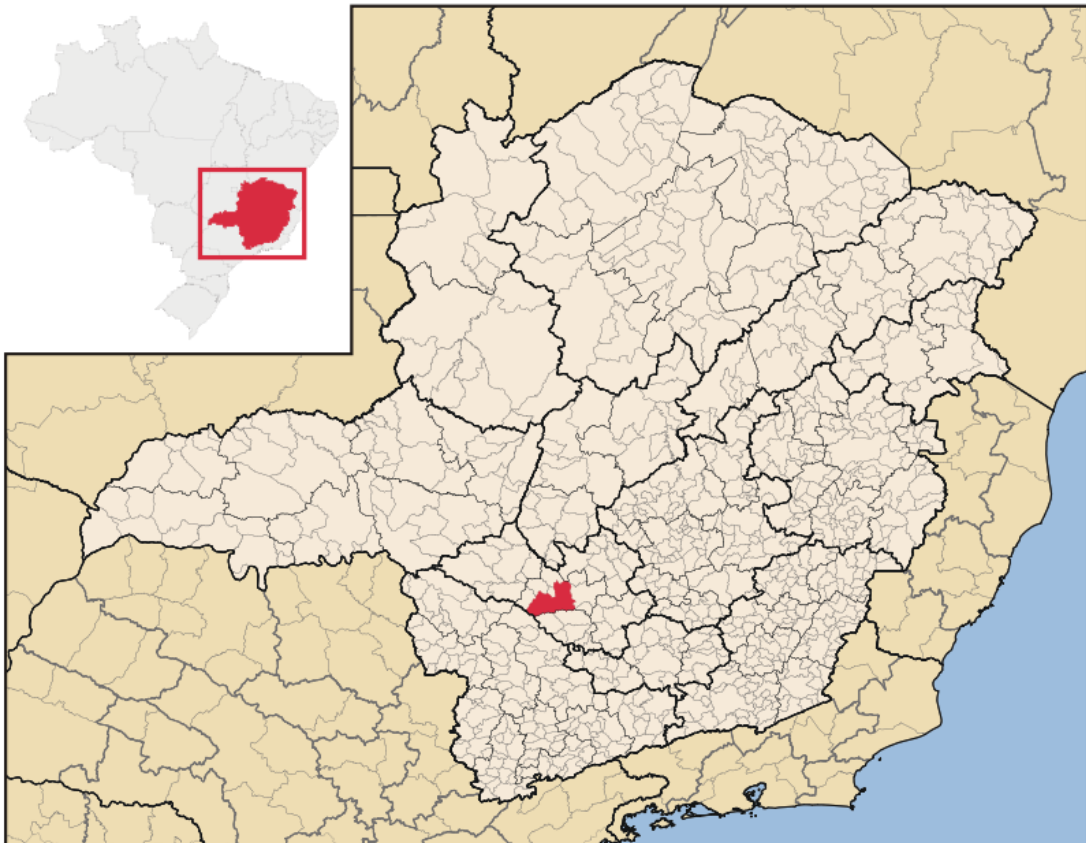
A cidade é contemplada por inúmeras indústrias, fábricas, escolas e colégios, possuindo ainda estabelecimentos que oferecem ensino superior e técnico, como o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), e de graduação e pós-graduação, como o Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). A principal fonte de renda dos seus moradores é proveniente da prestação de serviços, como as fábricas de confecções e pelo comércio.

5.2 Análise do terreno

O terreno em estudo está localizado no município de Formiga, Minas Gerais (FIG. 41 e 42). De acordo com o zoneamento da cidade, está na área central caracterizada pelo seu uso misto, ou seja, residencial, comercial e de serviços. Por possuir uma localização estratégica, o terreno possui três possíveis acessos, sendo

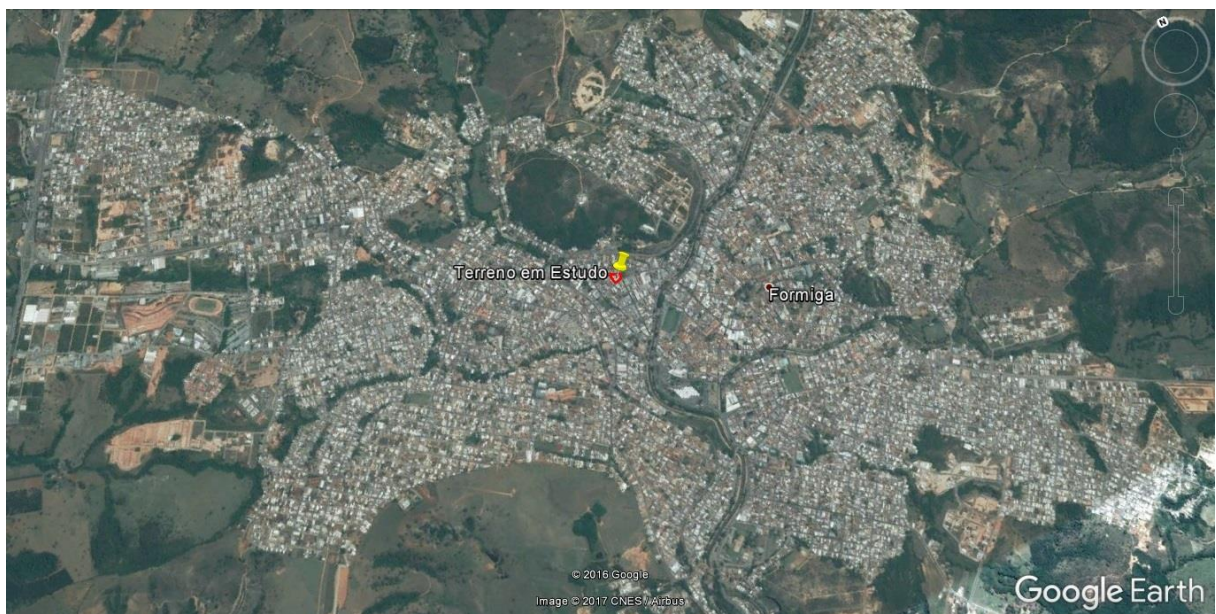
um pela via arterial, a Rua General Carneiro, um pela via coletora, a Praça Ferreira Pires, e um pela via local, a Rua Álvaro Alvin (FIG. 43).

Figura 41 – Localização do município de Formiga.



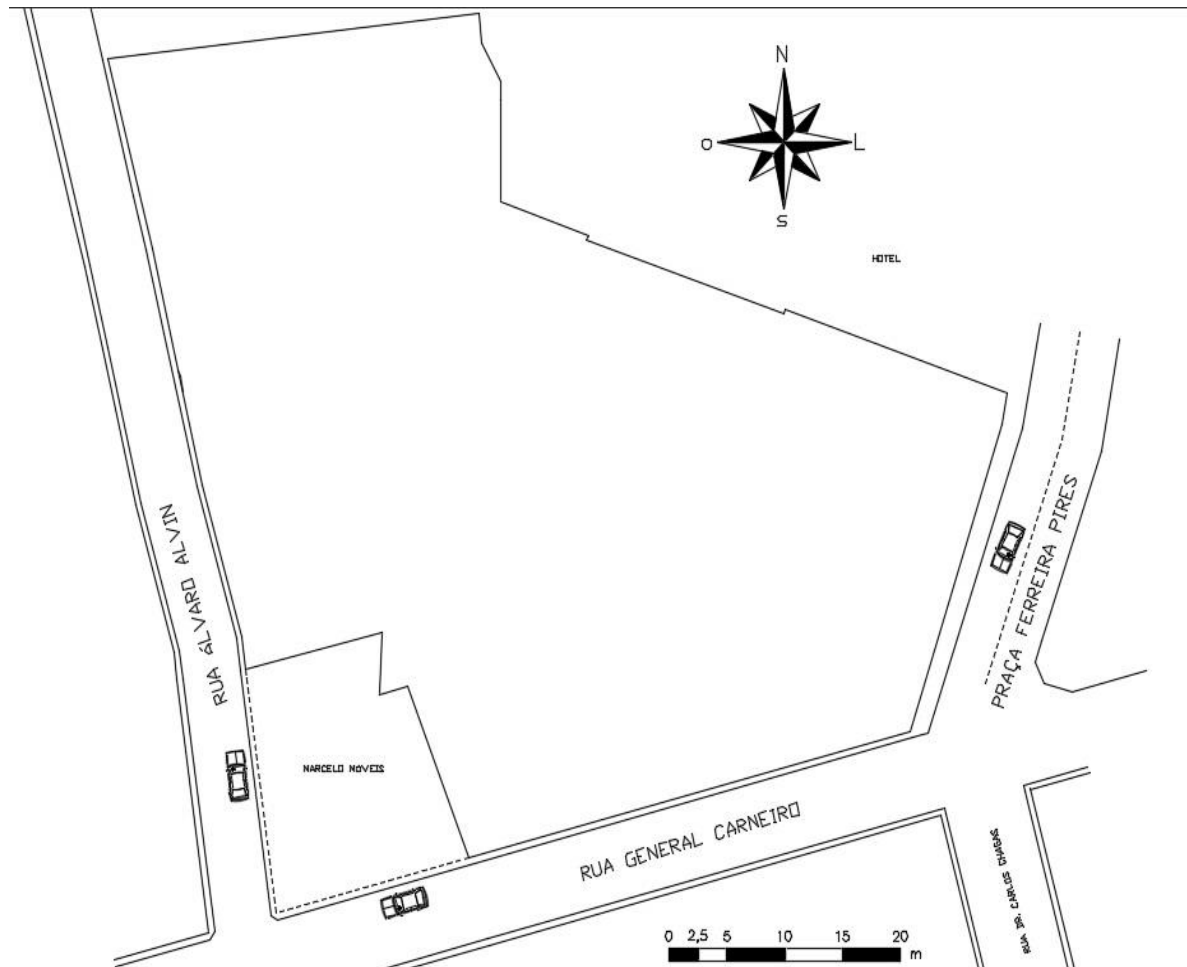
Fonte: Wikipédia (2017)

Figura 42 – Extensão do município de Formiga e localização do terreno em estudo.



Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

Figura 43 – Planta de situação do terreno em estudo.



Fonte: Autora (2017).

A escolha do terreno se justifica devida a sua localização central e pela sua facilidade de acesso. Outro fator importante para a escolha do terreno é a sua proximidade relativa com as instituições de ensino superior e técnico, o Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG) e o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), e com os escritórios de engenharia e arquitetura da cidade que possivelmente fariam uso do Laboratório Modelo de Estruturas.

O entorno do terreno é caracterizado por edificações predominantemente comerciais e pela existência da Praça Ferreira Pires (FIG. de 44 a 47), que são consideradas um atrativo à população, resultando em um grande fluxo de veículos e pedestres e evidenciando o sítio estudado por ser um terreno de esquina. Além disso, bem próximo ao terreno encontra-se um hotel que atende alguns professores do UNIFOR-MG e a Câmara Municipal de Formiga.

Figura 44 – Comércio do local.



Fonte: Autora (2017).

Figura 45 – Comércio do local.



Fonte: Autora (2017).

Figura 46 – Praça Ferreira Pires.



Fonte: Autora (2017).

Figura 47 – Praça Ferreira Pires.



Fonte: Autora (2017).

As ruas mencionadas na planta de situação são pavimentadas e de sentido duplo, somente a Rua General Carneiro possui fluxo em apenas um sentido, pois é a via com o maior fluxo e que dá acesso a uma das principais avenidas da cidade (FIG. de 48 a 50).

Figura 48 – Trânsito na Rua General Carneiro, sentido único.



Fonte: Autora (2017).

Figura 49 – Rua Álvaro Alvin, sem saída.



Fonte: Autora (2017).

Figura 50 – Praça Ferreira Pires, sentido duplo.



Fonte: Autora (2017).

Algumas edificações na Rua Álvaro Alvin serão desconsideradas, visto que se encontram em estado de abandono (FIG. 51). Dessa forma, o terreno possui área total de aproximadamente 2997 metros quadrados, sem desnível (FIG. 52) e com o sentido do vento dominante de sudeste para noroeste (FIG. 53), que é uma grande vantagem, pois a ventilação natural não será barrada pelas edificações ao redor que são de gabarito baixo e garantirá conforto térmico aos usuários.

Figura 51 – Edificação abandonada na Rua Álvaro Alvin.



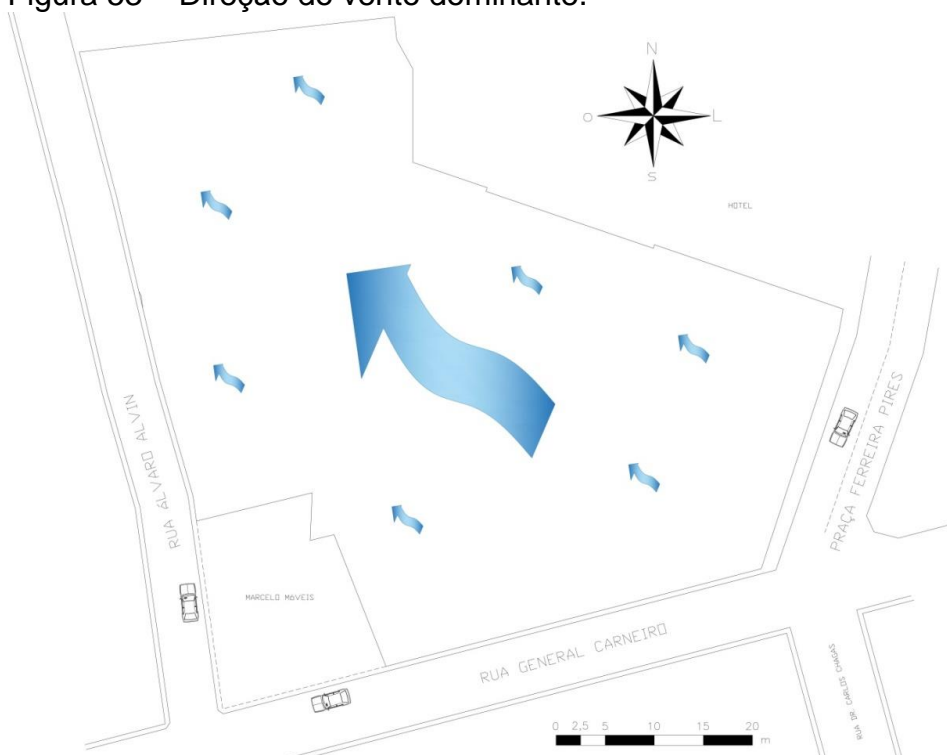
Fonte: Autora (2017).

Figura 52 – Interior do terreno.



Fonte: Autora (2017).

Figura 53 – Direção do vento dominante.



Fonte: Autora (2017).

Vale ressaltar que existe um ponto de ônibus na frente do terreno pela Rua General Carneiro (FIG. 54), uma das potencialidades do terreno.

Figura 54 – Ponto de ônibus.

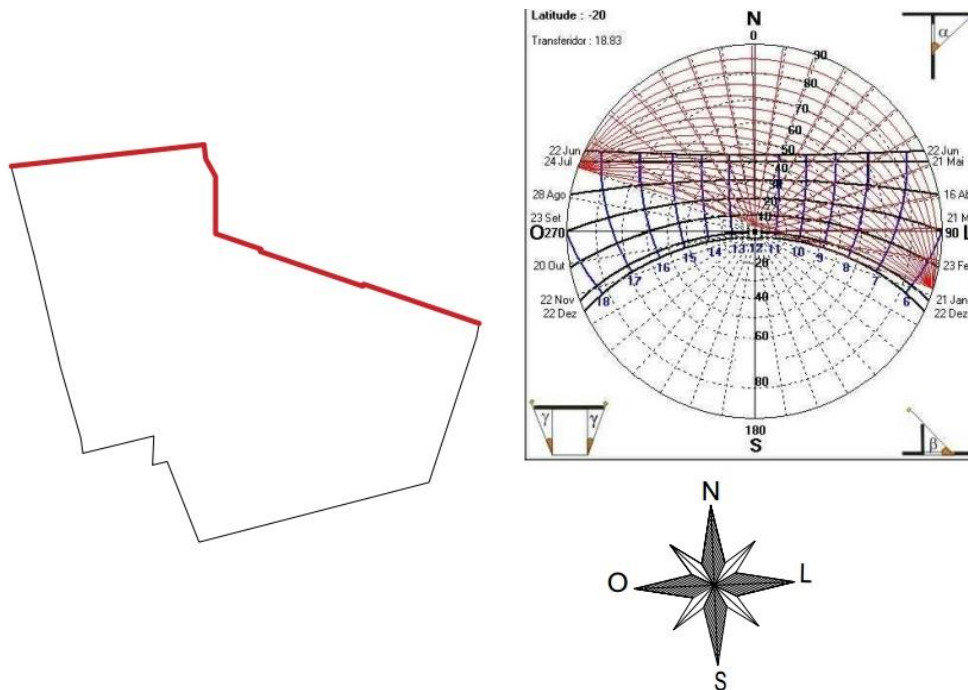


Fonte: Autora (2017).

Como a orientação solar tem impacto direto nas edificações, foi realizado um estudo de insolação, por meio da carta solar, para melhor implantar a edificação no terreno. Assim, é possível, distribuir eficientemente os ambientes e escolher e aplicar as técnicas e soluções para atingir o conforto térmico. Cada fachada teve a sua análise para detectar os horários de insolação direta nos solstícios de inverno e verão e nos equinócios de primavera e outono:

- Na fachada norte (FIG. 55) é possível notar que, no solstício de inverno, o sol incide durante todo o dia, de 6:30 às 17:30 horas, nos equinócios de primavera e outono incide de 06:00 às 14:00 horas e no solstício de verão não há insolação direta nesta fachada.

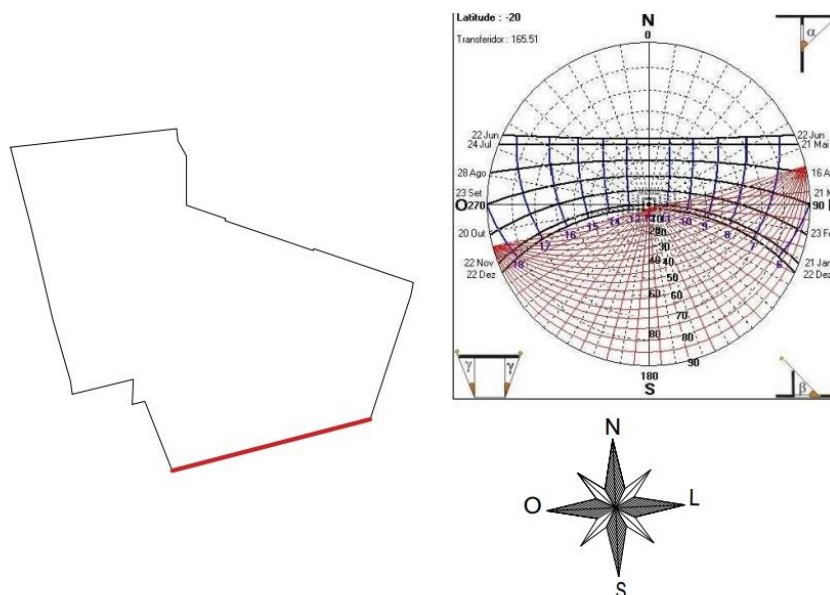
Figura 55 - Incidência solar na fachada norte.



Fonte: Autora (2017)

- Na fachada sul (FIG. 56) nota-se que, no solstício de inverno, o sol não bate diretamente na fachada, nos equinócios de primavera e outono bate diretamente apenas de 06:00 às 08:00 horas e no solstício de verão de 05:30 às 12:00 horas e de 16:30 às 18:30 horas.

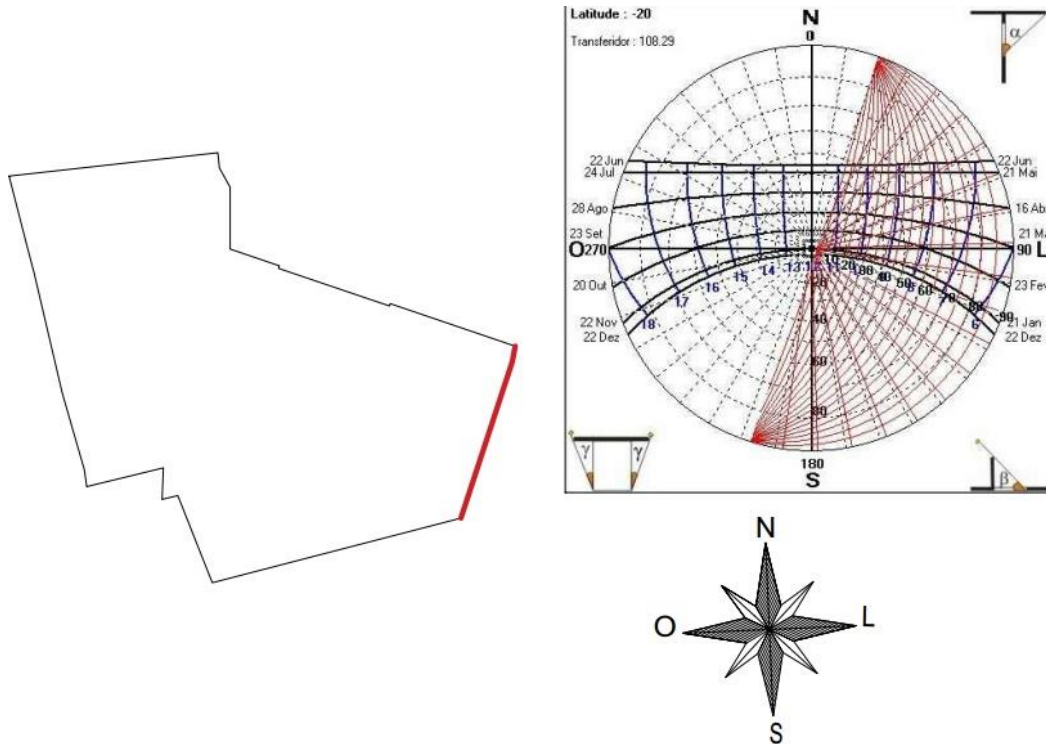
Figura 56 – Incidência solar na fachada sul.



Fonte: Autora (2017)

- Na fachada leste (FIG. 57) observa-se que, no solstício de inverno, o sol reflete durante toda a manhã, de 6:30 às 11:45 horas, nos equinócios de primavera e outono o sol reflete de 06:00 às 11:15 horas e no solstício de verão reflete de 05:30 às 11:45 horas.

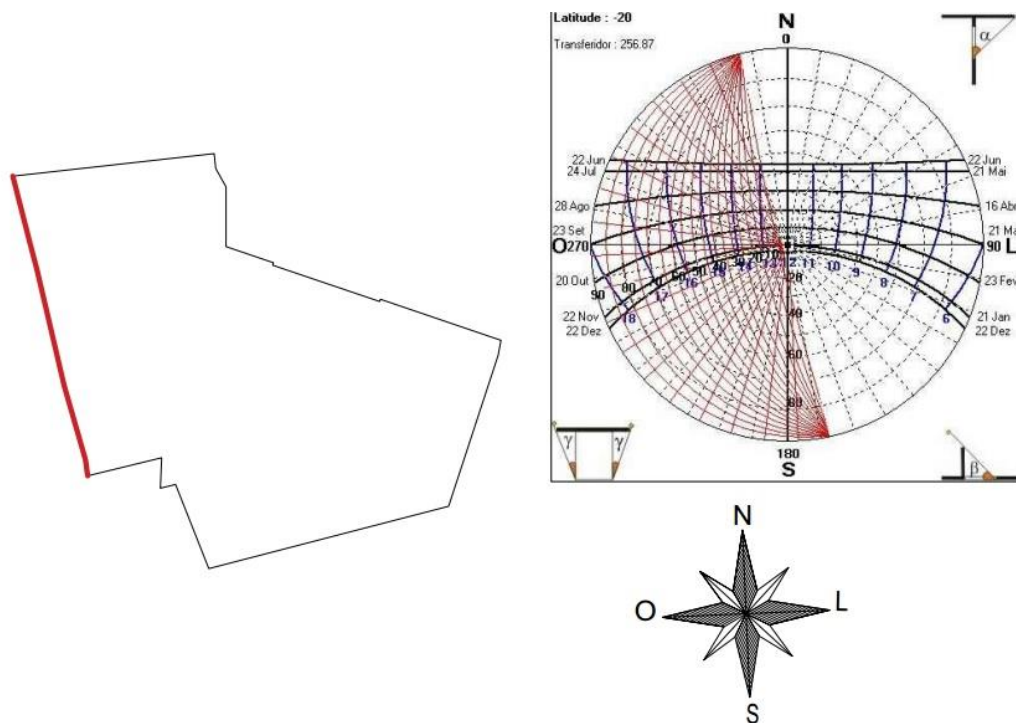
Figura 57 – Incidência solar na fachada leste.



Fonte: Autora (2017).

- Finalmente, na fachada oeste (FIG. 58) é possível notar que, no solstício de inverno, o sol incide durante quase toda a tarde, de 13:00 às 17:30 horas, nos equinócios de primavera e outono incide de 12:30 às 18:00 horas e no solstício de verão o sol incide de 12:15 às 18:30 horas.

Figura 58 – Incidência solar na fachada oeste.



Fonte: Autora (2017).

5.3 Estudo do entorno

A fim de adquirir um conhecimento aprofundado do local de inserção do laboratório modelo de estruturas, foi realizado um levantamento de dados característicos por meio de diagnósticos e visitas in loco.

A análise do entorno inicia-se no diagnóstico e classificação das vias de tráfego e hidrografia, seguido dos estudos dos mapas de cheios e vazios, áreas verdes, mapa de gabaritos, uso do solo e equipamentos e mobiliário urbano. Tomando como partido a função e o fluxo das vias, foi criado o mapa de hierarquia viária (FIG. 59) onde é possível identificar que o terreno em estudo está localizado em uma via arterial, a Rua General Carneiro, uma coletora, a Praça Ferreira Pires, e uma local, a Rua Álvaro Alvin. Nos arredores do terreno, é possível identificar, também, a presença de uma linha férrea e de um curso d'água, o Rio Formiga.

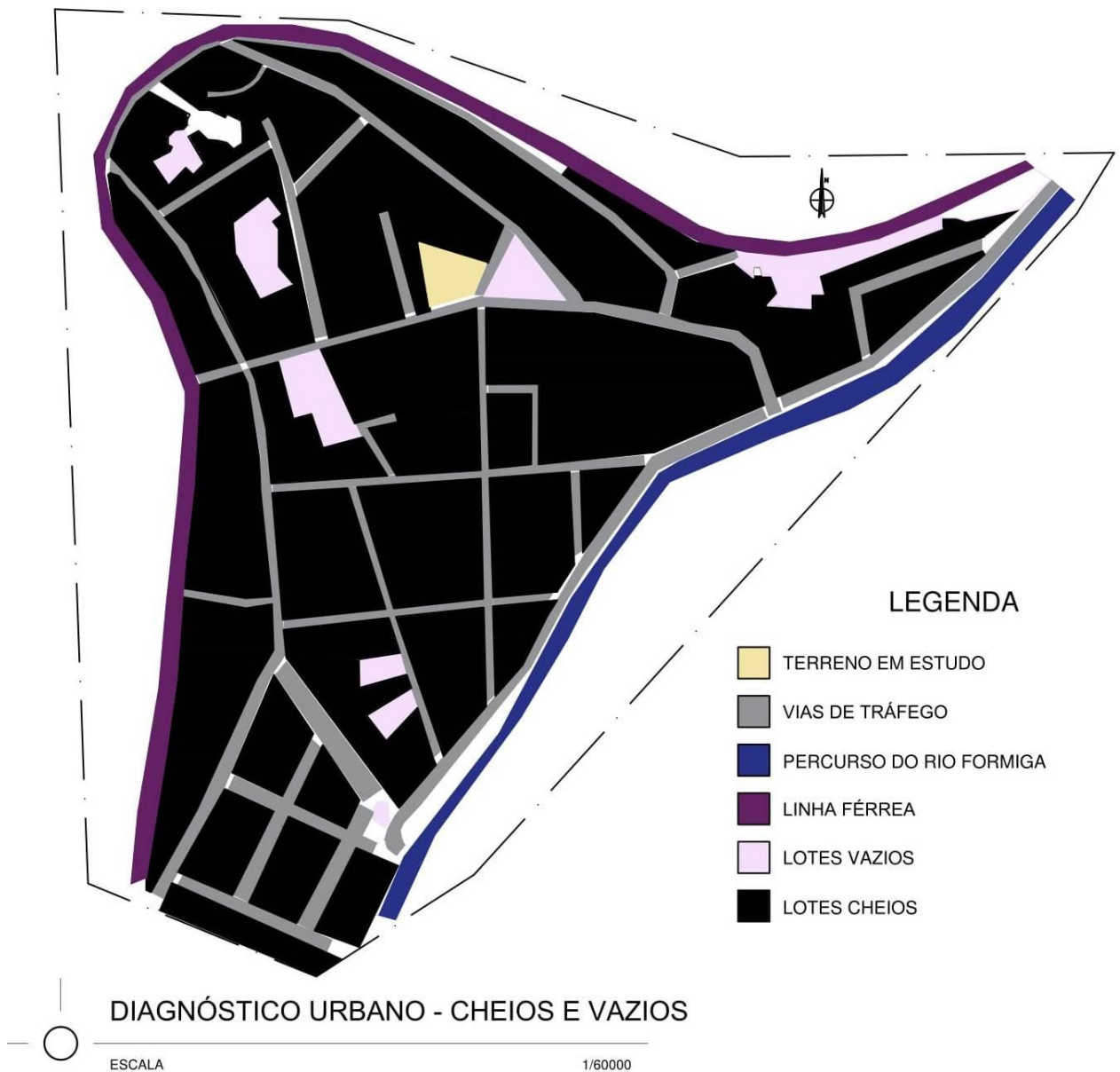
Figura 59 – Mapa de hierarquia viária.



Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

Em seguida, foi realizada a ocupação do local e gerado o mapa de cheios e vazios (FIG. 60), ou seja, lugares ocupados e lugares desocupados, respectivamente. Com esse mapa é possível notar que o local é densamente edificado e povoado, os vazios são praticamente inexistentes no entorno do terreno. Isso acontece por ser uma área central da cidade, o que implica em um grande fluxo de veículos e pedestres.

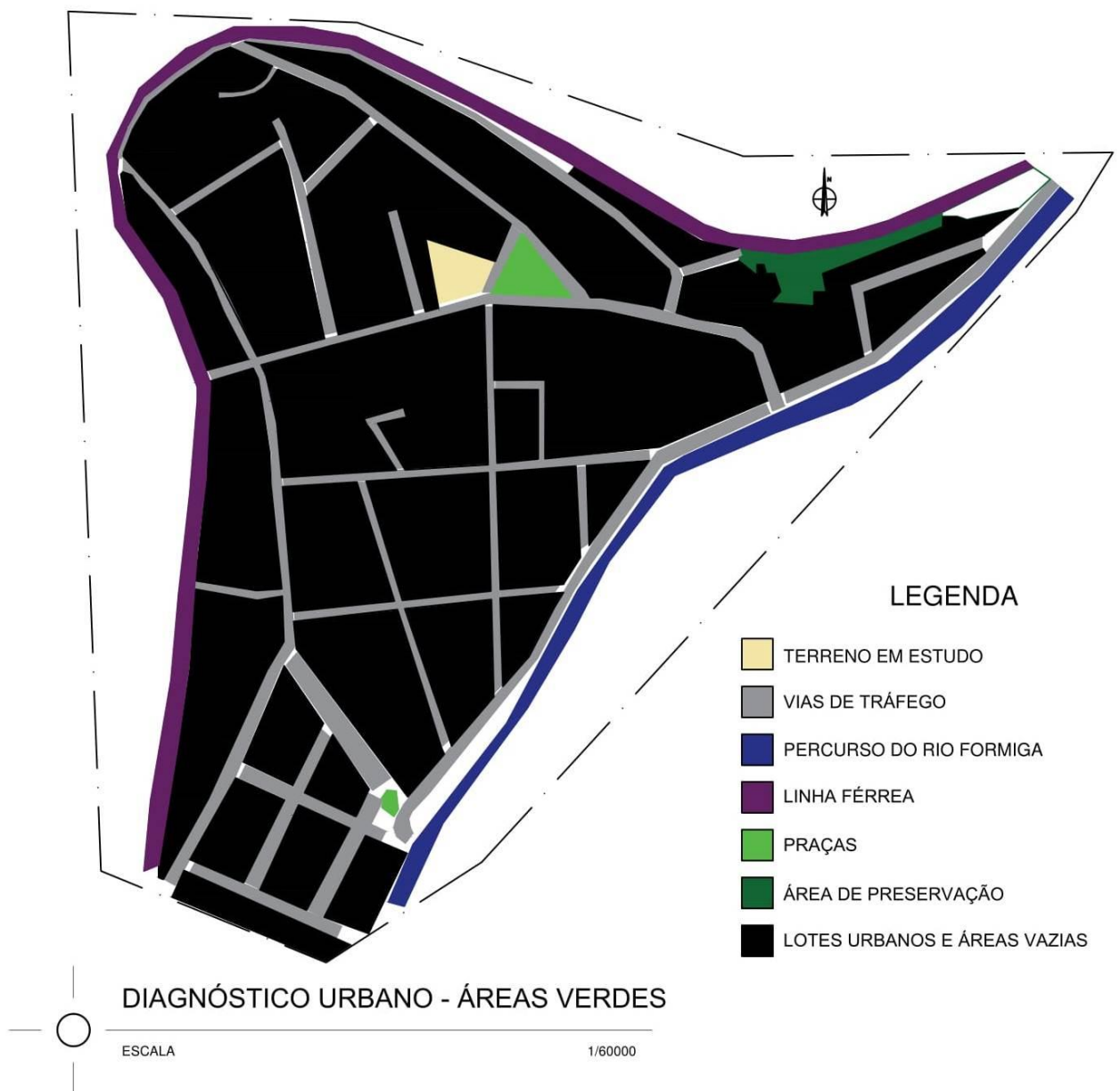
Figura 60 – Mapa de cheios e vazios.



Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

O mapa seguinte é o mapa de áreas verdes (FIG. 61) trazendo consigo um levantamento de grande importância. Por meio deste mapa, é notável que a quantidade de áreas verdes, praças e áreas de preservação, não são suficientes no local. Essa insuficiência gera desconforto quanto ao microclima da área, que tende a ser seco e quente, e a drenagem pluvial em estações chuvosas.

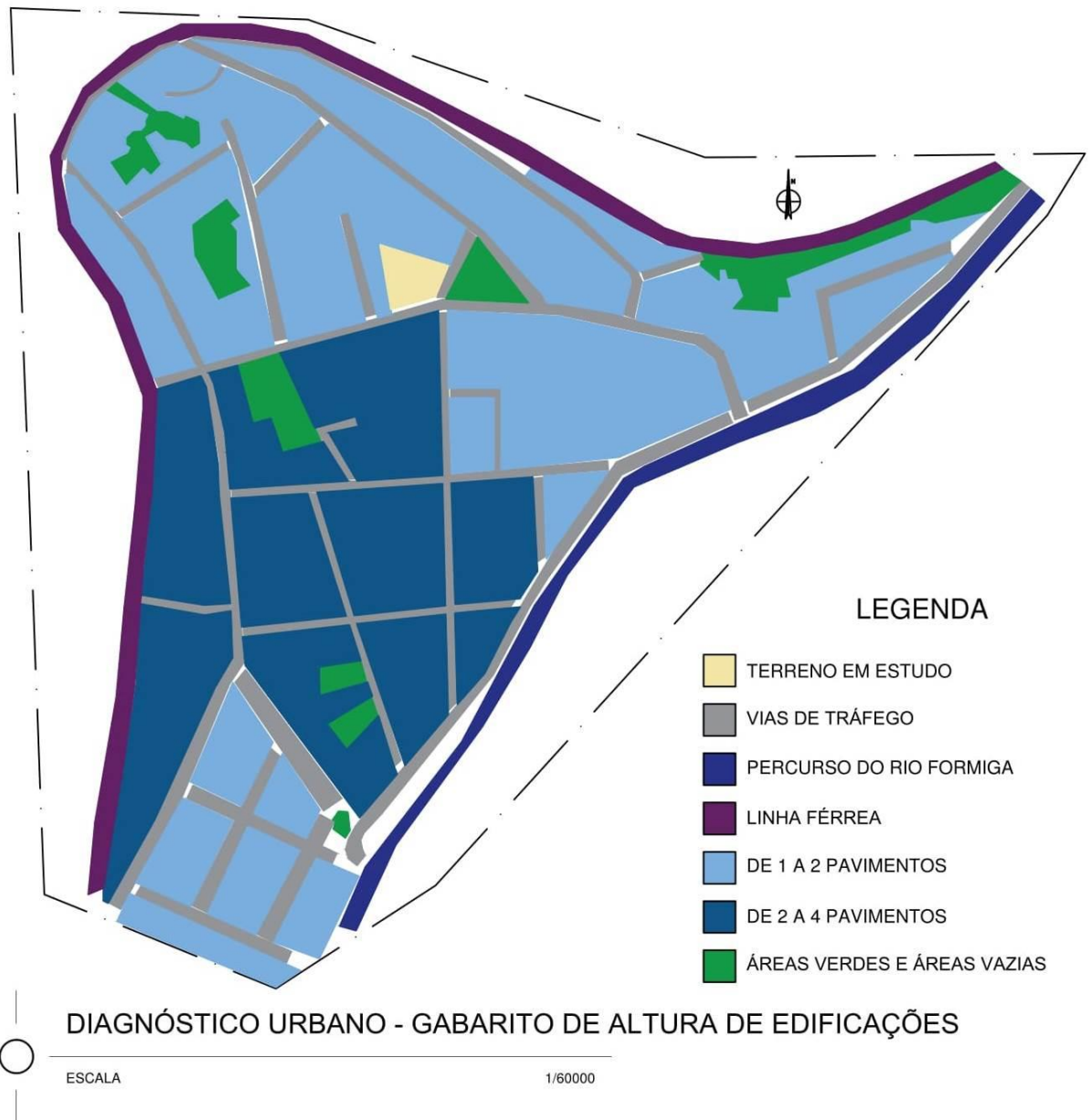
Figura 61 – Mapa de áreas verdes.



Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

Posteriormente, foi analisada a altura das edificações e gerado o mapa de gabarito (FIG. 62) que exalta o padrão de edificações de baixo gabarito no local. Como resultado da análise é notável a predominância das edificações de um a dois pavimentos e, na sequência, as edificações de dois a quatro pavimentos. Com base nesses dados, conclui-se que as edificações terão baixa interferência no sítio em estudo com relação à ventilação e iluminação naturais.

Figura 62 – Mapa de gabarito de altura de edificações.



Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

Na sequência foi realizado o mapa de uso do solo (FIG. 63) com o objetivo de entender o funcionamento dos bairros próximos. Dessa forma, é notável a variedade na ocupação do entorno. O entorno possui o uso, em sua maioria, voltado ao comércio local. Em seguida aparecem, nessa ordem, os edifícios de uso residencial, institucional, como as escolas estaduais e alguns pontos de serviço em geral.

Figura 63 – Mapa de uso do solo.



Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

Imediatamente, foi realizado o mapa de equipamentos urbanos (FIG. 64). Como equipamento urbano, foi possível identificar apenas algumas igrejas, as escolas estaduais Professor Joaquim Rodarte e Jalcira Santos Valadão, a Câmara Municipal e o Museu de História Francisco Fonseca.

Figura 64 – Mapa de equipamento urbano.

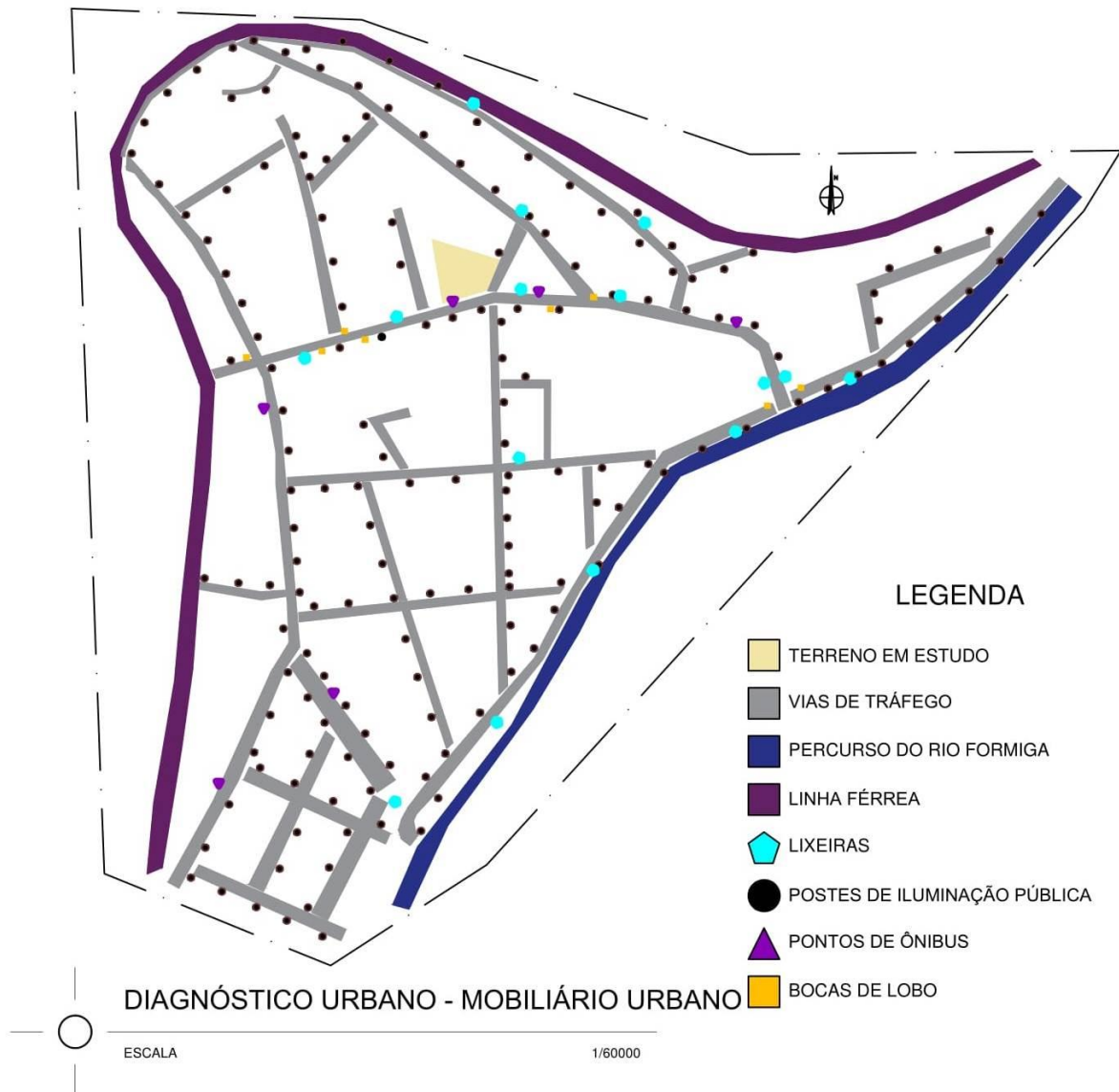


Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

Por fim, foi elaborado um mapa de mobiliário urbano (FIG. 65) com o intuito de identificá-los e julgá-los suficientemente satisfatórios para o local. A realização do mapa deixa explícita a necessidade de disponibilizar e redistribuir melhor os equipamentos como as lixeiras e os pontos de ônibus, que aparecem com mais frequência em alguns pontos. Porém, sobre o entorno imediato do terreno em estudo, é possível apontar a quantidade satisfatória dos equipamentos, como as bocas de lobo, lixeiras e pontos de ônibus. A iluminação pública é eficiente e bem

distribuída na maioria do entorno, em contrapartida os telefones públicos não foram localizados.

Figura 65 – Mapa de mobiliário urbano.



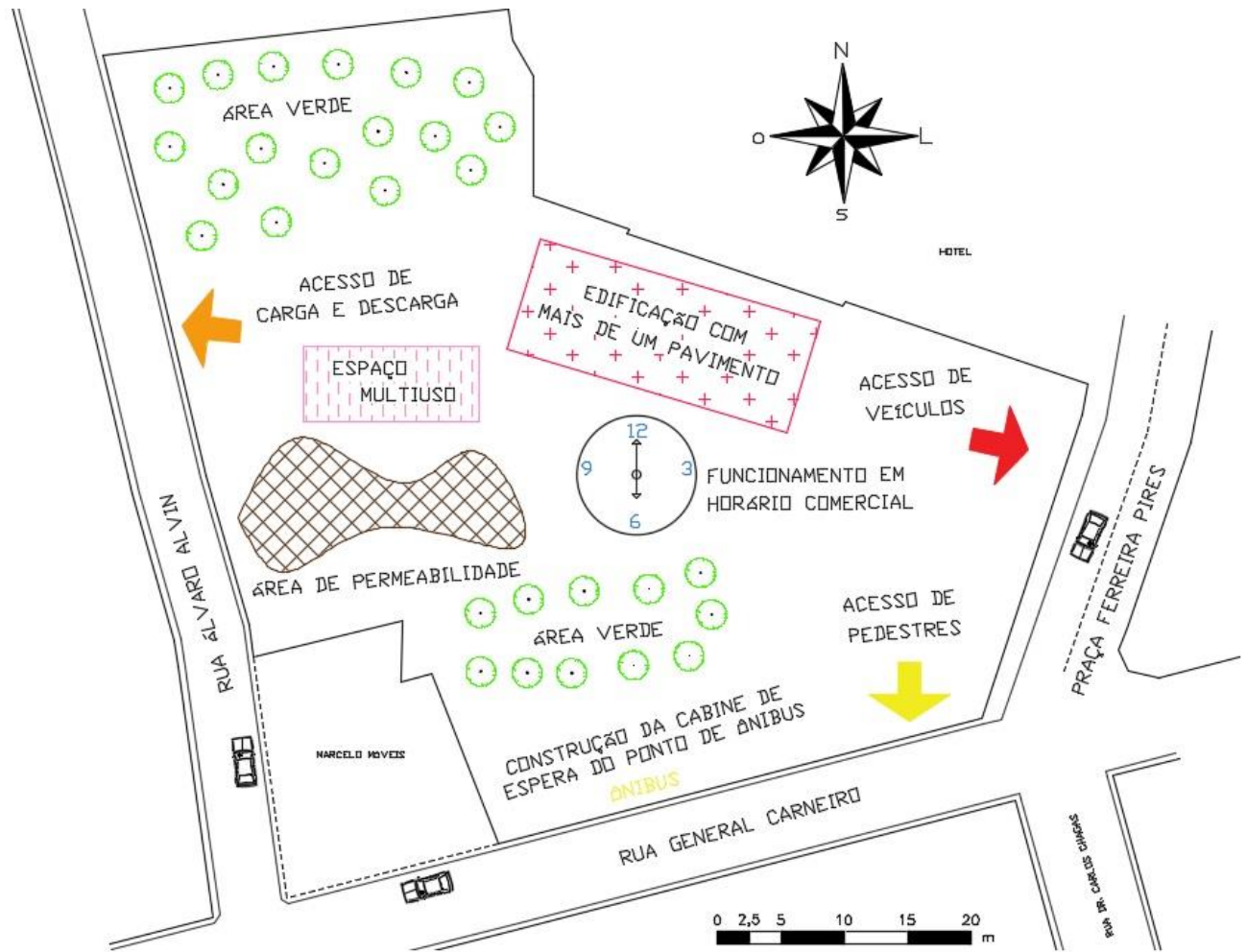
Fonte: Google Maps, modificado pela autora (2017).

5.4 Estudo do mapa-síntese

Em conclusão, foi realizado um mapa síntese (FIG. 66) levando em consideração as informações obtidas por meio dos mapas anteriores. Por cada um dos mapas pôde ser definidas as seguintes diretrizes projetuais:

- Mapa de hierarquia viária: distribuição dos diferentes tipos acessos levando considerando o tipo de via, por exemplo, acesso de carga e descarga pela Rua Álvaro Alvin, por ser uma via local, sem muito trânsito, acesso de veículos pela Rua Praça Ferreira Pires, por ser uma via coletora garantindo a viabilidade de circulação e passagem, e acesso de pedestres pela Rua General Carneiro, por ser uma via arterial com fluxo e parada de ônibus.
- Mapa de cheios e vazios: como o entorno é predominantemente cheio/edificado, é necessária a existência de área de permeabilidade para escoamento da água pluvial.
- Mapa de áreas verdes: uma vez que não foi detectado o equilíbrio entre áreas verdes e áreas edificadas, é imprescindível a presença de áreas verdes no terreno para assegurar o melhora significativa do microclima local.
- Mapa de gabarito de altura das edificações: devida a predominância de edifícios com 1 ou 2 pavimentos e de acordo com o código de obras do município de Formiga, a edificação que será implantada no terreno em estudo, poderá contar com mais de um pavimento.
- Mapa de uso do solo: o entorno do terreno em estudo é predominantemente comercial, o que influencia no horário de funcionamento do laboratório de testes de estrutura, que será de 08:00 às 18:00 horas.
- Mapa de equipamento urbano: dada a mínima existência de equipamentos urbanos do entorno, faz-se necessária a criação de um espaço multiuso que possa atender ao laboratório e à comunidade local, através da promoção de eventos de saúde e lazer, por exemplo.
- Mapa de mobiliário urbano: a principal observação proveniente deste mapa é a necessidade da construção de uma cabine de espera para o ponto de ônibus existente na frente no terreno em estudo.

Figura 66 – Mapa síntese.



Fonte: Autora (2017).

6 PROPOSTA PROJETUAL

A partir do embasamento teórico e histórico do ensino de estruturas nas faculdades de arquitetura, a proposta projetual, para ser desenvolvida na segunda fase deste trabalho, é a criação de um laboratório modelo para testes de estruturas para o município de Formiga que ensine, por meio da sua concepção estrutural e seu processo construtivo, o real comportamento das mais diversas estruturas, como a de concreto, a de madeira e a de aço.

Este laboratório atenderá as construtoras de Formiga e região o que, conseqüentemente, resultará em uma melhora significativa no seu produto final, tanto no que diz respeito à vida econômica, quanto na qualidade de execução dos serviços. Este atendimento externo às construtoras servirá de experiência aos alunos que fizerem parte do laboratório. Isso acontece, pois poderão acompanhar de perto todos os trâmites que envolvem uma obra e aplicar todo o conhecimento teórico repassado a eles no processo de graduação.

Portanto, por mais que se aborde as solicitações das estruturas nas disciplinas do curso de arquitetura, é imprescindível que haja a possibilidade de aliar o conhecimento teórico com o conhecimento empírico, como forma de promover o desenvolvimento de habilidades dos graduandos.

6.1 Programa de necessidades

Para viabilizar e sustentar a proposta projetual apresentada anteriormente foi desenvolvido o programa de necessidades (TAB. 3) fixado por meio das percepções do local, como as insuficiências e potencialidades. Divididos em setor administrativo, técnico e de serviços, foram previstos os seguintes ambientes:

- Direção: onde permanecerão os gestores gerais do laboratório modelo;
- Secretaria e tesouraria: voltada ao atendimento de professores e alunos;
- Copiadora: lugar de elaboração e impressão dos relatórios e documentos necessários à administração, aos professores e aos alunos;
- Sala dos professores: onde permanecerão os líderes das pesquisas e estudos realizados no laboratório modelo;
- Biblioteca: para auxílio dos alunos na fundamentação teórica sobre estruturas;

- Sala de reunião: servirá como apoio aos gestores e funcionários para realização de reuniões periódicas;
- Hall de entrada: lugar de acolhimento na chegada dos funcionários e dos usuários em geral;
- Áreas de teste: serão previstas três áreas de testes, além das áreas de teste de ação acústica, térmica e intemperes, sendo elas:
 1. Área de testes em estruturas de concreto onde serão previstas as áreas de preparo de amostras, de ensaios não destrutivos e de reologia e caracterização;
 2. Área de testes em estruturas de aço onde serão previstas as áreas de serralheria e usinagem, de preparo de amostras, de ensaios não destrutivos e de superfícies;
 3. Área de testes em estruturas de madeira onde serão previstas as áreas de marcenaria e carpintaria, de ensaios e não destrutivos e de caracterização físico química.
- Sala das prensas e de apoio: onde ocorrerão os ensaios destrutivos e onde se localizará todo mecanismo necessário ao funcionamento das mesmas;
- Espaços Multiuso: espaços externos de auxílio ao laboratório e, quando necessário, à comunidade;
- Salas de aula: estão previstas três salas de aulas para que sejam repassados pelos professores aos graduandos informações teóricas e complementares aos testes;
- Canteiro experimental: onde serão realizadas atividades práticas de obras;
- Praça de alimentação: espaço para viabilizar a alimentação dos usuários;
- Vestiários: espaço para possibilitar a troca de vestimenta comum para a vestimenta de segurança para a realização dos testes;
- Almoxarifados: espaços onde serão guardados todos os materiais necessários para a realização dos testes;
- Depósito de material de limpeza: espaço para guardar todos os materiais necessários à limpeza geral do laboratório;
- Depósito de lixo e de resíduos sólidos: espaço para depositar todos os resíduos gerados durante as atividades do laboratório até que sejam recolhidos.

Tabela 3 – Programa de necessidades.

Setor Administrativo	Setor Técnico	Setor de Serviços
Direção	Hall de entrada	Praça de Alimentação
Secretaria e tesouraria	Áreas de teste	Vestiários
Copiadora	Espaços multiuso	Almoxarifados
Sala dos professores	Salas de aula	Depósitos de materiais de limpeza
Sala de Reunião	Canteiro experimental	Depósito de lixo e resíduos sólidos
Biblioteca	Sala das prensas e de apoio	

Fonte: Autora (2017).

6.2 Fluxograma e Organograma

Com o programa definido e dando sequência a proposta projetual, foi elaborado o fluxograma e organograma (FIG. 67) com o objetivo de representar o sequência dos fluxos, tanto nos ambientes internos quanto nos externos.

Figura 67 – Fluxograma e organograma.



Fonte: Autora (2017).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todo contexto tratado até aqui, é possível concluir que atualmente o ensino de estruturas aos alunos de arquitetura ainda é limitado. Tal limitação é resultado da falta de integração das matérias em geral e da não possibilidade de praticar a teoria das estruturas vista em sala de aula e, conseqüentemente, não desenvolver habilidades neste campo.

A intensão de criar um laboratório modelo para testes de estruturas é atuar no resgate das competências e aptidões do arquiteto ainda durante a sua formação acadêmica. Concordando com a afirmação de Figueredo e Assis (2017), acredita-se que dessa maneira os professores estarão contribuindo para que seja desenvolvida nos alunos uma mentalidade voltada à aplicação dos conteúdos teóricos.

Foi possível perceber também a complexidade do papel do arquiteto e urbanista na sociedade, que não se resume em apenas elaborar projetos arquitetônicos e sim em entender como e qual dos mais diversos tipos de estruturas podem sanar as necessidades de quem o procura.

Após o cumprimento de todas as atividades teóricas demandadas pela primeira etapa deste trabalho e da absorção das informações contidas nesta temática, deu-se início ao desenvolvimento dessa segunda etapa, a fase de proposição, onde o pensamento e o desejo pela busca de melhoria profissional contínua ganharam forma e volume, cores e representações gráficas, por meio de softwares em plataforma 2D (AutoCAD) e 3D (SketchUp).

Portanto, como continuidade deste trabalho, aumenta-se o desejo de valorizar e disseminar as atribuições do arquiteto e urbanista, que muita das vezes passam despercebidas pelos próprios profissionais da área.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, I. **Quase tudo que você queria saber sobre tectônica, mas tem vergonha de perguntar**. São Paulo, 2009. 148-167 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 221 p.
- _____. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- _____. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008. 237 p.
- _____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148 p.
- _____. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. 35 p.
- BÖTTICHER, C. **Die Tektonik der Hellenen**. Potsdam: Heidelberger Historische Bestände, 1852.
- BRANT, J. **Parque Educativo Mi Yuma**: Plan:b arquitectos. 2016. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/791150/parque-educativo-mi-yuma-plan-b-arquitectos>>. Acesso em: 08 maio 2017.
- COLLINS, P. Tectonics. Canadian Architecture, primavera, 1960.
- DELATORRE, V. **Integração entre Arquitetura e Estrutura**: Um estudo para as disciplinas de Projeto Arquitetônico. Chapecó: 2010. 15 p.
- DELAQUA, V. **Escola Jules Verne**: archi5. 2017. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/806607/escola-jules-verne-archi5>>. Acesso em: 08 maio 2017
- _____. **Escola em Alto de Pinheiros**: Base Urbana + Pessoa Arquitetos. 2016. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/797184/escola-em-alto-de-pinheiros-base-urbana-plus-pessoa-arquitetos>>. Acesso em: 08 maio 2017.
- FORMIGA: Minas Gerais. 2017. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Formiga_\(Minas_Gerais\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Formiga_(Minas_Gerais))>. Acesso em: 15 maio 2017.
- FRAMPTON, K. **STUDIES IN TECTONIC CULTURE**. Estados Unidos da América: Mit Press, 1995. 448 p.
- FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. UFRGS, Porto Alegre, 1993.
- GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 1986.
- GRAEFF, E. A. **Arte e Técnica na Formação do Arquiteto**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Minas Gerais**: Formiga. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312610>>. Acesso em: 08 maio 2017.
- _____. **Minas Gerais**: Formiga. 2015. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312610>>. Acesso em: 08 maio 2017.
- REBELLO, Y. C. P. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2000.
- RODRIGUEZ, S. **How many ways can a school add value?**: Chipakata Children's Academy. 2015. Tradução Nossa. Disponível em: <<http://www.enneadlab.org/projects/chipakata-childrens-academy>>. Acesso em: 08 maio 2017.

- SANTA CECÍLIA, B. **Tectônica moderna e construção nacional**. Belo Horizonte: Mdc Revista de Arquitetura e Urbanismo, 2006. 6-9 p.
- SARAMAGO, R. C. P. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura no Brasil: estrutura curricular e recursos didáticos**. **Revista Tecnológica**, Maringá, p.169-179, 2009. Edição Especial ENTECA.
- SEKLER, E. F. **Structure, construction, tectonics**. Nova York, 1965. 89-95 p.
- SEMPER, G. **Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder praktische Ästhetik: ein Handbuch für Techniker, Künstler und Kunstfreund**. Frankfurt: Heidelberger Historische Bestände, 1860.
- _____. **The Four Elements of Architecture and Other Writings**. Cambridge: Cambridge University Press, 1851. Tradução de Harry Francis Mallgrave e Wolfgang Herrmann em 1989.