

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

ANA PAULA DE SOUSA VERDE

ARQUITETURA MODULAR: uma proposta de ampliação em Unidades de Ensino
Básico da Rede Municipal de São Luís - MA.

São Luís - MA
2019

ANA PAULA DE SOUSA VERDE

ARQUITETURA MODULAR: uma proposta de ampliação em Unidades de Ensino Básico da Rede Municipal de São Luís - MA.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Ma. Lúcia Moreira do Nascimento

São Luís - MA
2019

FICHA CATALOGRÁFICA
(Verso da Folha de Rosto)

ANA PAULA DE SOUSA VERDE

ARQUITETURA MODULAR: uma proposta de ampliação em Unidades de Ensino Básico da Rede Municipal de São Luís - MA.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Ma. Lúcia Moreira do Nascimento.

Aprovada em: ____/____/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ma. Arquiteta Lúcia Moreira do Nascimento

Orientadora

Prof.^o Me. Arquiteto Rogério Lima Frazão

Examinador Interno

Arquiteto Rafael Pereira Batista

Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por guiar e iluminar meus caminhos, abençoando meus passos e mostrando-me o tempo certo para cada conquista.

Aos meus pais e irmã, Ivone de Sousa, Danglarieis Luso e Ana Beatriz, pelo apoio, amor e carinho. Vocês priorizaram minha educação, ensinaram os verdadeiros valores da vida e confiaram em mim.

A todos os familiares que estiveram presentes nos momentos importantes que contribuíram para minha formação.

Aos consideráveis e singulares amigos que me acompanham desde o ensino médio, grandes incentivadores e proporcionadores de experiências únicas.

Aos amigos de curso, que estiveram presentes durante essa incrível trajetória, nas noites mal dormidas, nas grandes expectativas, nas alegrias e conquistas da vida acadêmica.

Aos meus queridos amigos de trabalho, que tanto me ensinaram e contribuíram para o meu desenvolvimento profissional durante meu período de estágio. Agradeço, especialmente, a Rafael Batista, que me ensinou os primeiros passos do trabalho e com carinho e paciência continua sempre ao meu lado. Sou grata a Marcela Neves e Júlio Nunes, que se fizeram sempre presentes. Sem a contribuição e auxílio dos mesmos, o caminho se tornaria ainda mais árduo.

A todos os professores que contribuíram a minha formação.

À orientadora do meu trabalho, que respeitosamente proporcionou a realização desta pesquisa, compartilhando seu conhecimento de forma atenciosa e humilde.

“Persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo propor soluções arquitetônicas, para ampliação de escolas da rede municipal de ensino de São Luís do Maranhão, por meio da arquitetura modular. O interesse pelo tema veio da demanda percebida junto a Secretária Municipal de Educação (SEMED) de uma grande quantidade de estudantes sem acesso às escolas devido a falta de infraestrutura para atendê-los. A intenção é utilizar a arquitetura modular e técnicas construtivas mais eficientes como alternativa para solução deste problema. O produto do trabalho será um anteprojeto de ampliação da Unidade de Ensino Básico Tiradentes e da Unidade de Ensino Básico Galileu Clementino Ramos Santos, a primeira de ensino infantil e a segunda de ensino fundamental. A proposta utilizará o sistema construtivo *Light Steel Frame*, considerado mais vantajoso e adequado que o método construtivo convencional utilizado atualmente.

Palavras-chave: Arquitetura Modular. Light Steel Frame. Escola pública.

ABSTRACT

The present work aims to propose architectural solutions for the expansion of schools in the municipal school system of São Luís do Maranhão, through modular architecture. Interest in the subject came from the perceived demand from the Municipal Secretary of Education (SEMED) of many students without access to schools due to the lack of infrastructure to meet them. The intention is to use modular architecture and more efficient construction techniques as an alternative to solve this problem. The product of the work will be a preliminary project for the expansion of the Tiradentes Basic Education Unit and the Galileu Clementino Ramos Santos Elementary Education Unit, the first for kindergarten and the second for elementary school. The proposal will use the Light Steel Frame construction system, considered more advantageous and adequate than the conventional construction method currently used.

Keywords: Modular architecture. Light Steel frame. Public school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Terreiro de Jesus com sua Igreja e Colégio dos Jesuítas	17
Figura 2. Terreiro de Jesus com sua Igreja e Colégio dos Jesuítas	17
Figura 3. Pátio do Colégio.....	18
Figura 4. Pátio do Colégio.....	18
Figura 5. Colégio Pedro II, Rio de Janeiro.	20
Figura 6. Antiga sala de Geografia, mantida em sua estrutura original.	21
Figura 7. Início do ano letivo no Colégio Pedro II, 1957.....	21
Figura 8. Escola Normal de São Paulo, 1890. Foto e croqui da planta	23
Figura 9. Grupo Escolar da Avenida Paulista, 1917.	23
Figura 10. Escola E. M. São Gonçalves Dias, Rio de Janeiro.....	24
Figura 11. Escola E. M. Tiradentes, Rio de Janeiro.	24
Figura 12. Escola Modelo da Luz, ca.1905, atual Grupo Escolar Prudente de Moraes.	25
Figura 13. Planta baixa e organização funcional do nível térreo da Escola Modelo da Luz. 1. Sala de Aula; 2. Circulação; 3. Entrada Principal	25
Figura 14. Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo, 1936.....	28
Figura 15. Planta baixa do nível térreo do Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo. 1. Sala de Aula; 2. Circulação; 3. Administração. 4. Sanitários.....	28
Figura 16. Escola Municipal Argentina, Rio de Janeiro, 1935	29
Figura 17. Trecho da fachada principal da Escola Municipal Argentina, Rio de Janeiro, 1935.	29
Figura 18. Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador –Bahia.....	31
Figura 19. Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador –Bahia.....	31
Figura 20. Escolas-classe I,II,III e IV pertencentes ao Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador –Bahia.....	32
Figura 21. Esquema de funcionamento do Centro Educacional Carneiro Ribeiro-primeiro Centro de Educação Elementar construído em Salvador, 1950.	32
Figura 22. Escolar de Guarulhos, São Paulo.	34
Figura 23. Projeto Padrão criado por Oscar Niemeyer para os CIEPs.....	37
Figura 24. Processo inicial de montagem da estrutura de um CIEP, com concretagem no local, uso de pré-moldado e construção modulada.....	37
Figura 25. Primeiro CIEP, o Tancredo Neves, inaugurado em 1985, Rio de Janeiro	37

Figura 26. Plantas Baixas do térreo, primeiro e segundo pavimentos do Primeiro CIEP, CIEP Tancredo Neves, inaugurado em 1985, Rio de Janeiro.	38
Figura 27. Prancha de Situação CEU Rosa da China, Sapopemba – São Paulo.	39
Figura 28. CEU Paz, Brasilândia – São Paulo.....	39
Figura 29. CIAC, Natal – Rio Grande do Norte.....	40
Figura 30. CIAC, Ceilândia -Distrito Federal	40
Figura 31. Cassino de Biarritz, Paris.	46
Figura 32. Sede da Escola Bauhaus.....	46
Figura 33. Conjunto habitacional – Colônia Torten, em Dessau, na Alemanha	47
Figura 34. Pavilhão Suíço - Cidade Universitária Internacional, Paris.....	47
Figura 35. Projeto que venceu concurso do Ministério da Educação no Chile. Perspectivas. .	50
Figura 36. Projeto que venceu concurso do Ministério da Educação no Chile. Plantas e interior.	51
Figura 37. Projeto do segundo lugar do concurso do Ministério da Educação no Chile. Plantas e interior.....	51
Figura 38. Entrada principal do Palácio de Cristal – Hyde Park -Sydenham Hill, Londres. ...	55
Figura 39. Palácio de Cristal – Hyde Park, Londres.	56
Figura 40. Casa unifamiliar, 1927 – Weissenhof, Germania.	56
Figura 41. Casa unifamiliar, 1927 – Weissenhof, Germania -Planta baixa e detalhe do sistema construtivo.	57
Figura 42. Casa Ampliável ; Planta baixa – Lincoln, Estados Unidos.....	57
Figura 43. Representação da malha modular nos hospitais da Rede SARAH. O módulo (M) mede 1,25 m.	60
Figura 44. Prédio em alvenaria convencional de vedação	64
Figura 45.Prédio em alvenaria estrutural.....	65
Figura 46. Sistema construtivo em parede de concreto.	66
Figura 47. Casa em <i>Steel Frame</i>	66
Figura 48. Casa em <i>Wood Frame</i>	67
Figura 49. <i>Steel Framing</i> na arquitetura.....	68
Figura 50. Cobertura em LSF.....	70
Figura 51. <i>Steel Framing</i> na arquitetura.....	70
Figura 52: Designação dos perfis de aço formados a frio para LSF.....	71
Figura 53: Método de construção LSF	72
Figura 54: Fixação painéis LSF.....	73

Figura 55: Contraventamento em “x” painéis LSF	73
Figura 56: Diafragmas rígidos (parede de cisalhamento) – fechamento com placas de OSB..	74
Figura 57: União de três montantes	74
Figura 58: Instalação de revestimento interno isolante em parede drywall	75
Figura 59: Uso do isolante termo acústico	75
Figura 60: Layout sugerido – Sala de atividades – Grupo C – Ensino Infantil.....	81
Figura 61: Layout sugerido – Sala de aula – Ensino Fundamental	81
Figura 62: Módulo linear	82
Figura 63: Módulo linear	82
Figura 64: Localização da UEB Galileu Clementino Ramos Santos.	84
Figura 65: Implantação do módulo no terreno da UEB Galileu Clementino Ramos Santos. ..	85
Figura 66: Vista frontal do módulo linear na UEB Galileu Clementino Ramos Santos.	86
Figura 67: Vista lateral do módulo linear na UEB Galileu Clementino Ramos Santos.....	86
Figura 68: Vista posterior do módulo linear na UEB Galileu Clementino Ramos Santos.....	86
Figura 69: Localização da UEB Tiradentes.....	87
Figura 70: Implantação do módulo no terreno da UEB Tiradentes.....	88
Figura 71: Vista frontal do módulo compacto na UEB Tiradentes.	89
Figura 72: Vista lateral do módulo compacto na UEB Tiradentes.....	89
Figura 73: Perspectiva do módulo compacto na UEB Tiradentes.....	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	ARQUITETURA ESCOLAR	15
2.1	Histórico da Arquitetura Escolar no Brasil.....	16
2.1.1	Período Colonial.....	16
2.1.2	Período Pombalino.....	19
2.1.3	Período Imperial.....	19
2.1.4	Período Republicano.....	21
2.1.5	Década de 20.....	22
2.1.6	Década de 30.....	26
2.1.7	Década de 40.....	29
2.1.8	Década de 50 e 60.....	32
2.1.9	Década de 70 a 90.....	35
3	ARQUITETURA MODULAR	42
3.1	Racionalidade Construtiva.....	42
3.2	Construções Pré-Fabricadas.....	45
3.3	Coordenação Modular.....	54
3.4	Modulação.....	58
3.5	Flexibilidade.....	61
4	TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO E ARQUITETURA.....	62
4.1	Alvenaria de Vedação ou Convencional.....	63
4.2	Alvenaria Estrutural.....	64
4.3	Paredes de Concreto.....	65
4.4	<i>Light Steel Frame</i>.....	66
4.5	Wood Frame.....	67
5	SISTEMA CONSTRUTIVO <i>LIGHT STEEL FRAME</i>.....	68
6	REDE ESCOLAR DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS.....	76
5.1	Educação Pública no Brasil.....	76
5.2	Processos de projeto no setor público.....	77

5.3	Procedimentos para construção das escolas municipais em São Luís-MA.....	78
7	PROPOSTA:ANTEPROJETO DE AMPLIAÇÃO.....	80
8	CONCLUSÃO.....	90
	APÊNDICES.....	91
	APÊNDICE A – Proposta Ampliação Escolar Linear: Planta Baixa.....	92
	APÊNDICE B - Proposta Ampliação Escolar Linear: Cobertura.....	93
	APÊNDICE C - Proposta Ampliação Escolar Linear: Vistas	94
	APÊNDICE D - Proposta Ampliação Escolar Linear: Vistas e Cortes.....	95
	APÊNDICE E – Proposta Ampliação Escolar Linear: Planta Layout.....	96
	APÊNDICE F - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Planta Baixa.....	97
	APÊNDICE G - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Cobertura.....	98
	APÊNDICE H - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Vistas.....	99
	APÊNDICE I - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Vistas e Cortes.....	100
	APÊNDICE J - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Planta Layout.....	101
	APÊNDICE K - Proposta Ampliação UEB Tiradentes: Ampliação.....	102
	APÊNDICE L - Proposta Ampliação UEB Tiradentes: Planta Baixa.....	103
	APÊNDICE M - Proposta Ampliação UEB Tiradentes: Cobertura.....	104
	APÊNDICE N - Proposta Ampliação UEB Galileu: Ampliação.....	105
	APÊNDICE O - Proposta Ampliação UEB Galileu: Cobertura.....	106
	REFERÊNCIAS.....	107

1 INTRODUÇÃO

O ensino público está inserido em um ambiente político com inúmeros interesses envolvidos e em constante mudança. Trata-se de um setor de grande importância devido aos impactos na formação da sociedade, que acabam refletindo na economia. Empreender conhecimento na área é imprescindível, uma vez que a reivindicação por ensino de qualidade afeta diretamente o campo político e a população, que tendo como base seus direitos e deveres, pode pleitear e demandar o ensino de qualidade, bem como acomodações que promovam esse objetivo.

Tratando dessas acomodações, existe uma demanda reprimida, ou seja, uma grande quantidade de alunos que não são atendidos porque o espaço físico da rede escolar não apresenta a infraestrutura necessária para suprir essa demanda. Esta foi a inquietação que motivou e norteou o presente trabalho. Os sistemas construtivos utilizados além de demandarem um tempo maior de execução, também exigem altos custos o que resulta em uma rede física que não é capaz de atender toda a demanda existente.

Desta forma o presente estudo visa contribuir para a evolução da arquitetura escolar e ampliação dos espaços físicos das escolas públicas de São Luís do Maranhão, visando sua melhoria e o atendimento à população, por meio da revisão de métodos, formulação de novos procedimentos e adequação às novas tecnologias de construção planejadas, rápidas e secas.

Serão utilizados dados obtidos em coletas realizadas junto a Secretária Municipal de Educação (SEMED) para propor soluções arquitetônicas, por meio da construção modular com a finalidade de ampliar as escolas públicas do município de São Luís. De modo a obter êxito nas proposições e obedecendo as condições existentes, o processo de análise da viabilidade da estrutura modular desenvolver-se-á a partir da realização de pesquisas bibliográficas relacionadas a arquitetura escolar, levantamento e análise de dados estatísticos da SEMED com intuito de escolher os casos de estudo, além de compreender os conceitos referentes a arquitetura modular.

O produto do trabalho será um anteprojeto de ampliação da Unidade de Ensino Básico Tiradentes e da Unidade de Ensino Básico Galileu Clementino Ramos Santos, utilizando o sistema construtivo *Light Steel Frame*, considerado mais vantajoso e adequado que o método construtivo convencional utilizado atualmente. A UEB

Tiradentes é de ensino infantil e localiza-se no Núcleo Rural, enquanto a UEB Galileu Clementino Ramos Santos é de ensino fundamental e localiza-se no Núcleo Cidade Operária. Os núcleos foram criados pela SEMED para facilitar a gestão das escolas, ao todo são sete núcleos em São Luís e cada núcleo engloba diversos bairros.

A escolha destas escolas baseou-se em atender tanto uma UEB de ensino infantil quanto uma de ensino fundamental, além de tratar da área rural e da área urbana. A realização de propostas de acordo com estes critérios mostra como o método proposto pode ser exequível na rede municipal inteira, visto que capta diversos nuances deste sistema. Vale lembrar que o tamanho do terreno também é um fator primordial visto que se trata de ampliações.

O trabalho será estruturado em seis capítulos. O primeiro trará considerações sobre a história da arquitetura escolar no Brasil, apresentando seu surgimento e desenvolvimento ao longo dos anos e os fatores que influenciaram nas mudanças decisivas para que esta seja realizada da maneira como está sendo atualmente, levando em consideração aspectos políticos, econômicos e sociais.

O segundo capítulo abordará a arquitetura modular no que tange sua racionalidade construtiva, modulação e flexibilidade, além de caracterizar, identificar e comentar a respeito dos custos, velocidade de execução, eficiência e benefícios para a rede municipal de São Luís. O terceiro capítulo, por sua vez, versará sobre tecnologia na construção, os métodos convencionais e as inovações no ramo da construção civil e da arquitetura. O quarto capítulo aprofundará as informações sobre o sistema construtivo Steel Frame, que se mostrou mais adequado para utilização em São Luís devido a agilidade da construção, redução do peso da estrutura, maior precisão na execução, menos custo e melhor isolamento térmico e acústico.

O quinto capítulo trará informações sobre a rede escolar municipal de São Luís, programas de financiamento, os procedimentos que antecedem a construção e a composição da rede escolar. O último capítulo, tratará da proposta de ampliação das escolas em módulos de uma ou duas salas, mais conjunto de banheiros, apresentando o estudo preliminar e anteprojeto.

2 ARQUITETURA ESCOLAR

A arquitetura escolar é construída a partir de um projeto arquitetônico e, este deverá ser projetado de acordo com o público, o estudante, que essa edificação receberá. Tal edificação, segundo Kowaltowski (2011), deve priorizar a segurança, saúde e o conforto dos alunos e profissionais. Desta forma, a estrutura física escolar deve ser atrativa com ambientes seguros, confortáveis e estimulantes que promovam o pertencimento dos alunos ao lugar. Assim, o desenvolvimento de atividades socioeducativas e pensamento crítico podem ser fomentados, conseqüentemente, o crescimento individual e coletivo (AZEVEDO; BASTOS, 2002).

Para Kowaltowski (2011), a arquitetura escolar deve servir à educação com espaços que contribuam para concentração, produtividade e crescimento intelectual dos alunos. A integralização desses espaços é planejada com o objetivo de estimular a interação e a integração das áreas internas e externas, e locais para o lazer onde os alunos se sintam estimulados e confortáveis. Assim, a arquitetura trabalha com criação de espaço e, por consequência, com a interface ambiente construído-homem, como afirmado por Oliveira et al. (2008), “Os projetos de escolas devem priorizar a relação usuário-ambiente”.

Nesse contexto, para verdadeiramente atingir as necessidades sociais e funcionais de um determinado público, desenvolve-se a proposta respeitando as etapas do projeto, como o programa de necessidades. Em seguida, o plano de manchas, com a apresentação da setorização e estudos de insolação e ventilação, para assim, iniciar a proposição, objetivando atender cada comunidade escolar e suas especificações.

Em arquitetura, o programa de uma edificação é o conjunto de necessidades que um projeto deve contemplar e o roteiro de como os requisitos funcionais devem estar dispostos em um novo prédio. No caso específico da tipologia escolar, o “programa” define o número de salas de aula e quais serão os outros ambientes de ensino, como, por exemplo, biblioteca, quadras, laboratórios etc., além de estabelecer as características desejadas a tais ambientes e as respectivas disposições na edificação. A disposição espacial de todos os itens de um programa configura uma visão educacional (BRITO CRUZ; CARVALHO, 2004).

O edifício escolar deve ser analisado como resultado da expressão cultural de uma comunidade, refletindo e expressando aspectos que vão além da sua própria materialidade.

A concepção arquitetônica dos prédios escolares, principalmente em países em desenvolvimento, depende da situação socioeconômica e política, mas deve se preocupar com os conceitos educacionais e de conforto, necessários para atingir a qualidade e desenvolvimento do sistema de ensino/aprendizagem. (KOWALTOWSKI, 2014, p.63).

De acordo com Faria Filho e Vidal (2000), a preocupação com o espaço de ensino e a necessidade ocorreu no século XIX, na Europa. A educação era entendida como disciplinadora da ordem social, uma forma de dominação política e social. Além disso, era considerada um suporte pela pontualidade e pela organização do tempo imposto pela indústria, hierarquização de funções e controle, para que as normas fossem seguidas e respeitadas com rigidez. Definindo a instituição escolar e a evolução da arquitetura escolar.

Ainda no século XIX, a arquitetura escolar era influenciada por duas tendências: a arquitetura escolar Formal, inflexível e austera. E outra que valorizava a individualidade, o processo de criação e a ligação com os espaços abertos e naturais, a arquitetura Normal. Os projetos dessas escolas têm como direcionadores a troca de conhecimentos, a interação e contribuição social (DUDEK, 2000).

2.1.Histórico da Arquitetura Escolar no Brasil

2.1.1 Período Colonial

No Brasil, por muito tempo o ensino esteve sob responsabilidade da igreja, foi regido sob forte influência das instituições religiosas e destinado a uma pequena parcela da sociedade, a elite. Sob esse enfoque, as práticas educativas estão no centro de um processo que sempre esteve associado a política, economia, cultura e conectado aos ideais praticados pela sociedade em cada período da história.

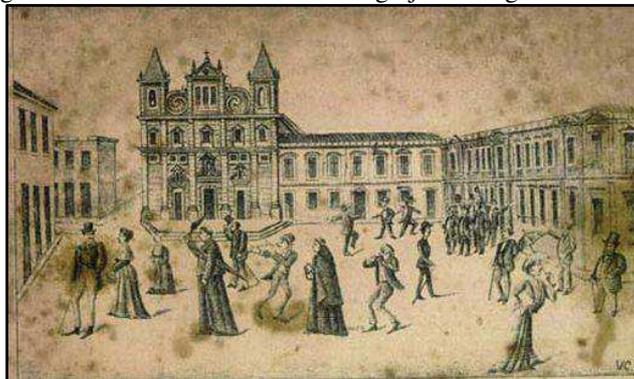
No período colonial, por volta de 1549, com o objetivo de catequizar os índios, popularizar fundamentos cristãos, formar sacerdotes e educar a elite nacional brasileira, os portugueses trouxeram os jesuítas, religiosos representantes da igreja católica, que buscaram implementar as primeiras escolas (elementares) no Brasil (CAPANEMA, 2014). Enquanto a elite recebia um ensino voltado para o conhecimento intelectual, para os nativos, índios e negros, que tinham sua própria linguagem de comunicação e cultura,

o tratamento era destinado ao trabalho braçal e a catequização como forma de domesticação, justificada como missão Divina.

Os registros identificam que o primeiro colégio jesuíta foi construído em Salvador, em 1550, conhecido por “Colégio dos Meninos de Jesus”, ao lado da atual Catedral Basílica. A escola era de pequeno porte e abrigava 25 alunos (CARVALHO, 2009). O colégio sofreu várias transformações quanto ao seu estilo arquitetônico e sua função. Os prédios do antigo colégio, que se tornaram o Real Colégio das Artes, depois Hospital Militar, Escola Cirúrgica da Bahia e posteriormente a primeira Faculdade de Medicina do país.

Portanto, nas primeiras escolas no Brasil, conhecidas como “Casas de Bê-á-bá” ou “Confrarias de Meninos”, criadas pelos jesuítas, eram praticados os ensinamentos religiosos e a disseminação da cultura europeia, sem uma preocupação direta com o espaço físico (GOMES, 2009). Dessa forma, as construções não possuíam estruturas planejadas, pois eram lugares pequenos e edificadas com materiais como madeira, cipós, barro e terra, conhecido como taipa.

Figura 1. Terreiro de Jesus com sua Igreja e Colégio dos Jesuítas



Fonte: GÓIS, 2011.

Figura 2. Terreiro de Jesus com sua Igreja e Colégio dos Jesuítas



Fonte: FACOM.UFBA (2011)

Em São Paulo, ainda no período colonial, 1554, o Padre Manuel Nóbrega e o noviço José Anchieta, fundaram o Pátio do Colégio e a Igreja, onde se realizava a cristianização dos nativos e servia também de acomodação para os seminaristas e jesuítas. A primeira edificação da capital paulista foi uma cabana feita de pau a pique (barro, bambu e palha). Alguns anos depois, o padre Afonso Brás, tido como o precursor da arquitetura no Brasil, reforçou e ampliou a construção original. Mais tarde, o prédio passou por várias modificações até a desapropriação da igreja pelo governo, demolição parcial e construção do conjunto que se tornou na primeira sede do Governo paulista e, depois cedeu espaço para o museu do Anchieta onde abrigou biblioteca e ensinamentos culturais e históricos.

Figura 3. Pátio do Colégio



Fonte: BUENO, 2003.

Figura 4. Pátio do Colégio



Fonte: GÓIS, 2011.

2.1.2 Período Pombalino

Na era pombalina, com a expulsão dos jesuítas em 1759 pelo Marquês de Pombal, o ensino tornou-se responsabilidade da Coroa Portuguesa e sofreu uma reforma educacional. Houve a extinção das políticas educacionais jesuíticas, que foram substituídas por aulas régias, isto é, “aulas de primeiras letras”, organizando-se em torno do ensino da leitura e escrita para o aluno, conforme indica Zotti (2006).

“A criação das aulas régias marcou o surgimento do ensino público oficial e laico visto que, até então, a educação formal em todos os seus níveis estava sob o controle da Igreja, que também detinha grande influência sobre outras áreas da cultura, como as artes e a impressão de livros”- foi a primeira forma do sistema de ensino público no Brasil (CAMARGO, 2013).

2.1.3 Período Imperial

A respeito da arquitetura escolar no império, a chegada da família real portuguesa no Brasil, em 1808, acarretou na instalação de novas unidades de ensino, como a Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios, bibliotecas e a Academia Real Militar. Em geral, a ausência de planejamento da arquitetura escolar, permitia que os locais onde eram ministradas as aulas fossem muitas vezes ambientes sem infraestrutura, inadequados e insalubres, com salas improvisadas em instituições religiosas, nas casas dos próprios professores e longe dos centros da cidade.

Conseqüentemente, as primeiras instituições privadas surgem nesse período, visto que, os mais favorecidos economicamente optavam por estudar em instituições que apresentavam melhores condições de espaço, ensino e acesso (AMBROGI, 2011). Cresce a busca por espaços próprios para acolher as escolas primárias à medida que se introduzia um novo método de ensino baseado no ensino mútuo, também conhecido como método Lancaster, tendo como objetivo ensinar um maior número de alunos, usando pouco recurso, em pouco tempo e com qualidade.

Em geral os móveis limitam-se a três mesas e seis bancos compridos para alunos, mais mesa e cadeira para o professor. O que significava que a capacidade era de no máximo trinta e seis alunos (doze em cada mesa); não raro, porém, os alunos matriculados ultrapassavam o número de cinquenta. (AMBROGI Apud WOLFF, 1992, p. 63).

Posto isso, tornava-se notória a grande necessidade de construir de uma escola que composta de ambientes amplos, com salas de aula apropriadas e com capacidade de abrigar até mil alunos com um único professor ministrando os conteúdos, auxiliado por alunos-monitores para ensinar. As salas de aula deveriam possibilitar a circulação do professor e alunos e a exposição de trabalhos (FILHO e VIDAL, 2000).

Com a demanda desse período, é construído o Colégio Pedro II, em 1837, no Rio de Janeiro, feito para que servisse de modelo para as províncias, que, após a Reforma da Constituição de 1824, ocorrida em 1834, deveriam sozinhas providenciar a instrução local, e muitas não o fizeram adequadamente, embora o Governo remetesse corretamente a verba orçamentária prevista para este fim.

O Colégio Pedro II foi considerado uma referência de modelo escolar e ensino para ser reproduzido, contava com uma boa estrutura, de ensino de qualidade, e era frequentado pela aristocracia brasileira.

O Ato Adicional de 6 de agosto de 1834 que instituiu às Assembleias Legislativas provinciais o poder de elaborar o seu próprio regimento e legislar sobre a instrução pública, sendo assim, foi repassado ao poder local o direito de criar estabelecimentos próprios, além de regulamentar e promover a educação primária e secundária. Graças à descentralização, em 1835, surgiu a primeira escola normal do país, em Niterói. (NASCIMENTO, 2014)

Figura 5. Colégio Pedro II, Rio de Janeiro.



Fonte: IBGE, 2019.

Figura 6. Antiga sala de Geografia, mantida em sua estrutura original.



Fonte: NETO, 2016

Figura 7. Início do ano letivo no Colégio Pedro II, 1957.



Fonte: ARQUIVO NACIONAL, 2019.

2.1.4 Período Republicano

Com relação ao período em que se iniciava o regime republicano, Bencostta e Braga (2011) afirmam ter sido uma época marcada por grandes transformações socioeconômicas, culturais, políticas e educacionais. Influenciados pela adesão às ideias positivistas, baseada na defesa da ordem e do progresso por Augusto Comte, em que surgiu a necessidade de determinar como seriam os espaços destinados às escolas, bem como seria sua arquitetura - tendo em vista a modernização do sistema educacional como um todo (FERNANDES e ALANIZ, 2016).

No momento em que o Brasil torna-se república (1889), a ausência de prédios escolares e as precárias condições dos espaços utilizados para a prática de ensino foram motivo de crítica pelos higienistas da época. Aliado a isso, ocorreu a valorização da educação, passando a ser vista como sinônimo de progresso. É neste panorama que surge a preocupação, na esfera governamental, em construir espaços de caráter educativo, principalmente para as camadas mais pobres. (CARVALHO, 2009.)

A fim de substituir o antigo modelo escolar, surgem os Grupos Escolares as Escolas Normais como os primeiros projetos padronizados. Segundo Souza (2004), os primeiros classificavam os alunos quanto o seu nível de aprendizado e o conteúdo ministrado, atendendo uma ordem sequencial de instrução (ensino primário e secundário). Portanto, era necessário estabelecer uma nova organização espaço-educacional (SANTIAGO, 2008 Apud BUFFA, 2002), que buscasse um planejamento dos espaços escolares através de projetos e novos programas.

Segundo Kowaltowski (2011), os projetos arquitetônicos tiveram influência francesa, valorizando a pedagogia e principalmente a arquitetura. Tais projetos preocupavam-se não só com a distribuição adequada dos espaços, mas como estes espaços deveriam se dispor obedecendo às ideias pedagógicas e higiênicas, de identidade cultural e divisões do espaço por gêneros. Havia uma preocupação em relação a difusão da luz, das cores das paredes, da iluminação, da ventilação, do número de alunos por turma, entre outros. “A escola, em suas diferentes concretizações, é um produto de cada tempo, e suas formas construtivas são, além dos suportes da memória coletiva cultural, a expressão simbólica dos valores dominantes nas diferentes épocas” (FRAGO; ESCOLANO, 1998, p. 47).

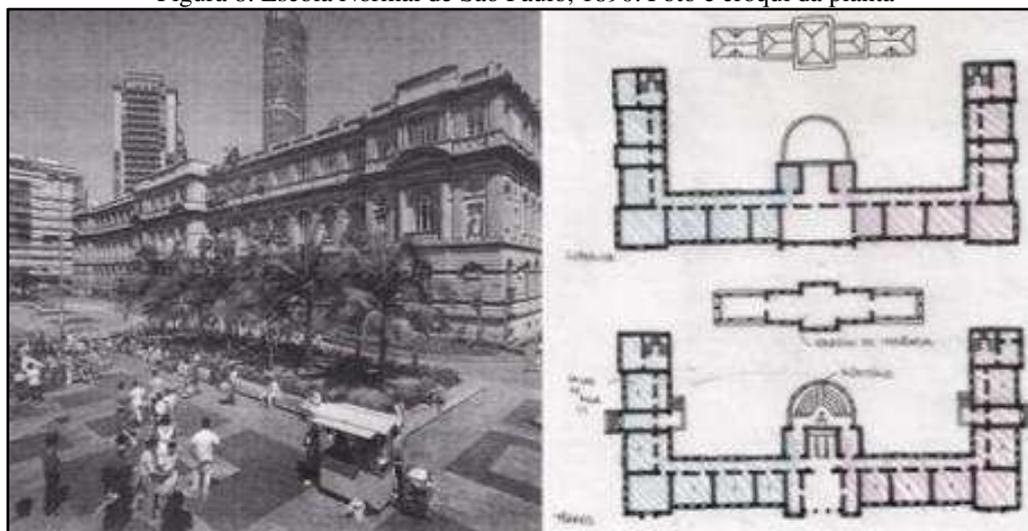
2.1.5 Década de 20

A arquitetura escolar da década de XX buscava a monumentalidade com intuito de expressar estabilidade e nobreza das edificações. Buscava-se, com o estilo neoclássico, de alto requinte, a padronização das execuções, simetrias das plantas, pé direito alto, com elementos robustos, imensas escadarias e de grandiosidade que refletissem a valorização à educação (BUFFA e PINTO, 2002 Apud KOWALTOWSKI, 2011). “Percebe-se a importância atribuída à educação por meio do estilo e da imponência de seus edifícios, com detalhamento sofisticado, com entrelaçamento harmonioso com entre o projeto arquitetônico e pedagógico” (KOWALTOWSKI, 2011).

Em geral, as escolas eram projetadas com plantas-tipo de acordo com a necessidade e demanda de alunos, variando de quatro, oito ou dez classes, com mais de um pavimento. Uma edificação que priorizava a simetria e com divisões de alas e espaços livres entre os gêneros feminino e masculino. Faria Filho e Vidal (2000, p. 25) comentam que “Apesar de padronizados em planta, os edifícios assumiam características diversas”. A publicação do livro com as diretrizes de projeto das escolas, “Projeto para grupos escolares reunidos e rurais” de Mauro Álvaro de Souza Camargo, facilitava a construção desses espaços, pois trabalhava com a simplificação da forma, uso de concreto nas lajes, banheiros na parte interior da edificação, entre outros (KOWALTOWSKI, 2011).

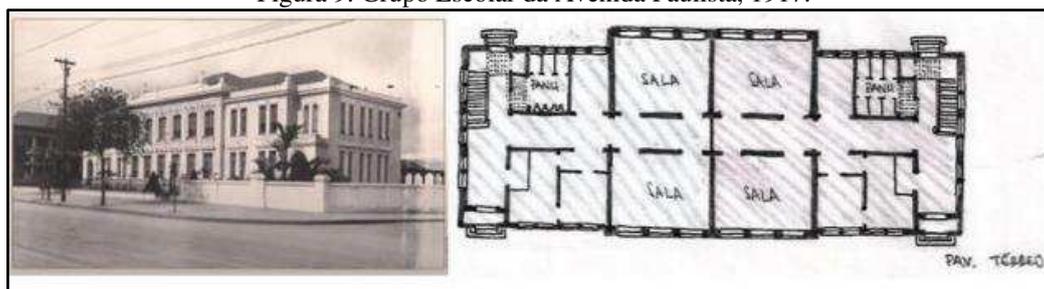
Segundo a Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE, 1998a), desde o século XIX, vários órgãos do poder público foram responsáveis pelo planejamento, construção e manutenção dos estabelecimentos de ensino no Brasil, com várias tentativas de traçar diretrizes ou “padrões” para a construção das edificações escolares. Como consequência das tentativas de padronização das construções de escolas públicas, verifica-se uma semelhança a concepção dos projetos arquitetônicos, diferentes apenas nas implantações. (AMORIM, 2007 Apud KOWALTOWSKI, 2011).

Figura 8. Escola Normal de São Paulo, 1890. Foto e croqui da planta



Fonte: CÔRREA, MELLO E NEVES (1991, p.21.); YOSHISATO (2013, p.19) respectivamente

Figura 9. Grupo Escolar da Avenida Paulista, 1917.



Fonte: CÔRREA, MELLO E NEVES (1991, p.21.); YOSHISATO (2013, p.19) respectivamente.

Figura 10. Escola E. M. São Gonçalves Dias, Rio de Janeiro.



Fonte: O GLOBO, 2014.

Figura 11. Escola E. M. Tiradentes, Rio de Janeiro.



Fonte: SITE DA PREFEITURA RIO DE JANEIRO.

Inicialmente, o papel do arquiteto limitava-se apenas em desenhar as fachadas distintas, com a intenção de diferenciar a fachada de uma escola da outra (RAMALHO e WOLFF, 1986, Apud BUFFA e PINTO, 2002). A Escola Modelo de Luz, de autoria do arquiteto Ramos de Azevedo e localizada em São Paulo, foi a pioneira a dedicar seu projeto a escola primária e a solicitar que fossem criados ambientes mais demarcados e divisão por classe, para que fosse possível que a escola realizasse seu papel pedagógico, segundo Corrêa, Mello e Neves (1991). A arquitetura imponente e eclética respeitava o Código Sanitário (1894) e Código de Posturas (1886).

Segundo Buffa e Pinto (2002), os primeiros projetos eram realizados de maneira a viabilizar a construção das escolas, optando por longos corredores com salas de aula de cada lado, ou seja, uma maneira construtiva simples que permitia uma economia do ponto

de vista financeiro. Assim, as escolas eram edificadas de forma mais rápida, em maior quantidade e com custo reduzido (RAMALHO e WOLFF, 1986).

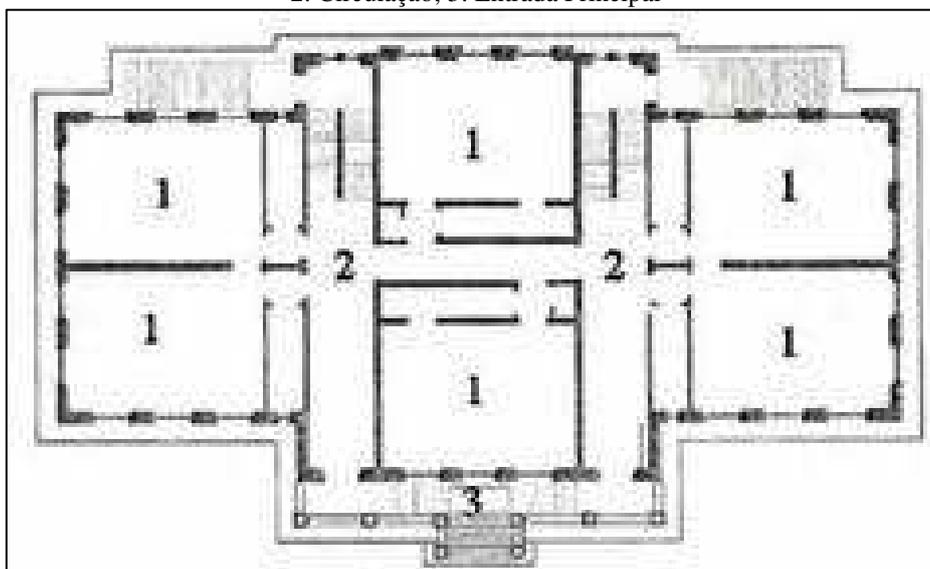
A Escola Modelo de Luz, seguindo o regimento de alas distintas e com entradas independentes para meninos e meninas, foi destaque para a época por apresentar características peculiares de organização funcional, revelando a identidade arquitetônica do período não apenas por remeter ao estilo clássico, mas também por exibir elementos como: 1) escadarias: a externa, dando acesso à escola; as internas que levam até o pavimento superior; e as da entrada independente na parte posterior ao prédio, que direcionam até às alas estudantis feminina e masculina; 2) distribuição das salas em corredores: abrigando no máximo quarenta alunos, eram ambientes preferencialmente retangulares; 3) presença de porões: para evitar a umidade e elevar o edifício; 4) simetria: presente na planta em um de seus sentidos. (CARVALHO, 2009).

Figura 12. Escola Modelo da Luz, ca.1905, atual Grupo Escolar Prudente de Moraes.



Fonte: Enciclopédia Itaú Cultural de Arte e Cultura, 2018. FAU – USP. Guilherme Gaensly

Figura 13. Planta baixa e organização funcional do nível térreo da Escola Modelo da Luz. 1. Sala de Aula; 2. Circulação; 3. Entrada Principal



Fonte: BUFFA e PINTO, 2002.

Segundo Buffa (2015), apesar da criação dos grupos escolares com grandiosas construções, pesquisas indicavam que muitas escolas se encontravam em péssimas condições em vários lugares do país. Dessa forma, os problemas não estavam relacionados somente aos aspectos quantitativos de implantação desse modelo, mas também aos aspectos qualitativos dos mesmos (CUTRIM, 2018).

O final desse período foi marcado por vários acontecimentos de grande importância para a educação no Brasil, manifestações culturais e políticas de forte natureza ideológica, como a Semana de Arte Moderna de 1922, Movimento Escola Novista e várias reformas que o país estava passando, com destaque para reformas educacionais com Sampaio Dória em São Paulo (1920), e Lourenço Filho, no Ceará (1922), Anízio Teixeira na Bahia (1924) e de Fernando de Azevedo no Distrito Federal (1928) (OLIVEIRA, 2007). Dessa forma, os novos edifícios escolares no Brasil passaram a refletir o crescimento político, social e econômico da educação no país. “O edifício, aos poucos, deixou de ser compacto, extinguiu-se as divisões entre os sexos, a implantação apresentava características mais flexíveis, como o uso de pilotis, deixando o térreo livre para atividades recreativas” (FDE, 1998b Apud KOWALTOWSKI, 2011, p. 85).

2.1.6 Década de 30

A década de 1930 foi marcada pela Revolução de 1930, e o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova de 1932, que reverberaram nitidamente na arquitetura escolar. O Ministério dos Negócios da Educação e Saúde, criado por Vargas em 1930, trouxe ideias para compatibilização dos espaços escolares, pois até então a política educacional era diversificada em cada estado (FILHO e VIDAL, 2000). Surgiram defensores da universalização da escola pública que tinham como principal exigência o direito de educação de forma gratuita a todos. Segundo Buffa, (2015) foi durante esse período que se introduziu o modernismo nas construções escolares, advindos da Escola Nova. Na ocasião a sociedade passava por um crescimento demográfico nítido e a carência por espaços escolares mais amplos era urgente.

A ascensão de Getúlio Vargas, em 1930, abriu espaço para a ideia da educação pública como elemento remodelador do país na construção de uma sociedade moderna e democrática. Em 1932, um grupo de intelectuais lançou o manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, que defendia a universalização da escola pública, laica e gratuita. Entre os intelectuais que assinaram o documento

estava Anísio Teixeira, figura central da educação pública brasileira do século XX. (KOWALTOWSKI, p. 85).

O movimento, “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, foi fundamental para a Constituição de 1934, confirmado a necessidade do desenvolvimento de um Plano Nacional de Educação que contemplasse diretrizes para todos os níveis de ensino, incorporando o ensino primário gratuito, (OLIVEIRA, 2007). Acreditava-se em uma remodelação educacional, pois o sistema de ensino tradicional era direcionado apenas a formação intelectual e por meio do aprendizado da escrita, desconsiderando os aspectos sociais, políticos, emocionais do aluno, além de processos de aprendizagem (BUFFA, 2015).

É um movimento de educadores europeus e norte-americanos, organizado em fins do século XIX, que propunha uma nova compreensão das necessidades da infância e questionava a passividade na qual a criança estava condenada pela escola tradicional. Em termos gerais, é uma proposta que visa à renovação da mentalidade dos educadores e das práticas pedagógicas” (MENEZES, 2001).

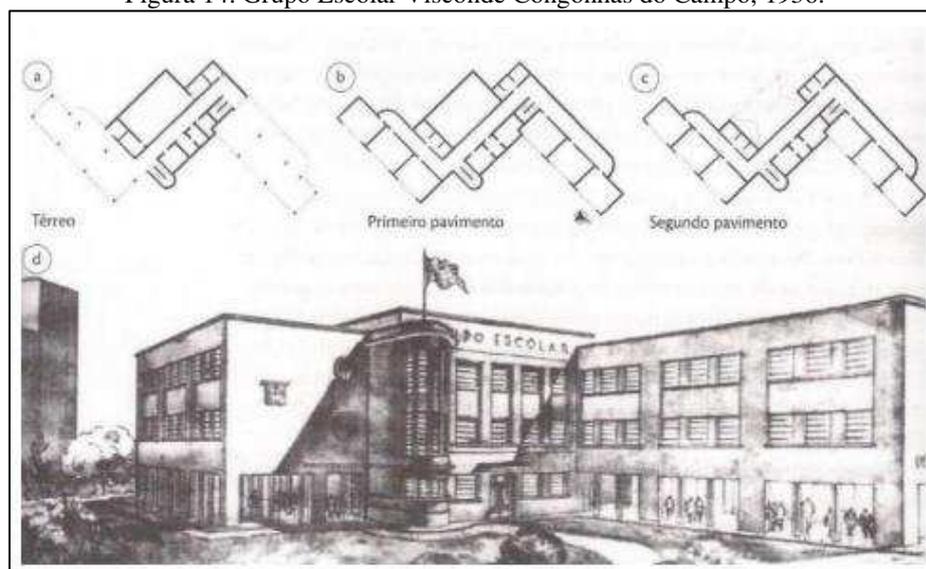
Com a introdução dos ideais modernos no país, os espaços escolares passaram por essa remodelação socioeconômica, política e cultural. Assim, as construções adotaram características da arquitetura modernista: mais funcionais, racionais, com o uso de pilotis no térreo destinados maior liberdade de implantação nos lotes (BUFFA e PINTO, 2002). De acordo com Kowaltowski (2011), as edificações deveriam apresentar plantas baixas flexíveis, ruptura das divisões estruturais entre os sexos, salas com maiores espaços, entrada de luz e ventilação, novos espaços destinados ao lazer, administração, refeitório, biblioteca, sanitários entre outros, seguindo o Código de Saboya (1934).

Ao desenho arquitetônico das escolas, isto é, a nova arquitetura racionalista de formas simples e retas, priorizava a interação e a integração espacial, unindo o ambiente interno e externo. Para facilitar essa conexão, as escolas possuíam forma de “L” ou “U”, reunindo e ordenando as salas de aulas, administração e auditório (KOWALTOWSKI, 2011). Um dos exemplos que atendeu a essas necessidades foi o grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo, e depois a Escola Municipal Argentina, construída em 1935, na gestão de Anísio Teixeira: “[...] Consuma das obras mais expressivas da primeira fase do modernismo arquitetônico” (TAVARES FILHO, 2005, p. 114).

Com um jogo de volume marcante, devido ao modo como os ambientes foram dispostos em planta, a configuração geométrica do edifício é a seguinte: 1)

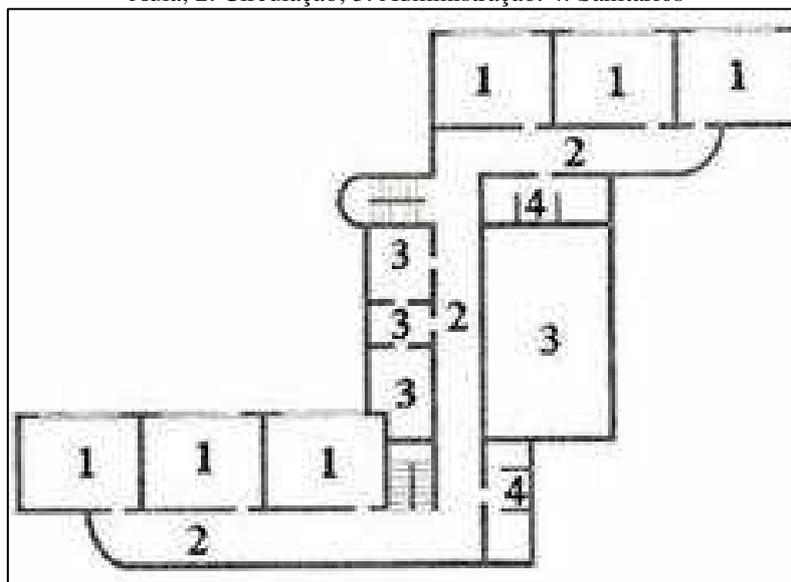
blocos que geram dinamismo ao volume como um todo; 2) presença de ritmo na fachada, com a repetição de esquadrias; 3) visual externo de um volume central, pois há ausência de pilotis, mas internamente há continuidade entre os ambientes, pois os espaços se interligam; 4) ausência de porão, com a área térrea podendo ser ocupada gerando melhor aproveitamento do espaço; 5) utilização de pilotis, proporcionando circulação do ar e configuração de nova estética; 6) pátio bem demarcado funcionando como área de convívio.(CARVALHO, 2009).

Figura 14. Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo, 1936.



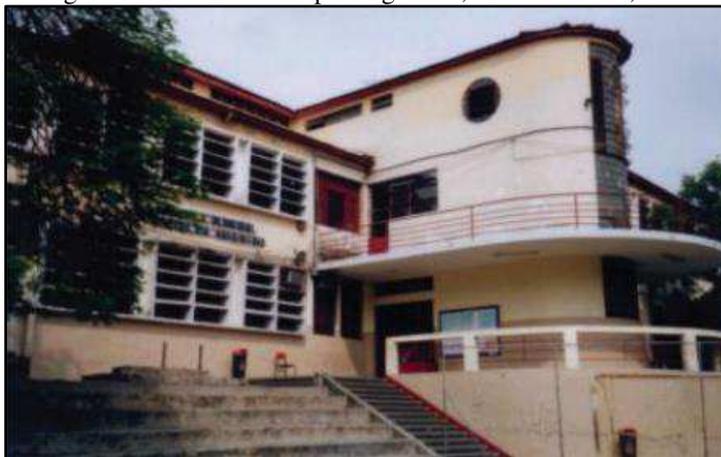
Fonte: BUFFA e PINTO, 2002.

Figura 15. Planta baixa do nível térreo do Grupo Escolar Visconde Congonhas do Campo. 1. Sala de Aula; 2. Circulação; 3. Administração. 4. Sanitários



Fonte: BUFFA e PINTO, 2002.

Figura 16. Escola Municipal Argentina, Rio de Janeiro, 1935



Fonte: TAVARES FILHO, 2005

Figura 17. Trecho da fachada principal da Escola Municipal Argentina, Rio de Janeiro, 1935.



Fonte: TAVARES FILHO, 2005.

2.1.7 Década de 40

Na década de 1940, na era da industrialização, o país era conduzido por novas instruções socioeconômicas. Para atendê-las, era necessário o cercar-se de modernização, inclusive na construção de escolas. São Paulo tornava-se o mais importante polo industrial do país, dando início a um novo período na história da arquitetura escolar paulista (FDE, 2008). Nesse período, discutia-se a importância em atender as demandas em termos de quantidade de alunos, mas incomodava a questão da qualidade dessas novas edificações. Diante disso, em 1949, foi criado o “Convênio Escolar”, estabelecido entre as administrações do Estado e do Município de São Paulo (KOWALTOWSKI, 2011).

Inicialmente o programa havia sido criado para suprir a deficiência de escolas públicas de ensino básico no Município de São Paulo, levando em consideração um levantamento que mostrava o número de alunos sem escola na cidade e atendendo ao objetivo inicial de equipar a cidade para as comemorações do IV Centenário de sua

fundação. Nas palavras de Anísio Teixeira, secretário da educação e grande educador baiano, a educação é como "um processo de reconstrução e reorganização de experiência", a educação da sala de aula deve ser complementada por uma educação dirigida, encorajando o Convênio Escolar a atingir níveis mais complexos. (DOCOMOMO, 2016).

Anísio Teixeira, apoiador dos ideais da Escola Nova, assim como um dos maiores pedagogos americano, John Dewey, criticavam a educação tradicional, principalmente, ao foco dado para a memorização e o intelectualismo (KOWALTOSWKI, 2011). Teixeira defendia a instituição de ensino com formação integral que preparava o estudante para desenvolver o pensamento crítico e saber julgar as situações com liberdade e confiança. Segundo Bastos (2009, p.42), Anísio dizia que "A escola precisava educar em vez de instruir".

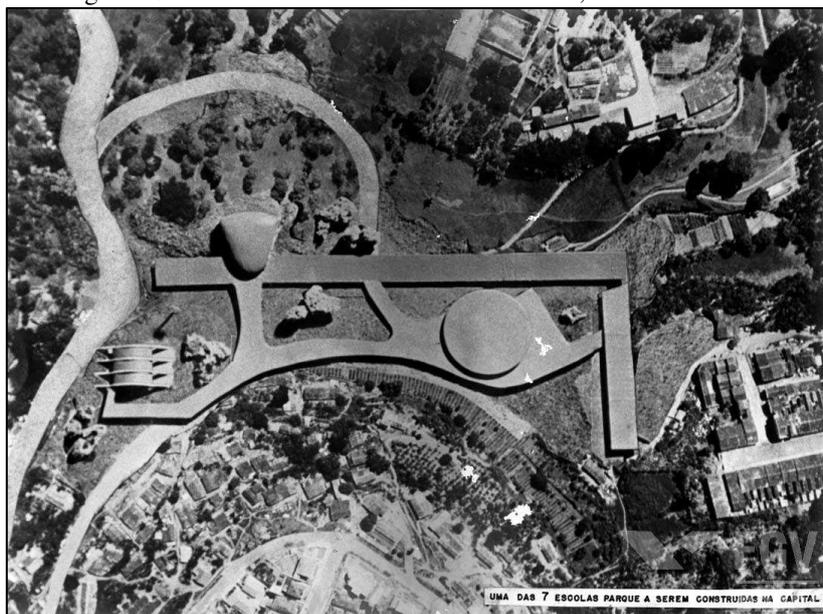
Como princípio norteador do movimento, a educação integral, permitia o aproveitamento melhor dos espaços destinados à educação, bem como seu tempo. Além de absorver um maior número de alunos para o núcleo estudantil, respeitando o conceito da escola como ponto de convívio da comunidade. Dessa forma, contemplava-se um ensino integralizado e completo, dividido em "escolas-classe", sendo dedicadas às aulas teóricas e "escolas-parque", destinado a atividades complementares de ensino como educação física, artística, industrial entre outras modalidades, e compunham um centro interativo social. (BASTOS, 2009). "As propostas vislumbram a produção de uma arquitetura socialmente mais progressista, para maximizar os recursos disponíveis", como diz Kowaltowski (2011, p. 89).

As escolas comunitárias norte-americanas inspiraram o programa da escola-parque. Nesta escola funcionavam as atividades complementares: educação física, social, artística e industrial. O programa ainda foi concebido em um sistema composto de "escola-classe" para mil alunos no entorno das "escola-parque" para quatro mil alunos que frequentariam ambas, num sistema alternado de turnos. (BASTOS, 2009 Apud KOWALTOWSKI, 2011).

O projeto arquitetônico desenvolvia e apresentava a necessidade funcional e racional em diferentes volumes. Como discorre Kowaltowski (2011), a estrutura tem como base o concreto armado e paredes-cegas ou o fechamento é revestido por mosaicos como obras de arte. As funções são distribuídas em forma de "U" ou "H", proporcionando a integração entre espaço interno e externo, assim como o uso dos elementos vazados que também protegiam os panos de vidros das salas. Os tetos são planos ou inclinados em meia-água e pilotis introduzidos no térreo.

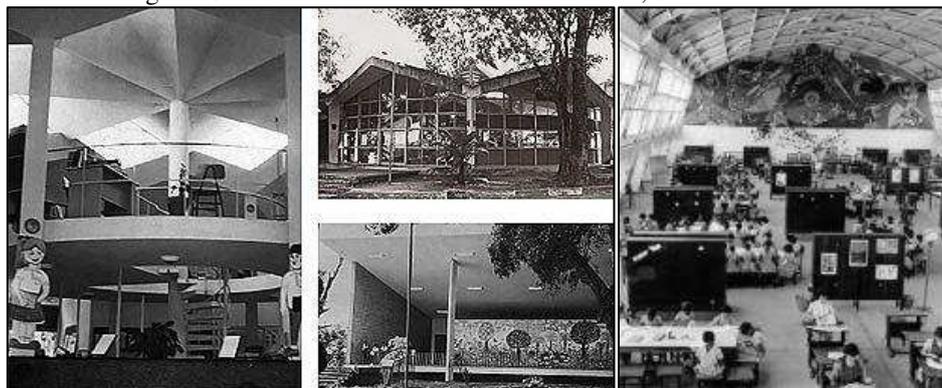
Um exemplo marcante de projeto que contemplava a arquitetura modernista e o idealismo social foi a escola-parque Centro Educacional Carneiro Ribeiro, do arquiteto Diógenes Rebouças, com a concepção de um espaço completo de formação, trabalhando a ideia da arquitetura sadia, modesta e seria (BASTOS, 2009 Apud KOWALTOWSKI, 2011). Conseqüentemente, esses modelos influenciaram a arquitetura escolar e sua construção foram reproduzidos e disseminados em todo o território brasileiro, sofrendo adaptações e futuramente mudanças.

Figura 18. Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador –Bahia.



Fonte: ACERVO FOTOGRÁFICO – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

Figura 19. Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador –Bahia.



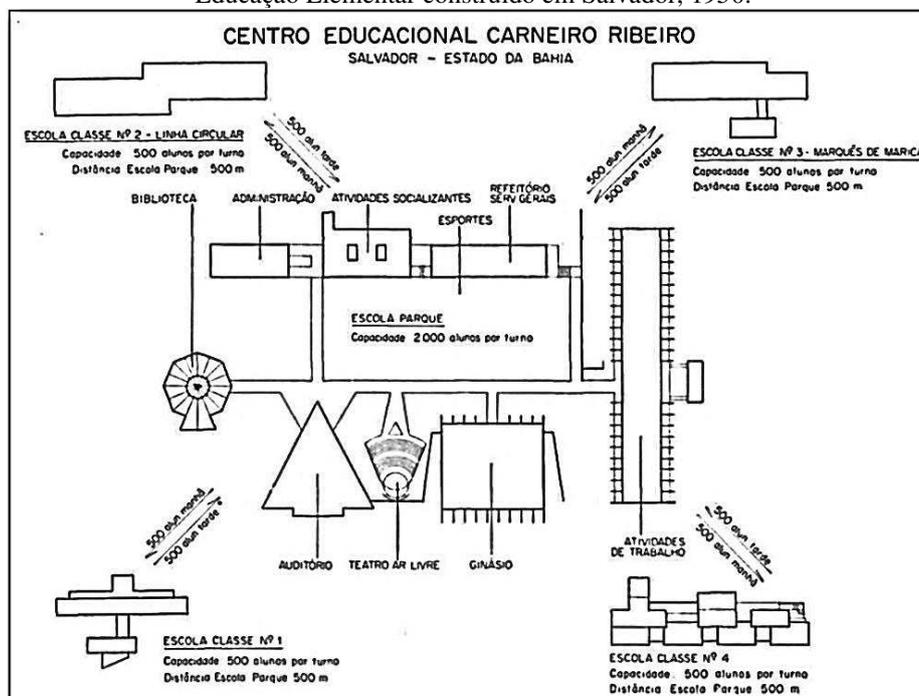
Fonte: BASTOS, 2009; ACERVO FOTOGRÁFICO – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

Figura 20. Escolas-classe I,II,III e IV pertencentes ao Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador – Bahia.



Fonte: Acervo Fotográfico – Escola- Parque Centro Educacional Carneiro Ribeiro, Salvador- Bahia.

Figura 21. Esquema de funcionamento do Centro Educacional Carneiro Ribeiro-primeiro Centro de Educação Elementar construído em Salvador, 1950.



Fonte: EBOLI, 2000

2.1.8 Década de 50 e 60

Nos anos 50, o progresso da industrialização demandava rapidez e produção em larga escala. Assim, crescia a procura por pessoas escolarizadas para o mercado profissional. Essa “popularização” da educação resultou em mudanças significativas na construção e na qualidade das estruturas escolares e do ensino. As formas adotavam as estruturas mais compactas, geométricas e simples. Intensificou-se a preocupação com os aspectos quantitativos, racionalização da produção, baixo custo, otimização do tempo. As

construções sofreram adaptações nos fluxos e acessos, assim como passaram a utilizar estruturas de concreto pré-moldados, pilotis, alvenaria de tijolos para fechamento, telhas de fibrocimento ou lajes pré-fabricadas e impermeabilizadas (COSTA e JERONYMO, 2017).

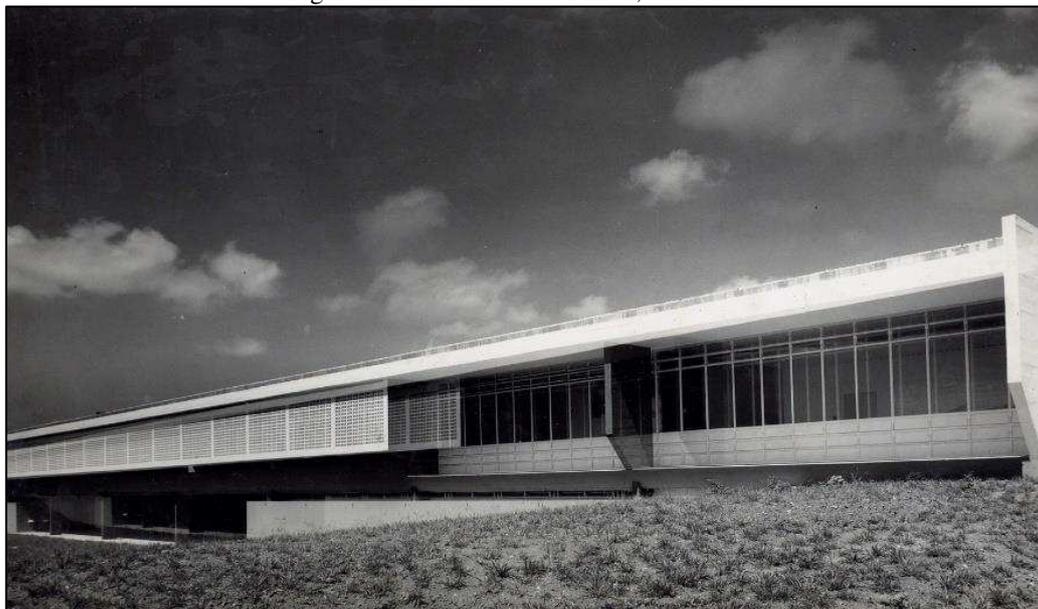
Assim, os prédios escolares apresentavam qualidades espaciais imponentes; diferenciação na implantação dos blocos para facilitar fluidez e dar vez a espaços mais abertos; arquitetura sem adornos e sem menção à história; visibilidade e presença de brises, bem como circulações mais fluidas. (BUFFA e PINTO, 2002).

Nesse período, não se observava o diálogo entre o planejamento do projeto arquitetônico com as metodologias pedagógicas que mesclavam as teorias novas as tradicionais (BONFANTI, 2006). Tais acontecimentos influenciam diretamente no modelo de ensino usados dentro das salas de aulas. Percebe-se maior flexibilidade de atuação e interação físico-espacial entre professor, aluno e lugar, aplicando novos modelos de ensino e considerando mais as necessidades dos estudantes, como relata Buffa (2005).

Durante esse tempo, persistia a grande preocupação com a produção rápida e econômica. Para Buffa e Pinto (2002), a arquitetura estava consolidada com os princípios da arquitetura moderna. O processo construtivo seguia as mesmas referências das décadas antecedentes. Foi nessa época que se deu o impulso para a composição modular a utilização de peças pré-moldadas e criação de um projeto padrão, que previa um custo mais baixo. A arquitetura contribuía para que as escolas fossem vistas como obras de valorização sociocultural. A estrutura da edificação deveria seguir a exatidão e rigidez da modulação estabelecida pelo programa funcional. A Escola de Guarulhos, em São Paulo, projetada pelos arquitetos Vilanova Artigas e Carlos Cascaldi, em 1962, é um exemplo da arquitetura escolar desse período.

O módulo rege a distância entre os pilares no sentido longitudinal, elucidando o programa repetitivo das salas de aula. No sentido transversal, distam exatamente um módulo nas faixas das extremidades e dois módulos na faixa central, gerando quatro linhas de pilares. A cobertura é uma laje em concreto, tipo caixão perdido. Nas faixas da extremidade o vínculo entre a laje e os pilares funciona como estrutura em pórtico. Já no centro, a grelha nervurada recebe subtrações, que configuram zenitais, permitindo a entrada de iluminação natural sobre a quadra. (WEIZENMANN, 2015).

Figura 22. Escolar de Guarulhos, São Paulo.



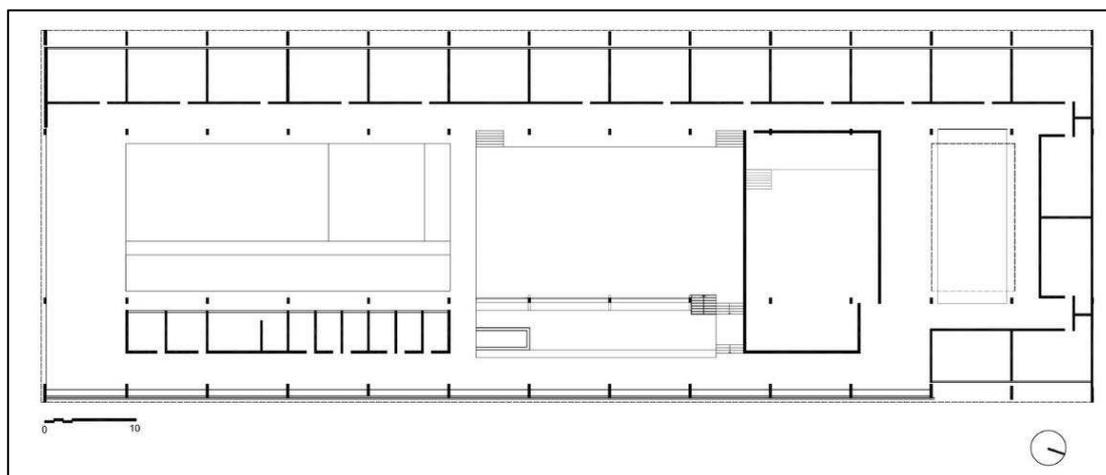
Fonte: ACERVO VILANOVA ARTIGAS.

Figura X - Escolar de Guarulhos, São Paulo.



Fonte: ACERVO VILANOVA ARTIGAS.

Figura X - Planta baixa da Escola de Guarulhos, São Paulo, 1962.



Fonte: ACERVO VILANOVA ARTIGAS.

2.1.9 Década de 70 a 90

A demanda escolar tornava-se um assunto cada vez mais complexo em todo o país: a quantidade de alunos que precisavam ser absorvidos pela rede de escolas, quantas seriam necessárias e a localização das mesmas eram questionamentos frequentes. Na década de 70, foi atribuído ao Estado a responsabilidade pelo ensino fundamental, em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases (nº. 5.692, 11 de agosto de 1971) (BRITO CRUZ; CARVALHO, 2004). Com isso, o novo sistema de construções passava a ser ainda mais simplificado, com o objetivo de diminuir custos e prazos de construção (XAVIER; LEMOS; CORONA, 1983, Apud KOWALTOWSKI, 2011). Os materiais empregados nas dependências eram paredes de alvenaria de blocos aparentes de concreto, teto de laje pré-moldada com cobertura de telhas de fibrocimento.

Em 1976, com a proposta de regularizar, sistematizar e unir as informações mais importantes que deveriam estar presentes nos projetos escolares, foi criada a Companhia de Construções de São Paulo (CONESP). A mesma, elaborou normas bem específicas sobre as etapas, serviços, funções e ambientes, além da composição da estrutura funcional das escolas, respeitando a normatização de componentes e geometrias do prédio.

Em seguida, criou-se um módulo “embrião” contendo duas a seis salas de aula; direção; administração; sanitários e quadra de esportes e mais um espaço destinado a futuras ampliações. Para dar uma assistência cada vez mais rápida à demanda de escolas, ampliações ou reformas, facilitava-se cada vez mais os métodos construtivos (SOARES, 1995). Posteriormente, a FDE (Fundação para o Desenvolvimento de Educação), criada em 1987, assumiu a elaboração dos métodos de trabalho acompanhando a construção das escolas e oferecendo suporte técnico e operacional ao planejamento da rede física e da unidade escolar.

Na década de 80, no Rio de Janeiro, para suprir a questão da falta de escolas, e sobre efeito das influências das ideias da “escola-parque”, foram criados os Centros Integrados de Educação Pública (CIEPS). Com a intenção de expandir a rede de ensino público, oferecer educação integral com qualidade e facilitar o acesso a escolaridade, os Centros mantinham-se abertos durante toda a semana e para toda a população, atendendo

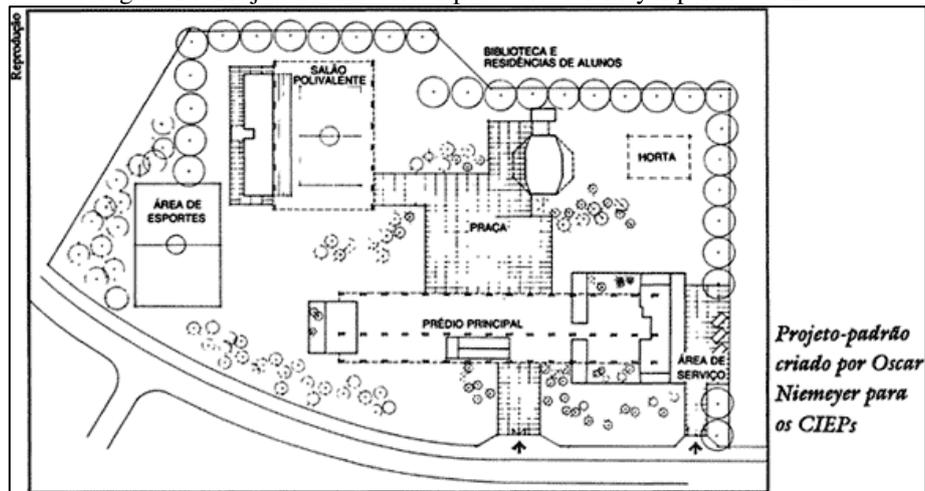
principalmente as classes sociais mais necessitadas. Foram produzidas mais de 500 escolas entre a década de 80 e 90 (BASTOS, 2009).

Os CIEPs tinham a pretensão de propiciar uma revolução no ensino público do Rio de Janeiro ao garantir nas áreas mais carentes do Estado as condições mínimas necessárias ao aprendizado, assumindo alguns cuidados que, em condições mais favoráveis, deveriam caber à família. Por meio de período integral (8 h às 17 h), com acompanhamento docente extra aula e três refeições diárias, além de atendimento médico e odontológico, a escola pública estaria compensando a situação social adversa das crianças e jovens mais desfavorecidos economicamente. Esse apoio se estendia aos sábados e domingos, em que permaneciam abertos a quadra, a biblioteca e o consultório. (BASTOS, 2009, p 44)

Oscar Niemeyer, responsável pela definição arquitetônica desses CIEPs, juntamente com a participação de outros profissionais da área, criou um projeto-padrão, o qual era mais barato e com utilização de uma técnica convencional em que a concretagem era feita no próprio local da construção. Segundo Niemeyer, a economia exigia a repetição e o modulado. Todos os CIEPs, apesar de locados em bairros diferentes, possuíam semelhança em seus elementos de composição.

A organização funcional é composta por blocos que se articulam e conectam o prédio principal com três pavimentos, ligados por uma rampa central. No térreo há serviços, como: refeitório, recepção, gabinete médico/dentário, cozinha. A planta possui configuração linear, em que o térreo tem grande parte do espaço reservado à recreação. Todos os CIEPs não possuem escadas, apenas rampas, para que os portadores de necessidades especiais fossem integrados e percorressem todo o espaço escolar e banheiros também adaptados. Nos dois pavimentos superiores, existem 20 salas de aula para 30 alunos cada, com desenvolvimento do currículo escolar básico; instalações administrativas; serviços auxiliares; auditório; salas especiais, com Estudo Dirigido; sanitários e refeitório. Assim como o térreo, o superior também é de configuração linear marcado por salas ao longo dos corredores. O primeiro, inaugurado em 1985, recebeu o nome de CIEP Tancredo Neves, 1985, Rio de Janeiro.

Figura 23. Projeto Padrão criado por Oscar Niemeyer para os CIEPs.



Fonte: SCIELO, 2013

Figura 24. Processo inicial de montagem da estrutura de um CIEP, com concretagem no local, uso de pré-moldado e construção modular.



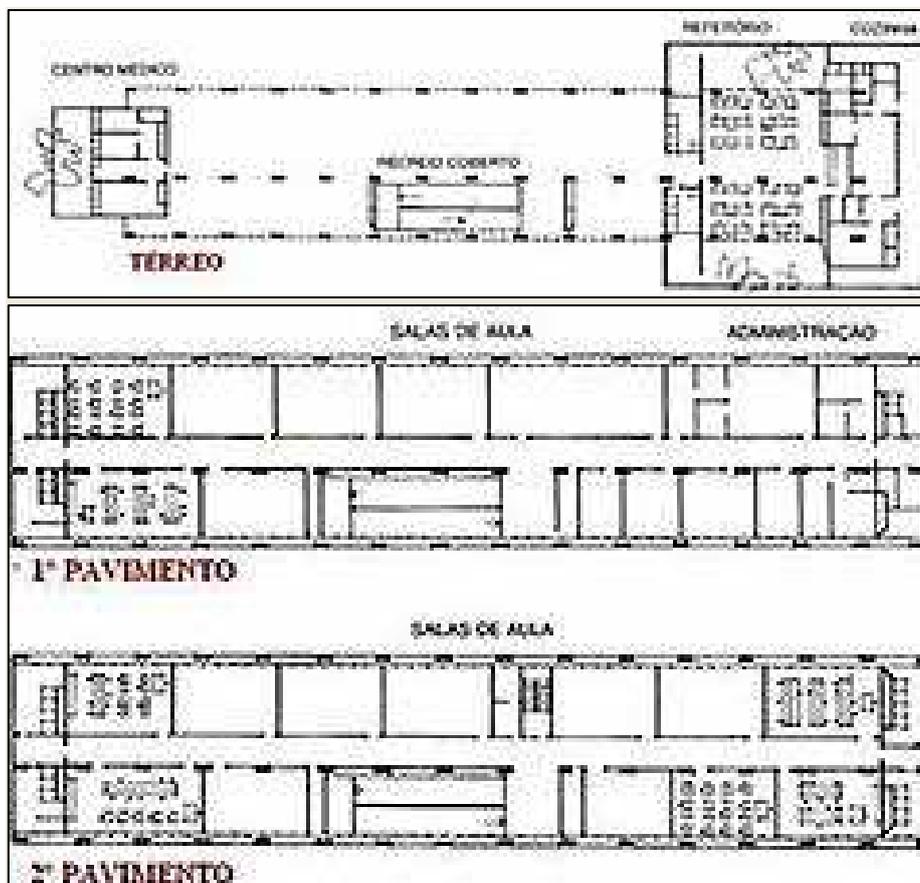
Fonte: ARQUITETURA DO CIEP, 2007

Figura 25. Primeiro CIEP, o Tancredo Neves, inaugurado em 1985, Rio de Janeiro



Fonte: CARVALHO (2009) *Apud* MENDONÇA (2008)

Figura 26. Plantas Baixas do térreo, primeiro e segundo pavimentos do Primeiro CIEP, CIEP Tancredo Neves, inaugurado em 1985, Rio de Janeiro.



Fonte: RIBEIRO (1986)

A partir dos anos 90, e inspiradas nas ideologias educacionais e arquitetônicas das décadas anteriores, mais precisamente das escolas-parques, 1940, nascem os Centros Educacionais Unificados (CEUs), projetados por Alexandre Delijaicov, André Takiya e Wanderley Ariza. Inicialmente, com a proposta de serem construídos prioritariamente nas regiões carentes de infraestrutura, da capital paulista (BRITO CRUZ; CARVALHO 2004), esse novo projeto escolar, compreende programas pedagógicos bastante abrangentes. Os centros atendem a todos os níveis de ensino, da pré-escola, educação infantil, fundamental, até o ensino profissionalizante e seus edifícios são preparados para receber diversificados serviços como creches, telecentros, padarias, teatros, piscinas, centros comunitários, entre outros.

Ao longo desse período, com o auxílio Ministério da Educação e Cultura (MEC) e do Centro Brasileiro de Construção e Equipamentos Escolares, programas de valorização com diretrizes e normas que incentivaram o desenvolvimento da educação,

tais como Fundo de Fortalecimento da Escola (Fundescola) e Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), foram aperfeiçoando-se e contribuindo para adequação das instituições escolares.

As ações pertinentes ao Programa Fundescola concentram-se em estabelecer diretrizes para a execução e assistência financeira suplementar aos projetos educacionais, considerando-se a situação de Estado/Município, por meio do FNDE- Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. (KOWALTOWSKI, 2011 Apud MEC, 2005)

Figura 27. Prancha de Situação CEU Rosa da China, Sapopemba – São Paulo.



Fonte: ACERVO DIRETÓRIO ARQUITETURA E URBANISMO

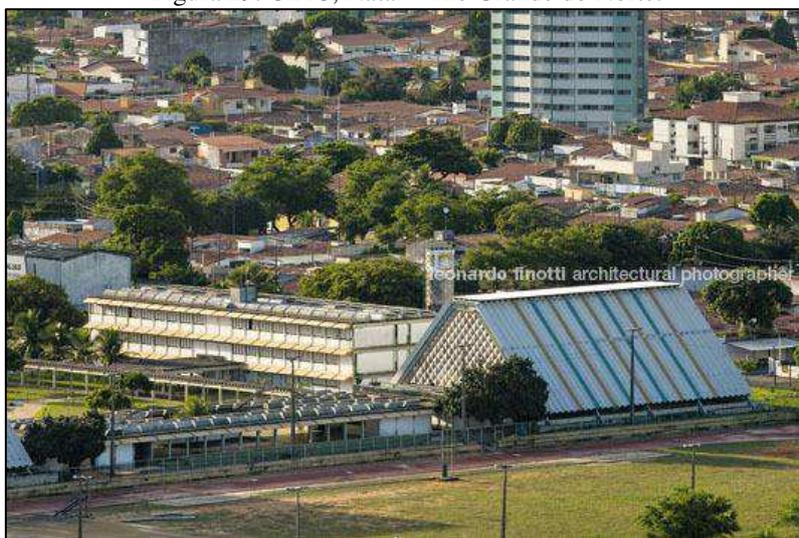
Figura 28. CEU Paz, Brasilândia – São Paulo



Fonte: MURAL – FOLHA DE SÃO PAULO, 2017

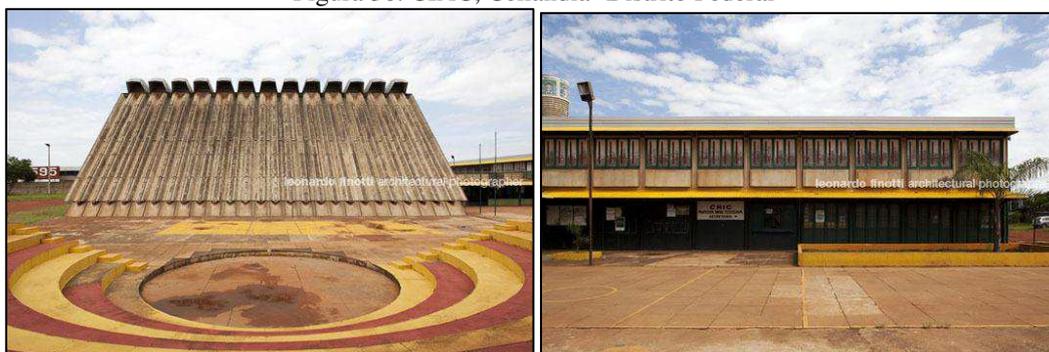
Concomitante a criação dos CEUs, surgem os Centros Integrados de Apoio à Crianças (CIACs), projetados pelo arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé), durante o Governo do Presidente Collor, pertencentes ao programa “Projeto Minha Gente” (KOWALTOWSKI 2011, Apud LIMA, 1999) - Orientados pelas ideias do projeto padrão CIEPs. Contudo, o método construtivo adotado inovador e não convencional, mais tarde apresenta problemáticas para a manutenção, além de dificultar futuras ampliações dos centros integrais. As técnicas construtivas aplicadas nos CIACs eram de argamassa armada em componentes pré-fabricados na própria obra, com um sistema econômico e leve.

Figura 29. CIAC, Natal – Rio Grande do Norte.



Fonte: FINOTTI

Figura 30. CIAC, Ceilândia -Distrito Federal



Fonte: FINOTTI

Contudo, percebe-se o Projeto Padrão como ferramenta de forte cunho político e econômico, uma prática comum em projetos públicos de interesse social. Os projetos, de forma bastante engessada, utilizam programas de necessidades das atividades estipuladas pelos órgãos administrativos de equipamentos urbanos, não consideravam as

peculiaridades de cada local e do momento de construção, além de faltar uma adequação em casos específicos. Logo, “o projeto padrão desencadeia a proliferação de falhas, quando deveria ocorrer exatamente o contrário”, segundo Kowaltowski (2011).

A adaptabilidade do projeto a situações variáveis, muitas vezes, indica modificações relevantes, que tiram a vantagem da redução do custo do projeto. Pensando nisso, o partido arquitetônico procura atender aos objetivos econômicos, à racionalidade construtiva e a funcionalidade, seguindo as diretrizes gerais determinadas pelo programa CONESP (Construções Escolares do Estado de São Paulo). Argumenta-se que o produto (projeto e obra), graças a mão de obra especializada em construções repetidas, que minimizam os erros na execução dos projetos, pode alcançar uma qualidade superior em relação às obras não padronizadas.

O objetivo dos Projetos Padrão era criar marcos pela forma facilmente identificada e, em muitos casos, também pela implantação que otimiza a viabilidade das obras. Grosso modo, é como se a arquitetura se transformasse em uma marca de determinado governo, responsável pela implantação desse conjunto de obras. (KOWALTOWKI, 2011, p. 105)

Ainda assim, as discussões sobre a utilização dos projetos padrão dentro da arquitetura escolar brasileira são pouco divulgados. Entretanto, é sabido o impacto gerado para espaço educacional e todo seu corpo docente e discente. No entanto, constata-se a busca incessante de aprimoramento das técnicas construtivas, da arquitetura escolar e dos projetos pedagógicos.

Na trajetória da arquitetura escolar o edifício sofreu inúmeras transformações e tentativas de se chegar a soluções arquitetônicas que resolvessem os problemas educacionais. A escola pública é um equipamento urbano inserido no contexto social, político e econômico de uma comunidade, ultrapassando a atividade de ensino, transformando não apenas o espaço urbano, mas também a identidade do local que está inserido. “A escola deve ser vista como um equipamento urbano ativo dentro da sociedade” (CASTRO, 2009 Apud SOUZA, 2012, p.22).

3 ARQUITETURA MODULAR

A arquitetura modular, alinhada ao cenário atual, pode ser definida como um sistema constituído de componentes separados que podem ser justapostos e com potencial de substituir, diminuir ou adicionar módulos sem impactar todo o sistema de uma construção. Surge da necessidade de corresponder aos diferentes contextos sociais executando projetos acessíveis e de baixo custo, de forma rápida e eficiente (RUBATINO, 2017).

Associada os conceitos de adaptabilidade e leveza, a arquitetura modular transforma o ambiente em seu tamanho, forma, quantidade e qualidade, atendendo às necessidades da organização, bem como seu uso e funcionalidade. A flexibilidade da arquitetura modular permite aos usuários uma configuração inclusiva, variada e personalizada. Por meio da modularidade, é possível conceber espaços multidisciplinares, idealizar diferentes propostas estruturais em inúmeras escalas e desenvolver projetos criativos, práticos, econômicos e duráveis.

Como ferramentas na busca por uma arquitetura que promova a integração dos espaços em conjunto com as questões econômicas e de sustentabilidade, a racionalização construtiva e a coordenação modular estabelecem soluções para a produção de edificações com componentes industrializados e pré-fabricados. Auxiliados pelas inovações tecnológicas e evolução dos processos construtivos, a arquitetura modular e seus instrumentos exercem papel fundamental dentro da indústria da construção. Sendo assim, é de suma importância no que tange a arquitetura escolar, tanto na execução de obras voltadas para a educação, quanto no avanço das composições espaciais promovidas por processos de ensino e aprendizado mais interativos.

3.1 RACIONALIDADE CONSTRUTIVA

Segundo Sabbatini (1987), a racionalidade construtiva é um conjunto de ações que objetivam aprimorar e potencializar o uso dos recursos existentes nas diversas fases da construção, sejam eles tecnológicos, financeiros, materiais, humanos e organizacionais. O desenvolvimento da atividade construtiva, com redução de prazos e custos, diminuição das perdas e melhor qualidade do processo e do produto final, são o foco principal, da racionalidade construtiva, não muito diferente da industrialização. No

entanto, são distintas, isto é, uma não implica diretamente na outra, mas os processos industriais podem contribuir diretamente para o processo de racionalização da construção. (RIBEIRO, 2002 Apud BRAIDE, 2018).

No Brasil, nas décadas de 1960 e 1970, o cenário político e econômico possibilitou o desenvolvimento de vários projetos habitacionais e educacionais. A industrialização da construção era caracterizada pela produção em grande escala e padronização das unidades funcionais, determinando cada passo do processo construtivo (MACHADO, 2010). E por meio da racionalidade construtiva, da produção de construções padronizadas, e da incorporação de elementos pré-fabricados, o Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares (CEBRACE) procurou suprir as demandas por unidades de ensino com qualidade e custo reduzido, em um curto espaço de tempo (PÁSCOA, 2008).

Mesmo não havendo ainda uma industrialização na construção civil significativa no país, os fabricantes de vários materiais de construção passaram por um intenso processo de industrialização, modernização e inovação, ao longo da segunda metade do século XX e início do século XXI (FABRÍCIO, 2013 Apud BRAIDE, 2018).

Até a década de 1990, comprava-se a edificação e não os componentes para construir os edifícios. A ideia da pré-fabricação caracterizava-se pela produção de material construtivo fora do canteiro de obras, possuindo dimensões estabelecidas antes da sua produção. Atualmente, o mercado oferece elementos que possibilitam inúmeras soluções projetuais, as técnicas de produção desses componentes apresentam peças mais leves e resistentes, com variados formatos e tamanhos (BERRIEL, 2009).

No entanto, apesar da grande importância no desenvolvimento econômico do país, o setor da construção civil se mantém distante das premissas estabelecidas pela racionalização construtiva e do novo conceito industrial, que pressupõe que o processo de produção tenha um alto nível de organização, compatibilização, aprimoramento técnico, e em constante evolução (MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 2015). Em sua maioria, os processos de construção são feitos por meio das técnicas tradicionais: uso intensivo de mão de obra e pouca mecanização, com baixo rendimento e deficiências em todas as etapas: projeto, gestão e produção. Dessa forma, falhas no planejamento e organização implicam em grandes desperdícios e incompatibilização dos projetos e execução, o que é desvantajoso para o progresso da produção racional da construção (OLIVEIRA; VENTURA, 2015).

O processo de racionalização da construção diz respeito, principalmente, aos aspectos de organização da cadeia da produção. Ademais, envolve mais do que técnicas e sistemas construtivos, requer aplicação de metodologia adequada, que se inicia na concepção do projeto, análise e especificação de componentes, e se mantém nas fases da execução, e determinação dos sistemas de qualidade e na gestão da obra. “As decisões devem ser tomadas na fase de planejamento, que, por sua vez, deve estar voltado à produção e não somente ao produto, na sua forma tradicional”, segundo Barros (1996).

Nos processos construtivos racionalizados, o planejamento de todas as etapas do projeto, a coordenação e compatibilização dos mesmos, é fundamental para a assimilação e inclusão dos requisitos e das decisões de projeto, que deve ser elaborado com maiores definições técnicas para que todas as informações necessárias para a construção sejam produzidas, implantadas e executadas. Segundo Castro (2005), a racionalização construtiva no processo de projeto é promovida por:

- 1 - Facilidade de construção e execução das atividades no canteiro, além da fabricação e transporte dos componentes;
- 2 - Planejamento de todas as etapas do processo e projeto e obra;
- 3 - Utilização de coordenação modular;
- 4 - Associação de sistemas compatíveis;
- 5 - Formação de equipes multidisciplinares, incluindo construtoras ou montadoras, para o desenvolvimento simultâneo dos projetos;
- 6 - Coordenação e compatibilização de projetos antes da execução;
- 7 - Detalhamento técnico;
- 8 - Antecipação das decisões;
- 9 - Elaboração de projeto para produção, definindo a execução e a sucessão da forma de trabalho;
- 10 - Existência de uma visão sistêmica comum a todos os participantes do processo.

Posto isso, a racionalidade construtiva associada a modulação de componentes é de grande valia para o ambiente escolar visto que possibilita melhor aproveitamento do espaço de forma funcional, flexível e durável, sem muitas alterações na edificação e de fácil manutenção.

3.2 CONSTRUÇÕES PRÉ-FABRICADAS

Berriel (2009) define pré-fabricação como toda a produção de componente construtivo, fora do canteiro de obras, com dimensões definidas anteriormente à sua produção. Segundo Bergdoll (2008), os processos de manufatura industrial, em que matérias-primas são transformadas numa grande escala em produtos acabados, poderiam produzir uma arquitetura de qualidade e mais acessível, assim como outros produtos industrializados oferecidos à sociedade. “Equívoco frequente é o entendimento de pré-fabricação como o uso de métodos industriais para produzir grandes componentes de construção, que incluem elementos estruturais e de fechamento e que são montados com várias partes” (BERGDOLL, 2008 Apud BRAIDE, 2018).

Como oportunidade para boa arquitetura, a pré-fabricação atende a necessidade constante que diferentes tipos de construções devem ser adaptáveis para satisfazer as necessidades personalizadas dos usuários. Neste sentido, a padronização de soluções construtivas, associada à um processo de produção eficiente e sua racionalização apresenta-se como uma ferramenta de grande importância dentro do contexto de desenvolvimento da construção civil.

Embora a pré-fabricação esteja relacionada à produção padronizada de componentes e elementos construtivos de repetição ilimitada, sua versatilidade é comprovada através de exemplos inovadores que exploram as inúmeras possibilidades dessa tecnologia construtiva: customização, personalização, combinação com métodos construtivos convencionais e, acima de tudo, a introdução de um amplo vocabulário construtivo com inovações formais e funcionais. (JORGE, 2012, p. 214).

No contexto histórico, de acordo com Ballarin (1993), as primeiras tentativas de utilização de componentes pré-fabricados surgiram em 1891, em Paris, através da utilização de vigas de concreto no Cassino de Biarritz. Décadas depois, segundo Figuerola (2008), o arquiteto alemão Walter Gropius, entre 1925 e 1928, incorporou os conceitos de racionalização e padronização dos componentes construtivos com objetivo de diminuir o custo e aumentar a qualidade das edificações. Tal arquiteto é reconhecido por ser um dos pioneiros na utilização de conceitos inovadores como a normalização da moradia e a sistematização do canteiro de obras, com a criação da sede escolar Bauhaus e ao propor

a construção de 316 moradias sociais do conjunto habitacional – Colônia Torten, em Dessau, na Alemanha.

Figura 31. Cassino de Biarritz, Paris.



Fonte: RANA, 2017.

Figura 32. Sede da Escola Bauhaus



Fonte: SVEIVEN, 2017.

Figura 33. Conjunto habitacional – Colônia Torten, em Dessau, na Alemanha

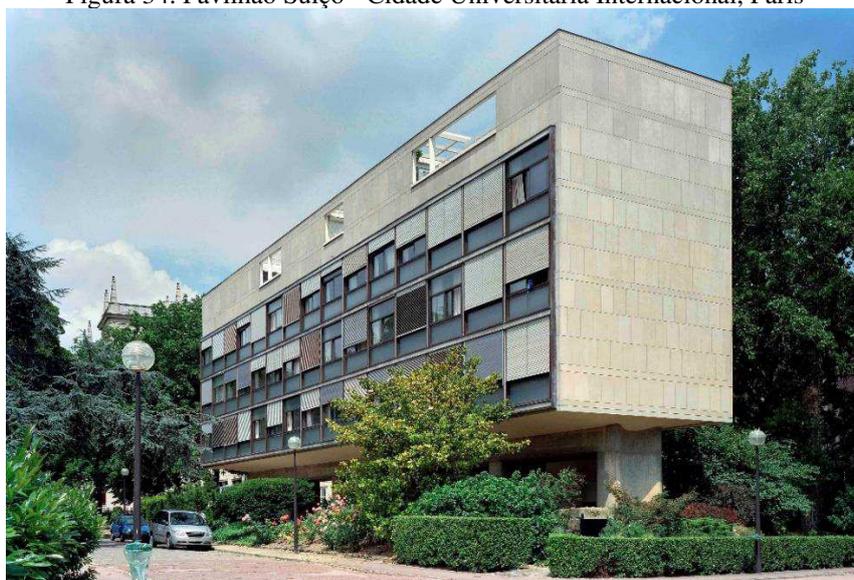


Foto: BAUBÜRO GROPIUS, 1928.

Na década seguinte, Le Corbusier projetou o Pavilhão Suíço, um edifício para uma cidade universitária de Paris. Segundo Dawson (2003), essa foi certamente a primeira utilização de pré-moldados em grande escala e inspirou projetos posteriores de edifícios mais altos. No final dos anos 40 aos 60, houve uma mudança singular na cadeia produtiva, uma grande necessidade de construir mais edificações, tanto habitacionais quanto escolares, hospitais e indústrias (SALAS, 1998).

Os edifícios construídos nessa época eram compostos de elementos pré-fabricados (painéis, contramarco, esquadrias, fixação e outros) procedentes do mesmo fornecedor, constituindo o que se convencionou chamar de ciclo fechado de produção. Os ciclos fechados, especialmente aqueles à base de grandes painéis pré-fabricados, marcaram o apogeu da fase de reconstrução do Pós-Guerra na Europa, que durou até o final da década de 60. (SOUZA, 2013)

Figura 34. Pavilhão Suíço - Cidade Universitária Internacional, Paris



Fonte: FONDATION SUISSE, 2014.

Segundo Figuerola (2008), somente no período pós-guerra, o desenvolvimento de técnicas industriais de construção obteve destaque e os sistemas construtivos pré-fabricados de concreto encontraram terreno fértil para propagação. Houve a necessidade de desenvolver um sistema de coordenação modular que possibilitasse que as peças, mesmo de diferentes produtores, característica do ciclo aberto de produção, apresentassem dimensões padronizadas, a fim de atenderem a vários projetos. E, paralelamente de um sistema de normas técnicas que garantissem a qualidade das edificações.

No Brasil, nota-se no final da década de 50, uma empolgação no setor construtivo graças à industrialização. Ainda assim, devido ao fato da técnica da pré-fabricação ser ainda pouco difundida no país, a liberdade plástica de tal componente era bastante limitada. Entretanto, Niemeyer realizou alguns projetos nesta fase, bem como Lelé, que direcionou grande parte de suas pesquisas para a racionalização de componentes pré-fabricados (VILELA JÚNIOR, 2011). Esse buscava conhecer novas tecnologias e métodos empregados na produção em série de prédios industrializados, de maneira a se obter economia de trabalho e equipamentos, além de acelerar a velocidade da construção. Ainda na década de 60, Lelé projetou o conjunto de blocos de apartamentos para professores e estudantes da Universidade de Brasília (UnB), chamado Colina.

Em 1966, foi criado no Brasil o Banco Nacional da Habitação (BNH), para tentar reparar o déficit habitacional do país. Além do investimento nas construções de interesse social de baixa renda, o empreendimento também tinha a intenção de gerar mais empregos, concomitantemente a isso, desestimulou a pré-fabricação no setor construtivo. Posteriormente, em meados da década de 1970, ocorreu o inverso. Isto é, o banco passou a fomentar a introdução de novas tecnologias ao patrocinar pesquisas e desenvolvimento de alguns processos construtivos à base de componentes pré-fabricados, entendendo a real necessidade social, política e econômica da época. (OLIVEIRA, 2002).

No entanto, segundo a Associação Brasileira de Construção Industrializada – (ABCI, 1980, apud OLIVEIRA 2002), não houve uma política de aperfeiçoamento tecnológico para o setor da construção industrializada. Sendo assim, nos anos seguintes, a evolução da industrialização e a utilização de processos construtivos pré-fabricados ocorreu por meio do interesse do mercado empresarial em obter maior rentabilidade no campo da construção civil.

O Brasil é o único país do mundo que ainda usa o mesmo método construtivo há 50 anos. Em Nova York, sobe-se um prédio enorme em oito meses. Até a África do Sul usa métodos mais modernos e eficientes que os nossos. (O GLOBO, 2014).

Como afirma Alves (2017), seguindo as diretrizes a estabelecidas em um projeto base, a construção pré-fabricada possui componentes produzidos industrialmente antes do início das obras. As peças prontas e preparadas para serem aplicadas são transportadas até o canteiro de obras e, são montadas de acordo com o projeto executivo com o uso de mão de obra especializada e especificações dos fabricantes.

Os materiais de uso mais comum para a fabricação das peças pré-fabricadas são madeira, aço e concreto. As estruturas das construções também permitem a aplicação de pintura, cerâmica nas paredes e piso, sistemas de hidráulicos e elétricos, forros de gesso e até painéis para conforto termoacústico, desde que previsto em projeto. Em comparação com a construção tradicional que utiliza alvenaria ou concreto armado, a construção pré-fabricada possui inúmeras vantagens. São elas: construção mais rápida; menos desperdícios; sustentabilidade; custo fixo; personalização e versatilidade. (ALVES, 2017).

Os sistemas de construção pré-fabricados são classificados conforme sua configuração geométrica: Sistema Linear – montagem de elementos com predominância de uma dimensão, uso da modulação na aplicação de pilares ou vigas; Sistema Plano – a utilização de painéis horizontais ou verticais com rápida exequibilidade em obra; Sistema Tridimensional – produção dos elementos construtivos integralmente industrial, transportados e aplicados por meio de fixação e encaixe. (OLIVERI, 1972 apud BERRIEL, 2009)

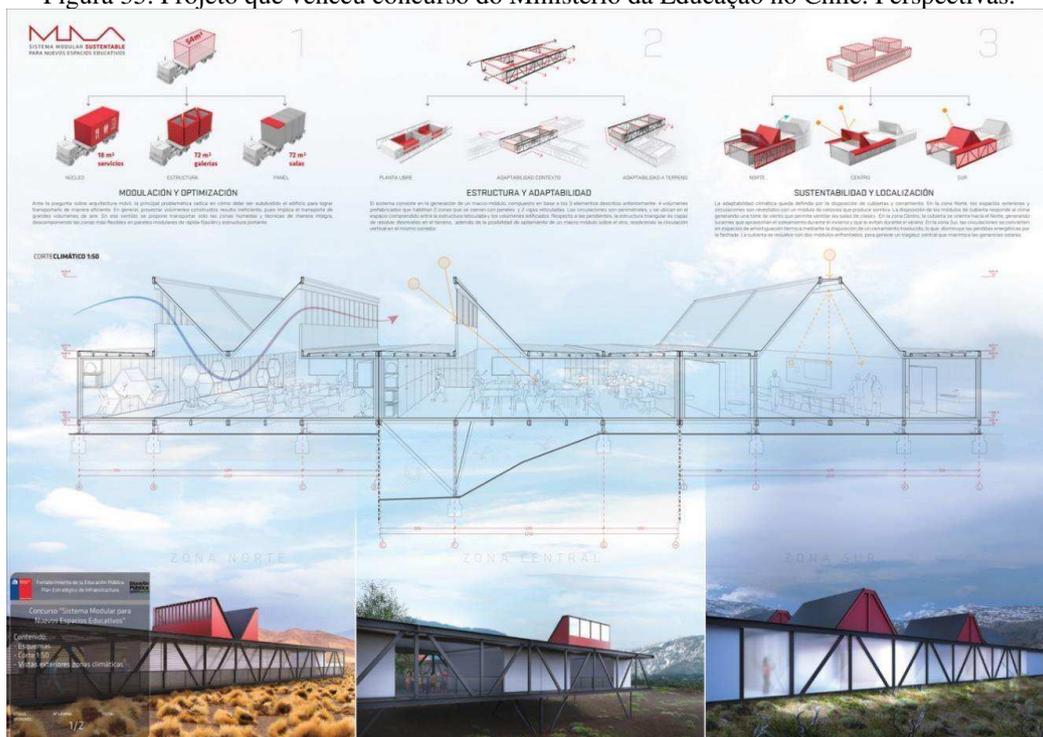
Atualmente, no mercado brasileiro, há uma quantidade significativa de empresas que oferecem construções pré-fabricadas e contêineres, apresentando estruturas renováveis e com variadas possibilidades de uso. A maioria das edificações são construídas por meio de sistemas planos, geralmente edificações escolares públicas e privadas (BRAIDE, 2018). Procura-se compatibilizar as construções e a implantação em ambientes correspondendo ao seu entorno e a comunidade pertencente.

A produção em massa era o objetivo do século XX, a customização em massa é a realidade recente do século XXI. novos processos de construir são propostos, usando produção automatizada, mas diferenciando-se os artefatos arquitetônicos produzidos. “A arquitetura do nosso tempo não apenas tem que ser construída, mas também fabricada, como os aviões que são montados a

partir de componentes pré-fabricados” (BERRIEL, 2009 apud BRAIDE, 2018).

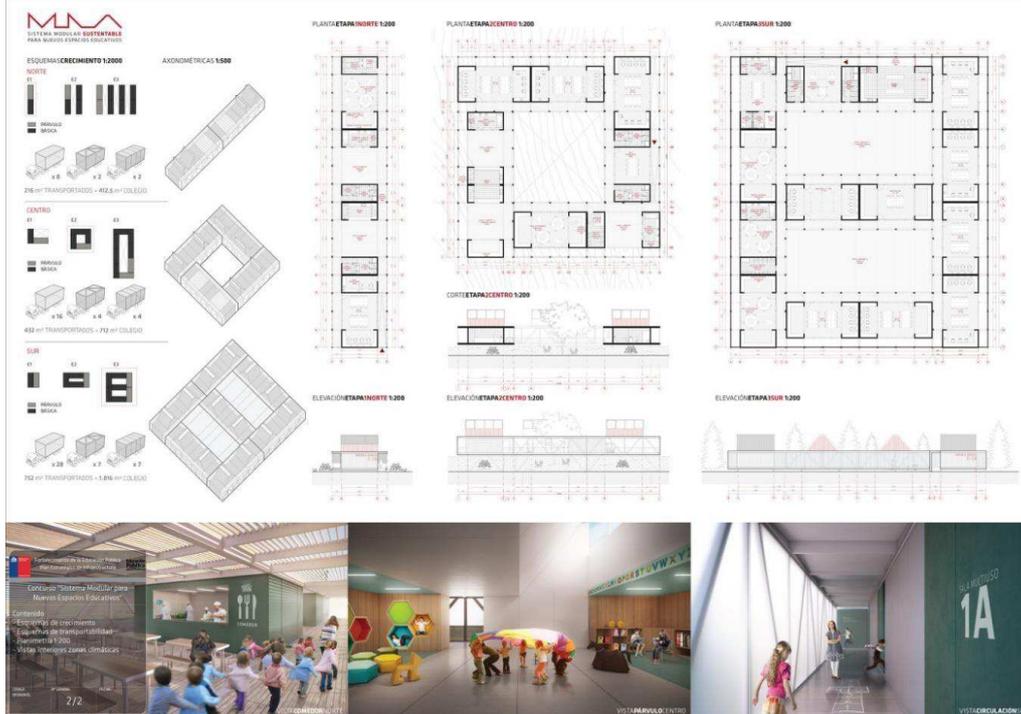
Na arquitetura escolar, as construções pré-fabricadas desafiam a criatividade dos arquitetos e engenheiros, pois possibilitam a aplicação das técnicas e notáveis projetos de edificações educacionais. O Ministério da Educação do Chile propôs um concurso “Sistema Modular para Novos Espaços Educativos, em que a proposta do projeto educacional vencedor, dos escritórios de arquitetura B+V Arquitectos + CHEB Arquitectos + Arquicon, e segundo lugar Cristián Maze, utilizando sistemas pré-fabricados produzem uma organização modular flexível com capacidade de ampliação, implantações de acordo com a geografia e clima de cada lugar e processo construtivo racionalizado e simplificado.

Figura 35. Projeto que venceu concurso do Ministério da Educação no Chile. Perspectivas.



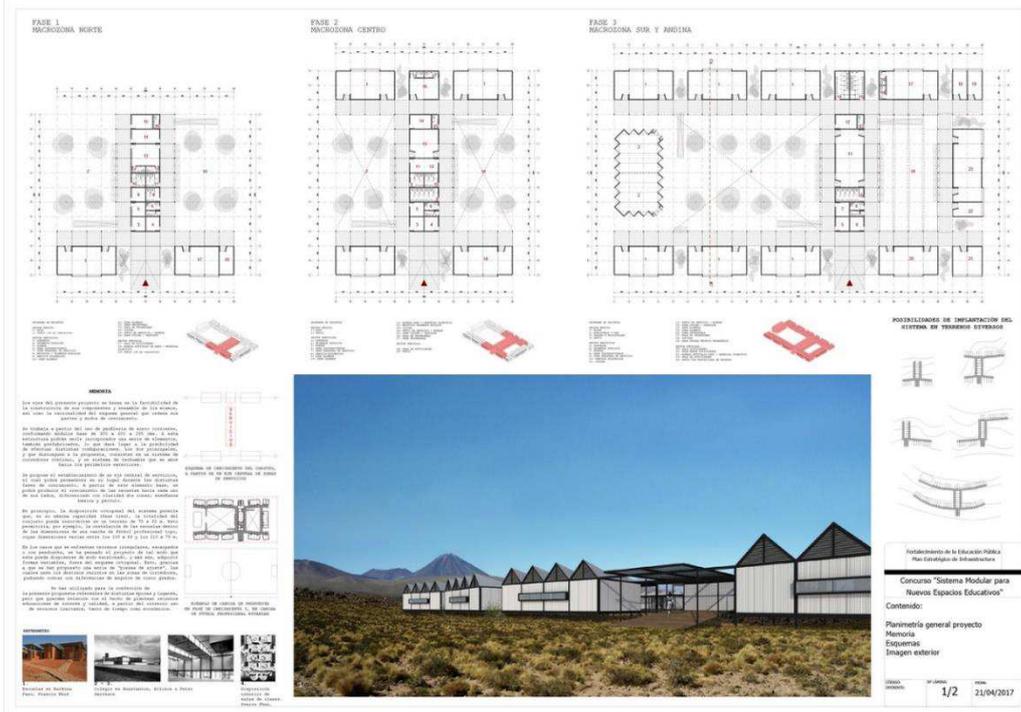
Fonte: VALENCIA, 2017

Figura 36. Projeto que venceu concurso do Ministério da Educação no Chile. Plantas e interior.



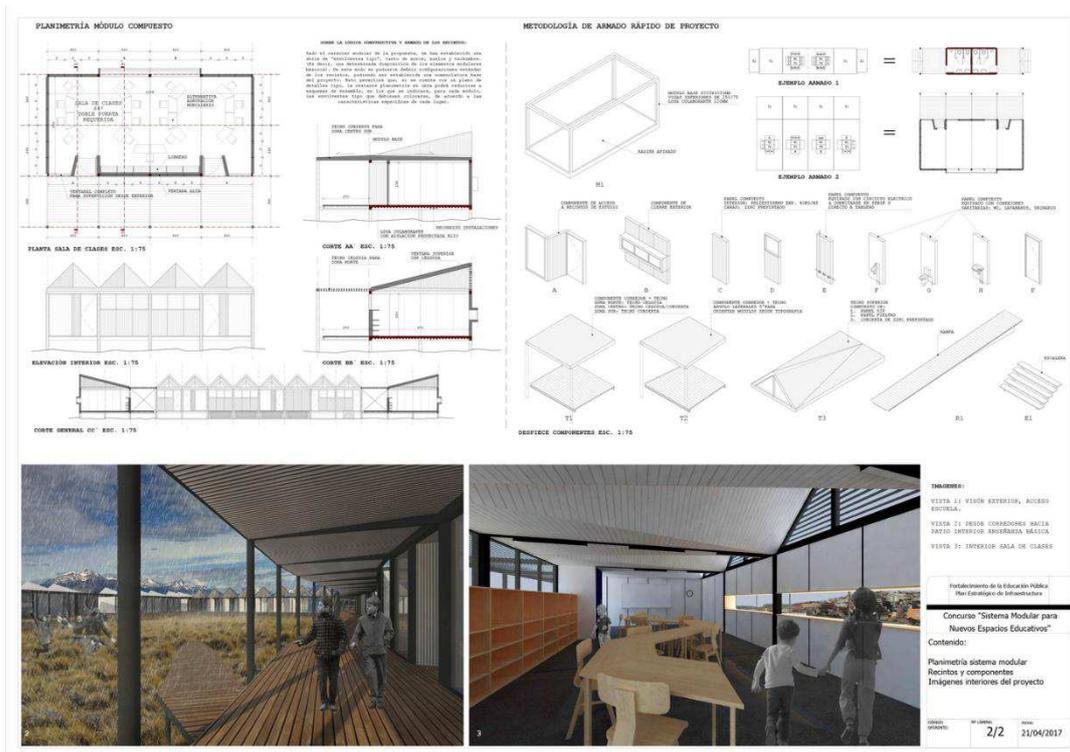
Fonte: VALENCIA,2017.

Figura 37. Projeto do segundo lugar do concurso do Ministério da Educação no Chile. Plantas e interior.



Fonte:VALENCIA,2017

Figura 19- Projeto do segundo lugar do concurso do Ministério da Educação no Chile. Plantas e interior.



Fonte: VALENCIA, 2017

Entretanto, apesar das construções apresentarem configurações adequadas ao terreno e seu entorno, na prática, algumas das propostas têm apresentado resultados discordantes dos aspectos relacionados a uma arquitetura escolar de qualidade, com estruturas isoladas, ausência de áreas abertas e espaços de convivência, construções engessadas e alheias ao ambiente escolar. Nesses casos, como afirma Braide (2018), “A racionalidade construtiva é alcançada, mas sem originalidade, sem identidade e sem variabilidade”.

Figura 17 - Escola no Chile, 2010 Após terremoto.



Fonte: TECNOFAST, 2015

Contudo, é necessário lembrar a finalidade e a problemática que envolve cada comunidade, considerando aspectos econômicos, políticos e sociais. As soluções são

variadas, tanto para construções de grande porte como para ampliações escolares em menor escala, e as demandas por escolas edificadas em curto prazo, facilidade de execução e principalmente em quantidade são alcançadas com a construção pré-fabricada. Com a Necessidade de ampliar a oferta de vagas na escola pública de ensino infantil, para atender a demanda de crianças em idade escolar da comunidade, em menos de 30 dias, a Prefeitura Municipal de Camboriú/SC, edificou um novo bloco com salas de aula e mantendo sua identidade visual e atendendo aos padrões da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e também as expectativas do corpo escolar. “Os municípios só tendem a ganhar em ampliações como esta, pois conseguem oferecer mais vagas sem aumentar o número de escolas, o que gera economia com administração, limpeza, merenda, entre outros recursos humanos” (POLIBOX)

Figura 17 – Projeto de Ampliação Escolar – Camburiú, Santa Catarina



Fonte: POLIBOX, 2017.

A racionalidade construtiva aliada a compatibilização dos sistemas construtivos e a utilização de componentes pré-fabricados oferece qualidade, eficiência, economia de recursos e rapidez. A construção pré-fabricada e modular requer trabalho conjunto de profissionais da área da construção, fornecedores dos elementos, arquitetos e usuários para resultar em projetos condizentes com as normas e necessidades dos ambientes escolares.

3.3 COORDENAÇÃO MODULAR

A coordenação modular em arquitetura é um método que compatibiliza e ordena de modo racional as técnicas construtivas e o uso de componentes em projetos e obras, sem sofrer alterações, segundo Lucini (2001). É um sistema dimensional que define as dimensões e proporções dos elementos construtivos, que estabelecem uma relação de dependência entre eles e o produto final, a edificação, mensurados a partir de uma unidade de medida comum, chamada de módulo (MACEDO; SILVA, 2007).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, [1975?]), em uma publicação intitulada Síntese da Coordenação Modular, define-a como sendo “a aplicação específica do método industrial por meio da qual se estabelece uma dependência recíproca entre produtos básicos (componentes), intermediários de série e produtos finais (edifícios), mediante o uso de uma unidade de medida comum, representada pelo módulo”. (GREVEN e BALDAUF, 2007).

Para Rosso (1976), a Coordenação Modular é uma metodologia sistemática de industrialização que tem como objetivo a racionalização da construção para a obtenção de um produto a partir de uma aplicação mais eficiente de recursos. Tornou-se ferramenta indispensável na compatibilização e intercâmbio dos elementos pré-fabricados da construção civil. (FABRÍCIO, 2013). Com ela, todo o ciclo produtivo se torna responsável pelo resultado final, desde a concepção dos conceitos, a matéria prima, a combinação de componentes construtivos, o desenvolvimento dos projetos arquitetônico, estrutural e complementares, até a montagem e manutenção das edificações.

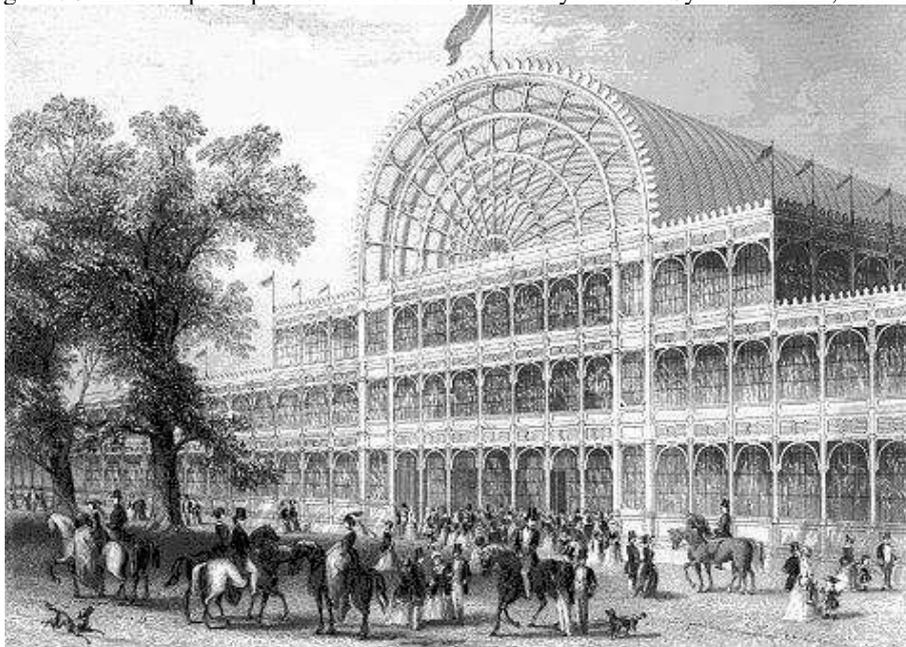
A coordenação modular é extremamente rica e complexa o suficiente para tornar a execução de um produto tão complexo como um edifício, um processo racional, metódico e, por último, industrial. (RIBEIRO; MICHALKA JR., 2003, p. 99).

Considera-se como primeira aplicação da Coordenação Modular o Palácio de Cristal, projetado pelo arquiteto Joseph Paxton e construído entre 1850 e 1851 para a Exposição Universal de Londres (GREVEN e BALDAUF, 2007). A construção impositiva e simbólica, antecipa e retrata, as condições determinantes empregadas pela industrialização da construção no pós-guerra na Europa. Os profissionais da área da construção, arquitetos e engenheiros, eram instigados a resolver as dificuldades impostas pela era industrial modular, tais como a substituição da dimensão em metros pela dimensão em módulos, a produção padronizada dos componentes construtivos e também a consideração das necessidades econômicas, funcionais e técnicas de cada projeto.

O Palácio de Cristal, foi totalmente construído com componentes pré-fabricados produzidos e montados no próprio canteiro, executada dentro do orçamento previsto, seguindo o planejamento e detalhamento de todos os elementos da construção, do método de produção, do sistema de montagem, do tempo de construção e do rigoroso controle dos custos, e no incrível prazo de nove meses (HITCHCOCK apud BRUNA, 1976). O pavilhão de 71.500 m², é o espaço resultante da padronização dos elementos, da tecnologia empregada e do estudo racional de uma rede modular. “O elemento condicionador da escolha do módulo foi o vidro, aplicado em grandes placas, cuja medida máxima de fabricação era de 8 pés (cerca de 240 cm) (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO BOUWCENTRUM, 1970a), dimensão esta que determinou o reticulado da malha. Os múltiplos do módulo (24, 48, 72 pés – cerca de 720 cm, 1.440 cm, 2.160 cm, respectivamente) determinaram as posições e as dimensões de todas as peças” (GÖSSEL; LEUTHÄUSER, 1991) Apud GREVEN e BALDAUF, 2007.

A partir de então, arquitetos e engenheiros de várias escolas e nacionalidades, sensíveis às modificações provocadas pela industrialização crescente e pela produção em massa, começaram a submeter o processo arquitetônico a um profundo trabalho de revisão para colocar os recursos da industrialização a serviço de uma nova revolução, a social, cujos anseios deveriam ser satisfeitos (ROSSO, 1976).

Figura 38. Entrada principal do Palácio de Cristal – Hyde Park -Sydenham Hill, Londres.



Fonte: GILI MERIN, 2013

Figura 39. Palácio de Cristal – Hyde Park, Londres.



Fonte: Imagens Compreensivas de Dickinson da Grande Exposição De 1851, 1854.

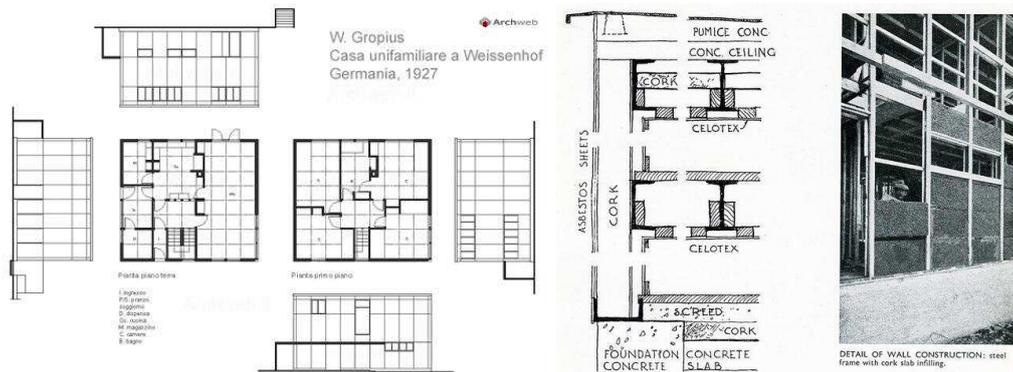
Mais tarde, em 1927, o arquiteto alemão Walter Gropius, projetou e construiu duas casas isoladas: a do bairro operário Weissenhof, em 1927, com a planta modular e a “Casa Ampliável”, em 1932, que por adição de alguns corpos volumétricos, obtinha o crescimento da edificação. Na visão de Rosso (1976), Gropius antecipa os tempos e as fases da Coordenação Modular, realizando-a em três importâncias, a indicação das juntas, o estudo das esquadrias e dos equipamentos fixos, dimensionalmente coordenados com a malha de referência, as preocupações com os tempos e custos de montagem. Para Grisotti (1965), essas edificações, fora os exemplos, em termos tecnológicos, mais aprofundados sobre os estudos de modulação. “Elas foram montadas a seco com componentes pré-fabricados: estrutura metálica e vedação com painéis de cortiça revestidos externamente com cimento amianto” (GREVEN e BALDAUF, 2007).

Figura 40. Casa unifamiliar, 1927 – Weissenhof, Germania.



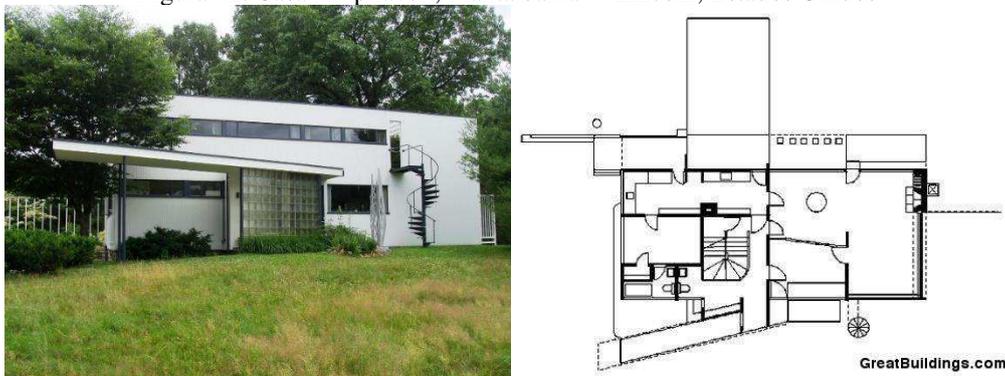
Fonte: ANDREW KROLL, 2012 -

Figura 41. Casa unifamiliar, 1927 – Weissenhof, Germania -Planta baixa e detalhe do sistema construtivo.



Fonte: ARCHWEB; MADCARQUITECTOS, 2014.

Figura 42. Casa Ampliável ; Planta baixa – Lincoln, Estados Unidos



Fonte: ANDREW KROLL, 2012

De acordo com Greven e Baldauf (2007), o Brasil foi um dos primeiros países a aprovar uma norma de Coordenação Modular, a NB-25R, em 1950, promoveu estudos e desenvolveu um total de vinte e seis normas com seus conceitos defendidos nos anos 1977 e 1982, que vigoram até hoje. Ainda assim, segundo AZUMA (2008) Apud MELLO (2010), as normas brasileiras abordam o conteúdo sobre modulação superficialmente, com conceitos e procedimentos vagos e insuficiência de informações sobre dimensionamento e especificações para medidas dos componentes construtivos.

A ausência da sua aplicação desfavoreceu a compatibilidade das dimensões na maioria dos componentes construtivos produzidos no Brasil, que agora volta a ser discutida, dentro de um cenário econômico em que a produtividade, a aplicação racionalizada de recursos e a sustentabilidade tornaram-se elementos fundamentais nos processos de produção. (BRAIDE, 2018).

No Brasil, a iniciação à coordenação modular se deu, por grande maioria, na arquitetura escolar e nos projetos habitacionais para a população de baixa renda, na busca por integração de todo o processo construtivo, soluções rápidas de construção,

flexibilidade, sustentabilidade, obras limpas e ágeis e de qualidade. No entanto, com a falta de adequação do mercado brasileiro em oferecer materiais com medidas padronizadas e correlacionadas, prejudica todo o processo de sistematização proposto pela coordenação modular, comprometendo sua utilização. Atualmente, mesmo com essas problemáticas, nota-se o crescimento significativo, na área da construção civil, de empresas que oferecem componentes industrializados, construções pré-fabricadas e contêineres em diversas edificações.

3.4 MODULAÇÃO

De acordo com Van Acker (2002), a modulação é um agente de grande importância a concepção do projeto arquitetônico e na construção de edifícios, assim como na empregabilidade dos componentes estruturais e seus acabamentos. Com o crescimento populacional e os avanços da economia, há uma necessidade de construir em maior quantidade, de forma rápida, econômica e eficiente. Nesse contexto, para edificar em escala industrial, se estabelece dentro da pré-fabricação a compreensão dos conceitos de padronização, economia na produção e execução, e a necessidade de criar uma medida de referência, chamada módulo.

Segundo a NBR 15873 (ABNT, 2010), “o módulo é a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência”. O módulo é representado por “M” e a medida base adotada na maioria é o decimétrico (10 cm) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Segundo Lucini (2001), a utilização dessa medida compatibiliza as técnicas construtivas e a utilização racional dos espaços, com o uso de componentes previstos em projeto e obra sem muitas alterações. A possibilidade de coordenação e montagem dos componentes da construção, reduzindo as falhas e danos, se desenvolve o projeto sobre uma malha modular, com apresentação de plantas baixa, cortes e fachadas. Para Rosso (1976), o módulo é a unidade básica de medida usada para quantificar e medir um espaço.(MELLO, 2010).

A definição de módulo, proposta por Baldauf (2004 apud CAMPOS, 2009), “é baseada na medida reguladora das proporções de uma obra arquitetônica, ou quantidade que se toma como unidade de qualquer medida”, ainda para Baudalf e Greven

(2007), é função do arquiteto identificar a variabilidade dos componentes e solucionar os que melhor atendem as condições projetuais e de demanda construtiva.

A modulação colabora diretamente para a racionalização do processo construtivo, simplifica o projeto e execução, assegura maior flexibilidade da construção com a combinação de elementos, possibilita o emprego de componentes da construção minimizando a necessidade de reajustes do projeto para a obra, evitando imprevistos de tempo e custo. (NAÇÕES UNIDAS, 1966; MAYOR, 2012).

Segundo Miller e Elgard (1998 apud AZUMA, 2008) não basta considerar o módulo. Para a criação de variedade através da combinação e intercambialidade é preciso considerar o módulo como sendo parte de um sistema. O sistema de referência modular é a composição dos módulos nos três eixos x, y e z (GREVEN; BAUDAUF, 2007).

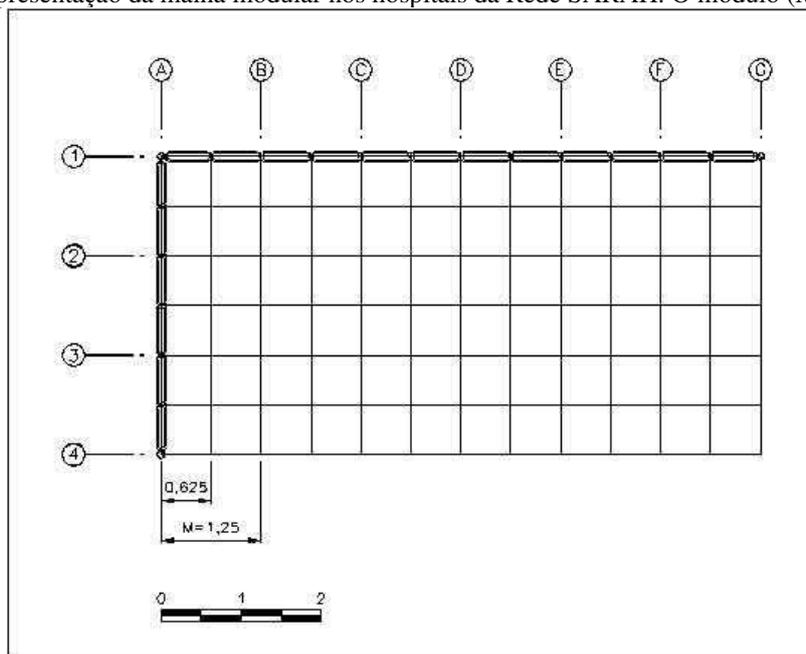
De acordo NBR 15873 (ABNT, 2010), assim como as indústrias, os projetos arquitetônicos concebidos pela coordenação modular, devem utilizar medidas múltiplas de 10 cm nas dimensões horizontais e verticais, ambientes simétricos e paredes alinhadas em casos de edificações verticais. O módulo é universalmente representado por “M”, também conhecido como módulo-base, é adotado pelo Brasil desde 1950, com a publicação da NB-25R.

Segundo a AEP (1962), o módulo desempenha três funções essenciais: a) é o denominador comum de todas as medidas ordenadas; b) é o incremento unitário de toda e qualquer dimensão modular, a fim de que a soma ou a diferença de duas dimensões modulares também seja modular; e c) é um fator numérico, expresso em unidades do sistema de medida adotado ou a razão de uma progressão. (GREVEN; BAUDAUF, 2007).

Exemplos bem-sucedidos de arquitetura modular no Brasil, que utilizam a pré-fabricação em argamassa armada e estrutura metálica, são os hospitais da Rede SARAH, projetados pelo arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé). As edificações dispõem uma infra-estrutura flexível e sustentável, que permite fácil manutenção e economia de recursos, além de ousadas soluções arquitetônicas.

A Rede SARAH utiliza, atualmente, o módulo de 1,25 m (figura 16). O arquiteto Lelé afirma que já utilizou os módulos de 1,10m e 1,20m. O arquiteto justifica que essa modulação de 1,25 m, oferece fácil adaptação do multimódulo de 2,50 m em relação aos boxes dos leitos. As medidas verticais não obedecem qualquer modulação especial, adotando-se as medidas necessárias para cada uso. (CARVALHO; TAVARES, 2002 Apud MARCELINO, 2014).

Figura 43. Representação da malha modular nos hospitais da Rede SARAH. O módulo (M) mede 1,25 m.



Fonte: CARVALHO, TAVARES, 2002.

No âmbito da arquitetura escolar, estão os projetos dos primeiros edifícios modulares do campus da Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, em Belo Horizonte, que, articulados em volta de pátios e circulações verticais, possibilitam ampliações com a inclusão de novos módulos e pavilhões e transformações no tempo.

O ordenamento territorial do Campus Pampulha, aprovado pelo Conselho Universitário em 1969, definia o sistema ambiental como uma malha contínua baseada em um módulo quadrado de modo a permitir crescimento futuro no plano horizontal e no vertical. (MACIEL, 2015, p. 210 Apud MARCELINO, 2014)

A modulação, além de ser instrumento facilitador da coordenação entre o projeto e a sua execução, permite a racionalização na construção civil, uma vez que atende aspectos como:

- 1 - Simplificação da elaboração do projeto;
- 2 - Facilidade e compatibilização das medidas;
- 3 - Normatização dos componentes de construção;
- 4 - Redução da variedade de tipos e dimensões de componentes;
- 5 - Padronização dos detalhes e precisão dimensional;
- 6 - Racionalização e simplificação na execução da obra devido à facilidade de montagem;
- 7 - Autonomia de etapas de execução e da montagem de componentes;
- 8 - Redução de quebras de materiais, com a diminuição de perdas na construção;

- 9 - Controle eficiente de custos;
- 10 - Aumento da produtividade na produção e montagem;
- 11 - Repetição de técnicas e processos e maior controle das operações durante a construção.

Observando os aspectos acima citados, a utilização da modulação nas propostas de ampliação dos espaços escolares, também possibilita a compatibilização dimensional da malha modular com o sistema construtivo escolhido. Os conceitos de modulação, repetição, racionalização e flexibilidade devem ser guias para o planejamento dentro da arquitetura escolar, visando atender a comunidade com qualidade e em quantidade.

3.5 FLEXIBILIDADE

A flexibilidade na arquitetura surgiu com o Movimento Modernista, em 1926 Le Corbusier criou os cinco pontos da arquitetura moderna, em destaque, o da planta livre, que tornou-se atemporal com a oportunidade e facilidade de modificar o espaço como desejável sem causar danos à estrutura da edificação. A ideia de planta livre, possibilita a utilização plural do espaço construído voltado para diferentes atividades, isto é, diferentes formas de compartimentação, diversos ambientes em um único local. “Assim, pode-se dizer que a flexibilidade elimina custos com reforma para adaptar determinado ambiente e garante melhor aproveitamento ao longo do tempo” (TEIXEIRA, 2011 apud MARCELINO, 2014).

A concepção de novos espaços arquitetônicos está diretamente relacionada a capacidade de adaptação às novas tecnologias e crescentes demandas dos usuários. Sendo assim, a presença da flexibilidade é indiscutível para o processo projetual, prevendo e permitindo adequações necessárias à edificação com eficiência fluidez.

Segundo Saleh e Chini (2009), a flexibilidade de um edifício depende da sua concepção arquitetônica, forma, materiais utilizados nos sistemas construtivos, adequado ainda a sua finalidade e proposta inicial. (MARCELINO, 2014).

Ao longo do século XX, A velocidade das mudanças na economia e demandas sociais, a arquitetura buscava atender as exigências dos consumidores,

sendo habitacionais, institucionais ou de serviços. Segundo Dorfman (2002) e Reis (2002), para suprir as novas necessidades, o desempenho dos edifícios e suas técnicas de produção foram alvos da flexibilização construtiva. A partir de então, a flexibilidade passa a ser reconhecida como um conceito vinculado a sustentabilidade na arquitetura modular.

Buscando ampliar as noções sobre flexibilidade e adaptabilidade, Brandão (2006) faz considerações para aumentar a versatilidade dos ambientes e seus rendimentos de usabilidade. São elas: Cômodos ou ambientes reversíveis; Cômodos multiusos; Alternância entre isolar e integrar, utilização de painéis móveis, divisórias ou biombos; Baixa hierarquia, adoção de cômodos com tamanhos e formas equivalentes; Comunicações e acessos adicionais; e Mobiliário planejado, utilizados para a divisão de ambientes.

Na arquitetura escolar, a flexibilização dos espaços de ensino influencia positivamente nas metodologias e no progresso dos alunos, dispendo de ambientes interativos e inclusivos. Os espaços são mais amplos, funcionais e multidisciplinares, atendendo a diversidade e pluralidade das técnicas de ensino e aprendizagem e permitem diferentes ajustes físicos. Comenta Marcelino (2014), que a flexibilidade é refém das funções e atividades desenvolvidas, das alterações de layout, e da possibilidade de expansão da área construída.

4 TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO E ARQUITETURA

Visando atender à crescente demanda populacional e acompanhar os avanços tecnológicos, os sistemas mais eficientes de construção têm ganhado destaque na indústria da construção civil. Dentro desta realidade, os profissionais têm buscado investir em processos construtivos mais inteligentes que resultem em produtos de melhor qualidade, capazes de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e custos significativos, a fim de se tornarem mais competitivos, como forma de garantir a sobrevivência de suas empresas no mercado (SILVA, 2003).

No Brasil, há uma resistência quanto a modernização dos meios de produção da construção civil, a qual é tradicionalmente artesanal e marcada pela produtividade pequena e desperdício grande. Dias (2001) afirma que a mudança deste cenário perpassa pela introdução de inovações tecnológicas com mão de obra qualificada, otimização de

custo mediante contenção do desperdício de materiais, sustentabilidade ambiental, padronização, produção seriada e em escala, racionalização e cronogramas rígidos de planejamento e execução.

Para que a industrialização da construção se consolide enquanto solução concreta dentro do cenário brasileiro, tais inovações devem ser economicamente viáveis e compatíveis com as condicionantes nacionais, sendo elas climáticas e sociais (Sales, 2001). O sucesso destas iniciativas depende da incorporação e análise através de uma visão sistêmica que prioriza o projeto. A concepção projetual deve atender às condicionantes do sistema proposto de forma a respeitar o planejamento e a interação de cada uma de suas etapas, desde a concepção até a montagem e finalização da edificação, visando integrar e coordenar todos os subsistemas da edificação, sob a ótica do processo de produção. Visto isto, o arquiteto exerce um papel fundamental como indutor do uso de novas técnicas e produtos.

No que diz respeito a estas novas tecnologias, existem vários sistemas construtivos que estão começando a ser utilizados e aprimorados. As primeiras décadas do século XX foram marcadas pelo grande avanço do setor siderúrgico brasileiro, graças ao período industrial. Hoje, o Brasil abriga maior parque industrial de aço da América do Sul e é o maior produtor da América Latina. Apesar de relativamente novo, a produção siderúrgica no país ampliou as soluções construtivas disponíveis no mercado, devido ao constante processo de atualização tecnológica. Ainda assim, se analisarmos o potencial do parque industrial brasileiro, o emprego de estruturas metálicas em edificações tem sido pouco expressivo. O método mais utilizado ainda é a construção por alvenaria convencional e o setor tem se atualizado constantemente para oferecer mais alternativas confiáveis e rentáveis para suprir a demanda do mercado. Entre os sistemas predominantes temos alvenaria convencional, alvenaria estrutural, *light steel framing*, *wood framing* e paredes de concreto.

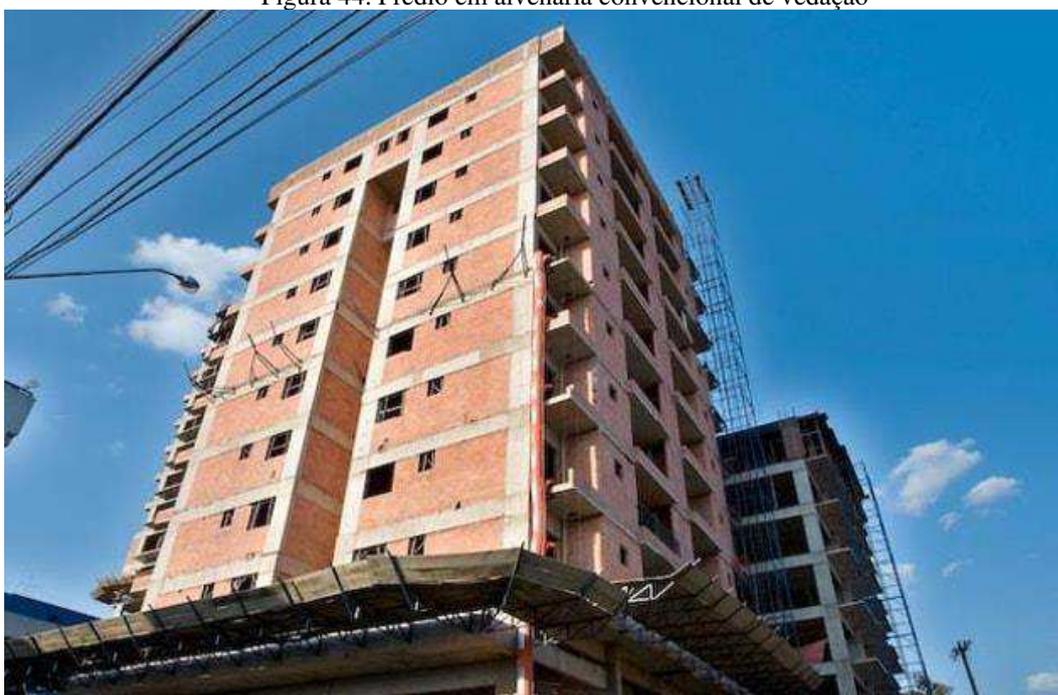
4.1 Alvenaria de Vedação ou Convencional

O uso de alvenaria convencional é muito comum no Brasil. A facilidade de utilização deste método construtivo, que não requer mão de obra qualificada e especializada, o tornou o principal sistema utilizado na construção civil do país. A autoconstrução que tem preponderado nas cidades brasileiras, também contribuiu significativamente para a popularidade deste sistema, que também se caracteriza pela

grande quantidade de resíduos gerados e pelas patologias decorrentes das obras que acabam gerando retrabalho. Na construção das edificações vigas, pilares e lajes de concreto armado assumem o papel de estruturas de sustentação enquanto os blocos cerâmicos (alvenaria convencional) são utilizados para vedação e separação de ambientes.

Dentre as vantagens deste sistema temos a maior durabilidade, a sustentação de grandes vãos, a grande disponibilidade de mão de obra e materiais, a pouca exigência de qualificação da mão de obra, a facilidade de futuras reformas e mudanças no projeto. Já entre as desvantagens, podemos citar o maior custo, o maior tempo de execução, a geração de muitos resíduos, os erros decorrentes da execução e a baixa produtividade relativa durante a execução.

Figura 44. Prédio em alvenaria convencional de vedação



Fonte: AECWEB, 2017

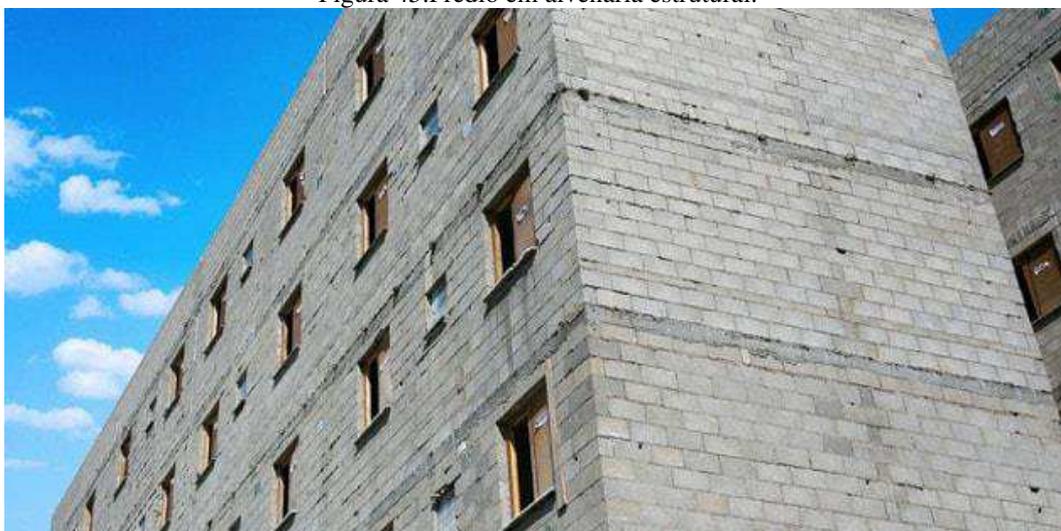
4.2 Alvenaria Estrutural

Neste sistema construtivo as paredes das edificações assumem a função estrutural, suprimindo o uso de vigas e pilares como sustentação do edifício, o que substitui o método tradicional de concretagem gerando uma obra mais barata, rápida e limpa. Neste sistema, a estrutura e vedação da edificação se unem por meio dos blocos cerâmicos autoportantes ou de concreto, ambos específicos para este fim. O projeto de alvenaria estrutural requer um nível alto de detalhamento e a compatibilização bem feita

com os projetos elétrico e hidrossanitário. Os vãos devem ser bem definidos de acordo com a modulação do bloco utilizado e os edifícios com mais de quatro pavimentos exige a utilização de barras de aço junto aos blocos de alvenaria estrutural.

As vantagens deste sistema são a rapidez e facilidade de construção, a redução da mão de obra, a economia, a qualidade na execução e o menor desperdício de materiais. Dentre as desvantagens estão as limitações estéticas nos projetos arquitetônicos, os vãos livres limitados, a necessidade de mão de obra especializada e o fato das paredes não poderem ser retiradas sem a inserção de um elemento estrutural para suprir as cargas.

Figura 45. Prédio em alvenaria estrutural.



Fonte: AECWEB, 2017

4.3 Paredes de concreto

Este sistema construtivo resume-se a paredes estruturais maciças de concreto armado que são concretadas com o auxílio de formas metálicas ou de madeira, montados in loco de acordo com o projeto arquitetônico/estrutural. As instalações elétricas e hidráulicas são embutidas, logo não há quebras de paredes e nem mesmo retrabalho. Trata-se de um sistema aconselhável para construção em larga escala, uma vez que as formas podem ser reutilizadas inúmeras vezes.

Dentre as vantagens da utilização de paredes de concreto encontra-se a alta produtividade, a alta resistência ao fogo e o pequeno desperdício de materiais. As desvantagens contam com a baixa flexibilidade, o isolamento térmico e acústico que não são bons e o uso de formas, que para produção em pequena escala apresentam alto custo.

Figura 46. Sistema construtivo em parede de concreto.



Fonte: BRASIL ENGENHARIA, 2016.

4.4 *Light Steel Frame*

O *Light Steel Frame* é um sistema construtivo industrializado e racionalizado cuja estrutura é composta por perfis de aço galvanizado e seu fechamento é realizado por meio de placas cimentícias, de madeira ou *drywall*. O maior diferencial do *Light Steel Frame* para os demais sistemas é a limpeza do canteiro de obras, visto que a geração de resíduos é mínima e não requer uso de água.

Figura 47. Casa em *Steel Frame*.

Fonte: FASTCON, 2015.

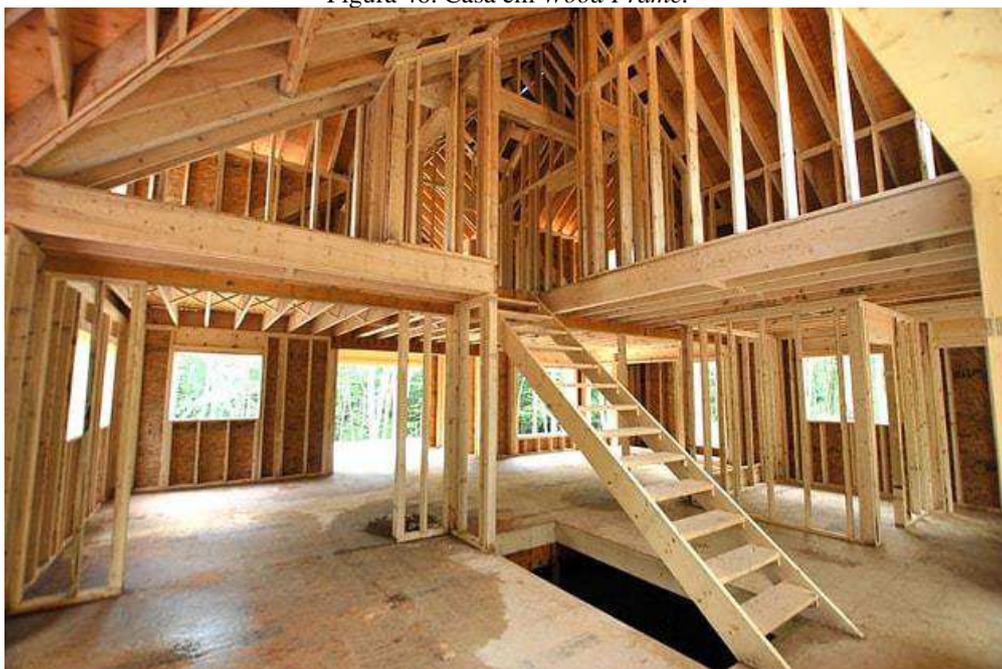
As vantagens estão na agilidade da construção, redução do peso da estrutura, maior precisão na execução, menos custo e melhor isolamento térmico e acústico. Dentre as desvantagens estão o limite de pavimentos e a dificuldade de encontrar mão de obra especializada.

4.5 Wood frame

O método de construção do *wood frame* é similar ao *light steel frame*, difere apenas pela utilização de perfis de madeira (geralmente de reflorestamento, como pinus) no lugar dos perfis de aço galvanizado. Este sistema construtivo é constituído por perfis de madeira maciça, contraventados com placas de OSB (*Oriented Strand Board*) e estrutura de madeira autoclavada com função de proteger a edificação de cupins e umidade.

Dentre as vantagens podemos citar o canteiro de obras organizado e limpo, o uso de madeira de reflorestamento (única matéria prima renovável da construção civil), o ótimo desempenho acústico e térmico, agilidade na construção, a redução de geração de resíduos e o baixo custo. As desvantagens são a necessidade de mão de obra especializada, limitação do número de pavimentos e os cuidados maiores com impermeabilização.

Figura 48. Casa em Wood Frame.

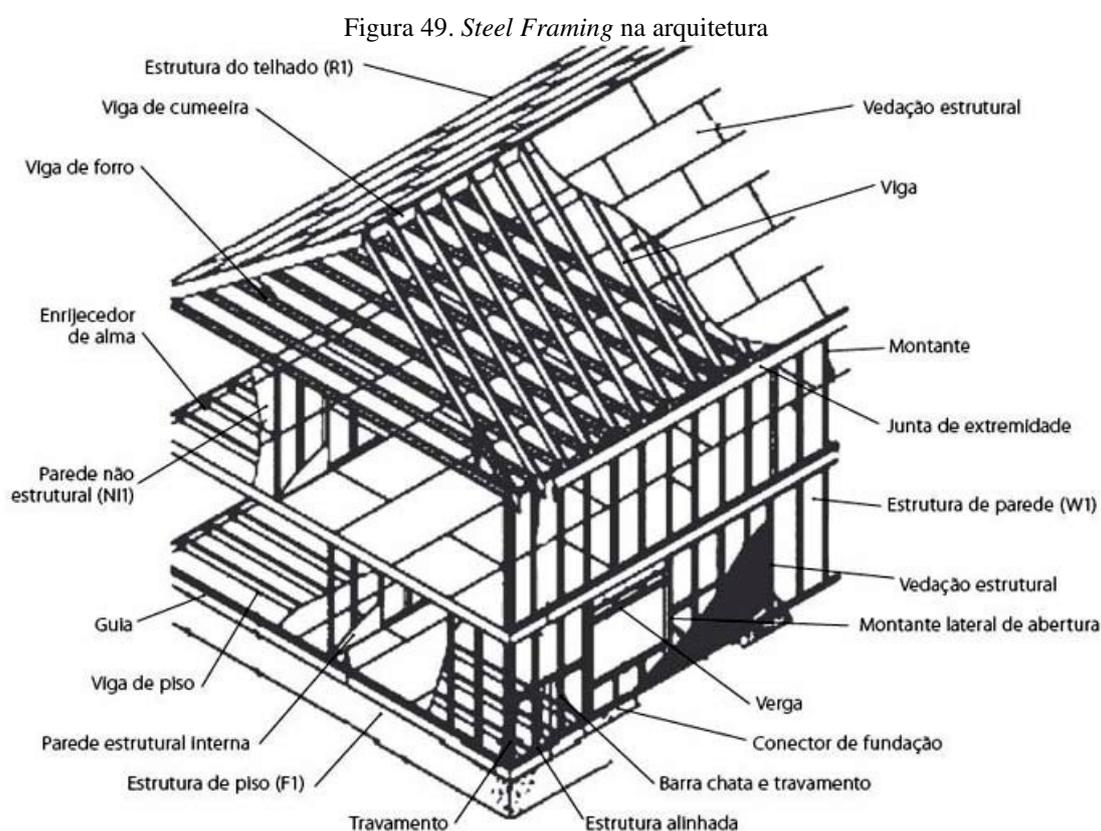


Fonte: ARQUITETE SUAS IDEIAS, 2016.

Cada sistema possui benefícios e particularidades e encontrar o melhor e mais adequado método construtivo para cada edificação requer uma análise de desempenho, custo, mão de obra disponível na região, durabilidade, objetivo e função da construção. As novas tecnologias guiam a construção civil rumo à industrialização e melhoria dos sistemas construtivos. Tendo em vista o objetivo deste trabalho, o método de *Light Steel Frame* mostrou-se mais viável e propício ao uso na rede escolar municipal de São Luís do Maranhão.

5 SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

Com o progresso da engenharia civil, estruturas mais leves e econômicas associadas à industrialização do processo construtivo, têm sido desenvolvidas de modo a atender as expectativas tecnológicas. Neste contexto o *Light Steel Framing* (LSF) tem despertado grande interesse no mercado nacional.



Trata-se de um sistema construtivo de concebido racionalmente, que tem como característica principal o uso de perfis de aço galvanizado, que são utilizados para composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado, entre outros componentes. No sistema *Light Steel Frame* a estrutura não é aparente e os elementos estruturais que formam as paredes, pisos e tetos estão sempre encobertos pelos materiais de fechamento e acabamento, assim o resultado assemelha-se à de uma construção convencional. O LSF é composto por vários “subsistemas”, que vão além do estrutural, fundação, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas e isolamento termoacústico (FREITAS; CRASTO, 2006), que proporcionam uma construção industrializada e a seco.

O LSF é um sistema construtivo aberto, pois permite a utilização de diversos materiais; flexível, pois podem ser adaptados a qualquer exigência de projeto; racionalizado, pois otimiza a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizável, já que permite total controle dos gastos na fase de projeto; além de durável e reciclável em grande parte. (MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 2015, p.130).

A estrutura em *Steel Framing* é composta por uma grande quantidade de perfis galvanizados muito leves denominados montantes, quando dispostos na vertical (paredes), e guias, quando dispostos na horizontal (pisos) que são separados entre si por uma dimensão definida pelo cálculo estrutural e que determina a modulação do projeto. No Brasil, o dimensionamento das edificações com mais de dois pavimentos deve atender as especificações das normas brasileiras para perfis formados a frio através do documento “Tabelas de Dimensionamento Estrutural para Edificações com o Sistema Construtivo em *Steel Framing*” (Rodrigues, 2003).

As paredes são estruturalmente constituídas por painéis estruturais ou autoportantes, que têm a função de distribuir uniformemente as cargas e encaminhá-las até o solo. O fechamento desses painéis pode ser feito por vários materiais, mas, costuma-se utilizar placas cimentícias ou placas de OSB externamente e chapas de gesso acartonado internamente. Os pisos, compostos pelas vigas de piso, funcionam como estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície do contrapiso. A versatilidade do *Steel Framing* está na possibilidade das coberturas assumirem diferentes estilos. Tratando-se de coberturas inclinadas, a solução se assemelha muito à da construção convencional com o uso de tesouras e treliças. As telhas utilizadas para a cobertura podem ser cerâmicas, metálicas, de concreto ou de cimento reforçado por fios sintéticos.

Também é comum o uso de telhas “shingles”, compostas de material asfáltico e termoisolantes.

Figura 50. Cobertura em LSF



Fonte: METALICA, 2014.

A construção metálica é marcada pela racionalização, industrialização, rapidez de execução, versatilidade e viabilização de qualquer projeto arquitetônico, que seja concebido e planejado de forma integral e detalhada considerando o comportamento do sistema. A compatibilização do projeto arquitetônico com os complementares é de suma importância para o melhor desempenho do sistema, além de evitar futuras patologias.

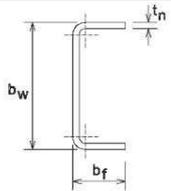
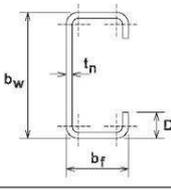
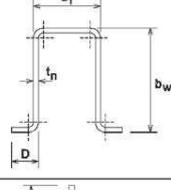
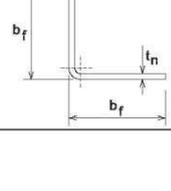
Figura 51. *Steel Framing* na arquitetura.



Fonte: ARCOWEB, 2009.

As estruturas metálicas são compostas por duas “famílias” de elementos estruturais. Uma formada pelos perfis laminados e soldados e a outra composta por perfis formados a frio. Os perfis típicos para o uso em LSF são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço galvanizado. A espessura da chapa varia de 0,80 até 3,0 mm (NBR 15253, 2005). As seções mais usadas para LSF são as com formato em “C” ou “U”.

Figura 52: Designação dos perfis de aço formados a frio para LSF

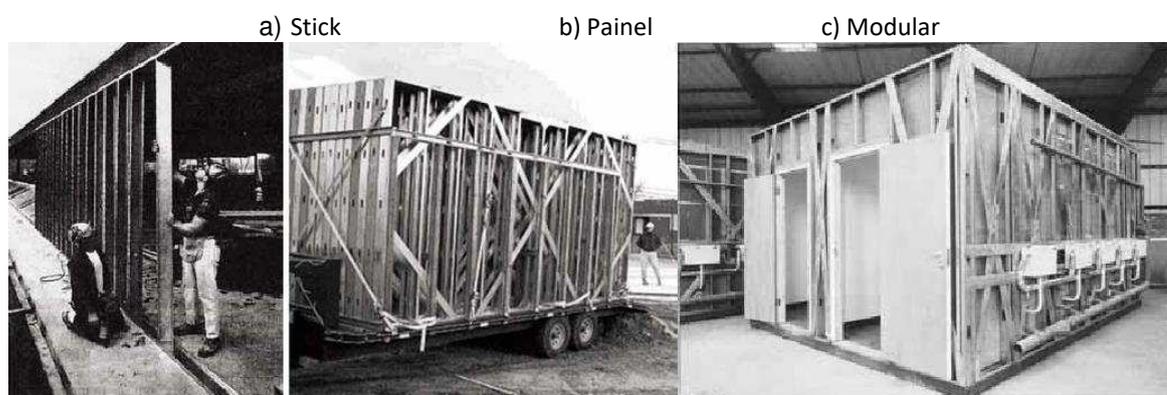
SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $U_e\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253, 2005

As construções em LSF são categorizadas em três métodos: stick, painéis e modular. O primeiro é utilizado em locais onde a pré-fabricação é inviável e os perfis, painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras são cortados e montados in loco. No segundo, os elementos estruturais, não-estruturais e demais componentes são pré-fabricados fora do canteiro de obra e apenas montados no local. Os painéis de fechamento e subsistemas podem ser conectados antes de chegar ao canteiro de obra, o que acelera o tempo hábil da construção. Estes painéis são compostos por montantes de aço galvanizado, separados entre si com distâncias entre 400 e 600mm. O terceiro trata de unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos já realizados.

A escolha destes sistemas construtivos visa a simplificação de detalhamento e execução, flexibilização dos ambientes e consequente velocidade de produção, com qualidade construtiva e visual. Considera suas principais vantagens: a agilidade proporcionada pelos módulos prontos, que permite serviços simultâneos no canteiro e na fábrica; a economia de transporte na utilização dos painéis em construções com áreas maiores; e a possibilidade de obter grandes vãos, por intermédio da estrutura autônoma metálica.

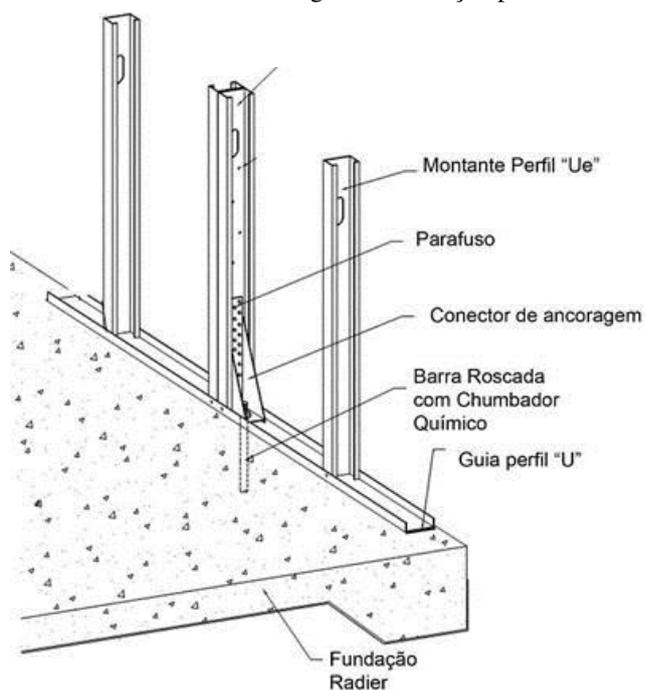
Figura 53: Método de construção LSF



Fonte: Freitas; Crasto, 2006.

Por ser uma estrutura leve, o LSF e seus componentes exigem bem menos da fundação. A escolha das fundações depende da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade do solo firme, mas as mais indicadas são laje radier e sapata corrida. Executadas de acordo com o processo de construção convencional, deve-se observar o isolamento contra a umidade e recomenda-se que o nível do contrapiso seja pelo menos 15 cm mais alto do que o solo. A fixação dos painéis é feita por meio de conectores de ancoragem parafusados. Os painéis não devem ficar em contato direto com a umidade do piso, logo, na montagem deve-se usar fita seladora para isolar a umidade e proporcionar o isolamento térmico e acústico.

Figura 54: Fixação painéis LSF



Fonte: RIBERTO, 2014.

Para estabilização da estrutura em LSF o método mais utilizado é o contraventamento em “X”, que consiste no uso de fitas em aço galvanizado fixadas na face do painel ou das placas estruturais de fechamento que funcionam como diafragmas rígidos (parede de cisalhamento), geralmente composta por placas de OSB. No encontro de dois painéis que formam um canto, as placas devem sobrepor-se para melhor fixação.

Figura 55: Contraventamento em “x” painéis LSF



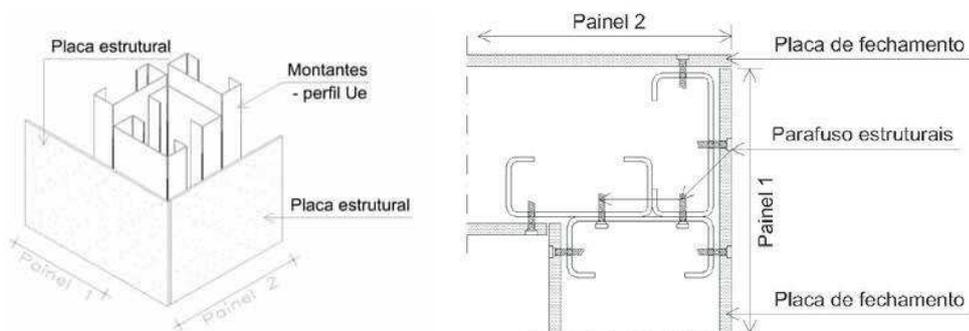
Fonte: Freitas; Crasto, 2006.

Figura 56: Diafragmas rígidos (parede de cisalhamento) – fechamento com placas de OSB



Fonte: FERNANDES, 2013.

Figura 57: União de três montantes



Fonte: Freitas; Crasto, 2006.

Com relação ao isolamento termo acústico dos painéis em LSF, os princípios baseiam-se em isolamento multicamadas: massa-mola-massa, que consiste em combinar placas leves de fechamento afastadas, fechamento externo serão utilizadas placas cimentícias, fixadas na estrutura, e, para o fechamento interno, serão utilizados painéis de gesso acartonado (drywall), formando um espaço entre os mesmos, preenchido por material isolante como lã de vidro ou de rocha, e de acordo com a necessidade utiliza-se diversas combinações de isolantes ou espessura até atingir o desempenho desejado. No mercado nacional são oferecidos três tipos de placa: a placa standard (ST); a placa

resistente à umidade (RU); e a placa resistente ao fogo (RF) (MANUAL DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 2015).

Figura 58: Instalação de revestimento interno isolante em parede drywall



Fonte: MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, 2015, p. 135

Figura 59: Uso do isolante termo acústico



Fonte: ISOLINE, 2014.

O LSF não impõe limitações à arquitetura, que pode explorar diferentes linguagens por isso é indicado para edifícios residenciais, institucionais, industriais, comerciais e serviços. Nesse contexto foi o escolhido para a escola de educação infantil por se enquadrar nos conceitos estudados: modulação e flexibilidade, atendimento à proposta de versatilidade, redução de desperdício de material, rapidez de construção, custo competitivo, sustentabilidade e vantagens em relação ao desempenho acústico e térmico.

6 REDE ESCOLAR DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA

6.1 Educação Pública no Brasil

Com a Constituição de 1988 a educação pública tornou-se um direito social, democratizando o acesso à educação e garantindo o desenvolvimento social e profissional do cidadão, sendo de responsabilidade do Estado e da família manter o vínculo entre o aprendiz e a instituição escolar. Além do disposto na Constituição Federal, está em vigor desde 1961, a principal legislação educacional brasileira: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996). Esta lei tem um papel importante na regulamentação da estrutura e do funcionamento da rede de ensino com diretrizes próprias para cada nível escolar (básico e superior).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) segue os fundamentos presentes na Constituição e foi referida pela primeira vez na Constituição de 1934, a qual dedicou um capítulo inteiro ao tema e atribuiu a União a responsabilidade de "traçar as diretrizes da educação nacional" (art. 5º) e "fixar o plano nacional de educação, compreensivo do ensino em todos os graus e ramos, comuns e especializados" para "coordenar e fiscalizar a sua execução em todo o território do país" (art. 150º).

A primeira LDB surge em 1961, subsequente a ela existiu a versão de 1971 e a versão mais recente foi promulgada em 1996. Em 2001, por determinação da LDB e resultado de um trabalho em conjunto da União com Estados e Municípios, foi criado o Plano Nacional de Educação (PNE) cuja finalidade é estabelecer um diagnóstico do atual cenário educacional para elaboração de diretrizes, objetivos, estratégias e metas que garantam o desenvolvimento do ensino em todas as etapas escolares com o apoio de órgãos de todas as esferas (federais, estaduais e municipais), e assim alcançar a melhoria da qualidade de ensino com a universalização de todos os níveis de ensino, erradicação do analfabetismo, incentivo a melhoria na qualidade de ensino, fluxo escolar e aprendizagem, entre outros ao longo do período de dez anos de vigência, como afirma Antunes (2017).

Buscando a uniformização das instituições escolares em todo Brasil e com o intuito de alcançar uma "qualidade" em todos os projetos, nos anos 2000 o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) elaborou um manual técnico para

elaboração de projetos escolares de escolas públicas na tentativa de solucionar a demanda por estabelecimentos de ensino através da implantação de modelos que visem à racionalidade na construção e a redução de custo-tempo. O manual conta com informações bem específicas como os parâmetros funcionais, estéticos e de implantação que baseiam-se em aspectos importantes como a setorização dos ambientes, áreas e proporções dos ambientes internos, elementos arquitetônicos de identidade visual, especificações das cores de acabamentos, importância da vegetação e espaços abertos, configuração do layout, organograma contendo os ambientes obrigatórios e os opcionais, entre outros detalhes.

Anos depois, o Fundo lançou o Plano de Ações Articuladas (PAR) que funciona até os dias atuais e através do qual Estados e Municípios obtém verba para a criação de escolas seguindo os modelos-padrões de construção disponibilizados. Sua aprovação demanda um estudo sobre a realidade local e o atendimento às orientações da cartilha de projetos-padrão disponibilizada pelo FNDE, onde consta os procedimentos necessários para a validação do projeto. Os principais são o estudo de demanda, mapas de localização e situação, estudos de terraplanagem e infraestrutura (realizados pelo setor de engenharia e arquitetura municipal), planilhas de orçamento, cronogramas, viabilidade econômica e financeira e as características físicas do local (topografia, acessos, fluxos, ventilação entre outros). A escolha e direcionamento da dimensão da instituição vão depender da demanda local.

PAR é um instrumento de planejamento da educação por um período de quatro anos. É um plano estratégico de caráter plurianual e multidimensional que possibilita a conversão dos esforços e das ações do Ministério da Educação, das Secretarias de Estado e Municípios, num SISTEMA NACIONAL DE EDUCAÇÃO. A elaboração do PAR é requisito necessário para o recebimento de assistência técnica e financeira do MEC/FNDE, de acordo com a Resolução/CD/FNDE n° 14 de 08 de junho de 2012. (PORTAL FNDE Apud CUTRIM, 2018).

6.2 Processos de projeto no setor público

Na prática, os processos de projeto são pouco valorizados no setor público. As pressões políticas e os prazos determinados para utilização dos recursos, muitas vezes ignoram etapas de projeto, o que resulta em projetos pouco detalhados e sem a devida compatibilização. A execução também é prejudicada por constantes indefinições do programa, resultando em novas demandas no decorrer da obra, comprometendo a

qualidade dos serviços e aumentando custos e prazos de entrega da obra. Além disso, a ausência ou deficiência na retroalimentação de dados, observada no setor, tem resultado na repetição de erros nos projetos subsequentes (MARTINS, 2014).

Outro fator que deve ser considerado é a descontinuidade administrativa da gestão pública, caracterizada por constantes mudanças de cargos, o que muitas vezes acarreta alterações no planejamento, prejudicando a adoção de procedimentos inovadores de projeto e de construção.

Cumprir ressaltar que a obra pública é um fato administrativo, sujeito às regras específicas da Administração. Ela está relacionada também com outros aspectos: políticos, econômicos, sociais, técnicos, entre outros. Portanto, há que haver rompimento dos modelos tradicionais para se implantar uma nova cultura de gestão no setor público. (MARTINS, 2014, p. 33).

O modelo tradicional também é caracterizado por grandes atrasos na conclusão das obras, o que gera grande impacto negativo não só pela sucessão de reajustes previstos em contratos, que oneram consideravelmente o valor final das construções, mas, principalmente, no prejuízo causado a implantação e funcionamento das escolas, que, sem espaço, ficam impossibilitadas de oferecer os recursos necessários para um aprendizado eficiente. Por vezes, a solução encontrada é o aluguel, entretanto, nem sempre as construções possuem área suficiente, o que resulta na ocupação de vários imóveis pela mesma escola, em locais diferentes da cidade, o que causa prejuízos à administração e mais desperdícios, uma vez que poderiam ser melhor utilizados na oferta da educação.

6.3 Procedimentos para construção das escolas municipais em São Luís-MA

Em São Luís do Maranhão, o órgão responsável pela gestão das políticas públicas de educação na esfera municipal é a Secretaria Municipal de Educação (SEMED), cujo objetivo principal é a viabilização da educação nos níveis infantil, fundamental e modalidades de educação especial (voltadas para pessoas com deficiência e também para a educação de jovens e adultos que não concluíram o ensino fundamental). Ademais, é responsável por organizar, manter e desenvolver os órgãos e instituições oficiais dos sistemas de ensino, integrando-os às políticas e planos educacionais no âmbito federal e estadual.

A construção das escolas municipais atualmente acontece por meio de recursos próprios ou por financiamento pelo FNDE. A SEMED apresenta carência de recursos próprios por isso desde o surgimento do programa PAR, na grande maioria dos casos utiliza-se desse meio para obtenção de recursos. Quando realizado através de auxílio do FNDE, os projetos locais não podem sofrer grandes alterações na sua implantação e a secretaria municipal deve seguir os padrões exigidos.

Isto resulta na desconsideração de questões locais e particulares de cada região durante a implantação dos projetos, ou seja, questões como insolação, ventilação, conforto, paisagem e demais aspectos não são levados em conta. Todos estes fatores contribuem substancialmente para tornar o ambiente escolar um local de permanência agradável e estimulante para o aprendizado dos alunos. Além disso, os projetos não fazem nenhuma ligação com as políticas pedagógicas adotadas na rede do município. Logo, nota-se que não há uma interação entre a pedagogia e arquitetura fundamental para que os espaços sejam compatíveis com o ensino que se busca praticar.

Os projetos realizados com verbas próprias são realizados pelo setor de engenharia e arquitetura da SEMED. Para acelerar o processo de elaboração, geralmente utilizam-se como base as questões espaciais como dimensões mínimas dos ambientes e o programa de necessidades disponibilizados nos projetos do PAR.

A rede escolar municipal hoje é composta por 277 edifícios escolares, entre os quais temos Unidades de Ensino Básico, Unidades Integradas Municipalizadas e Anexos. As 277 escolas são divididas em sete núcleos, os quais foram criados pela SEMED para facilitar a gestão e o controle das demandas. Cada núcleo engloba diversos bairros. Dentre as escolas que compõe a rede municipal de ensino, nem todos os prédios são próprios, na realidade a rede conta com 155 edifícios próprios, 15 cedidos e 27 alugados (os demais não possuem informações a respeito).

Tabela 01: Quantidade de escolas infantis e fundamentais por núcleo.

NÚCLEO	INFANTIL	FUNDAMENTAL
Centro	17	14
Anil	12	16
Coroadinho	10	20
Itaqui-Bacanga	11	24
Turu-Bequimão	10	19
Cidade Operária	17	31
Rural	33	48

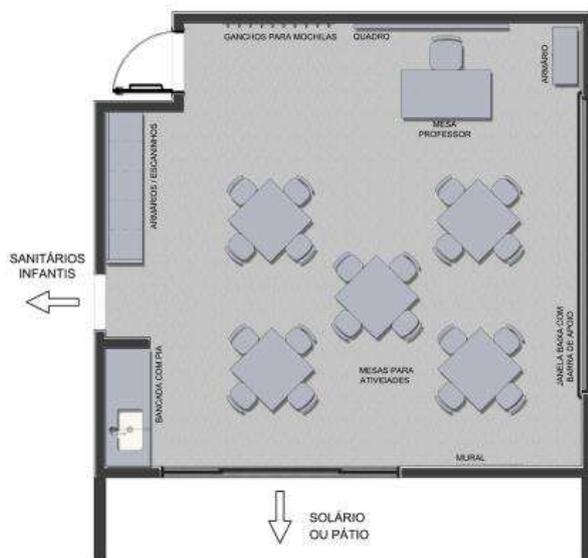
Fonte: SEMED (2019)

7 PROPOSTA: ANTEPROJETO DE AMPLIAÇÃO

Para o desenvolvimento do projeto de ampliação utilizando a arquitetura modular, foram escolhidas duas escolas da rede básica de ensino de São Luís. A escolha baseou-se em atender tanto uma Unidade de Ensino Básico (UEB) de ensino infantil quanto uma de ensino fundamental, além de tratar da área rural e da área urbana. A realização de propostas de acordo com estes critérios mostra como o método proposto pode ser exequível na rede municipal inteira, visto que capta diversos nuances deste sistema. Vale lembrar que o tamanho do terreno também é um fator primordial visto que se trata de ampliações. Foram escolhidas a UEB Tiradentes e a UEB Galileu Clementino Ramos Santos para desenvolvimento do anteprojeto de ampliação através de módulos utilizando o sistema construtivo *Light Steel Frame*, considerado mais vantajoso e adequado que o método construtivo convencional utilizado atualmente.

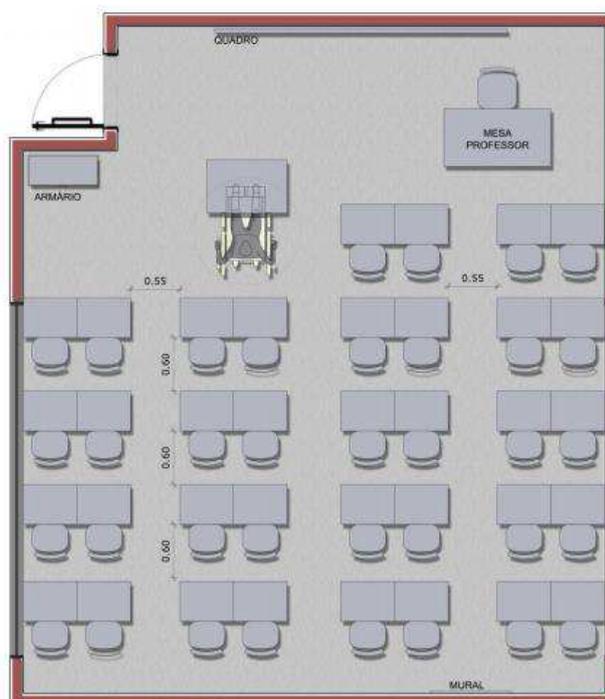
O módulo, se utilizado para atender o ensino fundamental possui capacidade para 120 alunos/turno (30 por sala, uma vez que o FNDE recomenda 1,5 m² por criança), caso seja utilizado para atender o ensino infantil a capacidade é de 100 alunos/turno (25 alunos por sala, visto que o FNDE recomenda 2 m² por criança). Para atender esta quantidade de alunos, baseou-se no layout sugerido pelo FNDE (2017) no “Manual de Orientações Técnicas – Elaboração de Projetos de Edificações Escolares – Volume II: Ensino Infantil” e “Manual de Orientações Técnicas – Elaboração de Projetos de Edificações Escolares – Volume III: Ensino Fundamental”.

Figura 60: Layout sugerido – Sala de atividades – Grupo C – Ensino Infantil



Fonte: FNDE (2017)

Figura 61: Layout sugerido – Sala de aula – Ensino Fundamental

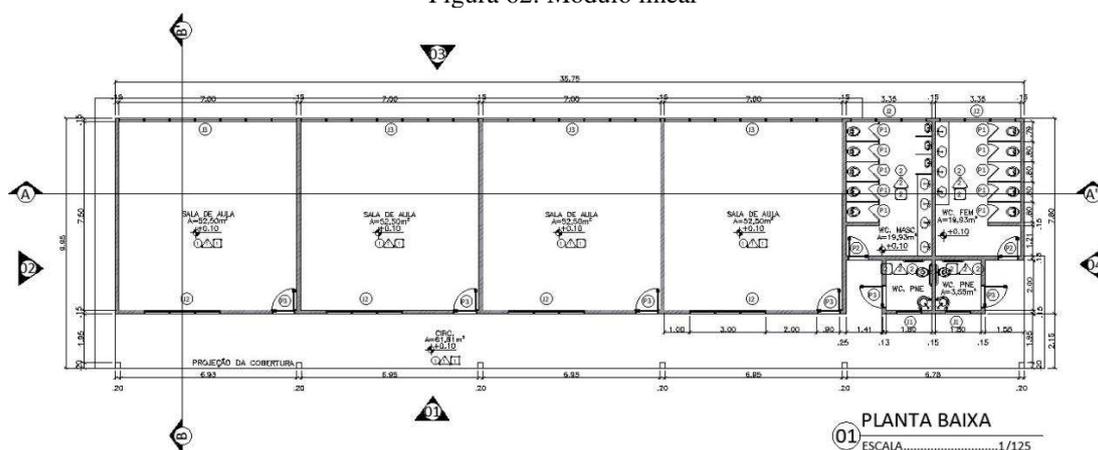


Fonte: FNDE (2017)

O módulo proposto é composto de quatro salas de aulas (cada uma com 52 m² e dimensões de 7 x 7,5 m) e quatro banheiros: um masculino e um feminino, cada um com 17,92 m² e dimensões de 5,35 x 3,35 m, e dois banheiros adaptados para portadores

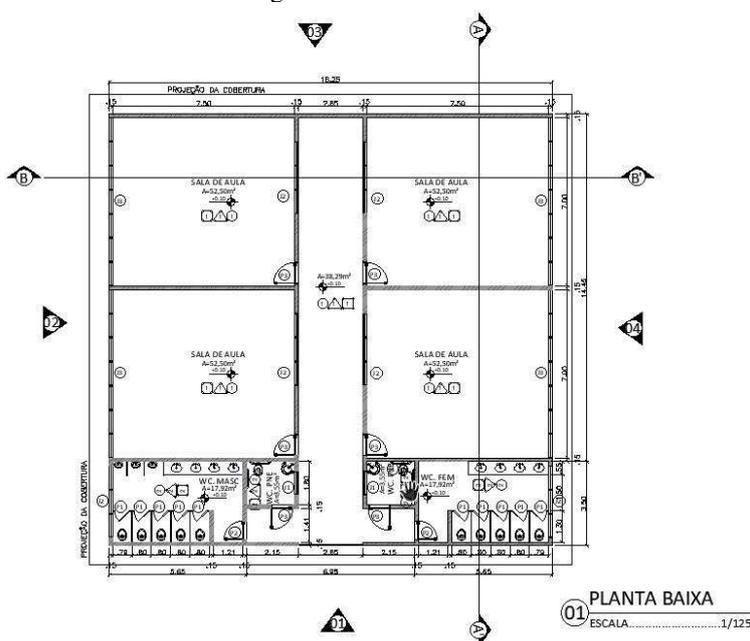
de necessidades especiais (PNE), um masculino e um feminino, cada um com 3,63 m² e dimensões de 1,80 x 2 m. Propõe-se a implantação destes módulos de duas maneiras, uma linear e outra compacta. Na implantação linear a área total é de 355,71 m² e na compacta é de 326,21 m².

Figura 62: Módulo linear



Fonte: VERDE (2019)

Figura 63: Módulo linear



Fonte: VERDE (2019)

Em relação a construção do módulo, será utilizada o sistema construtivo *Light Steel Frame*, que se mostrou bastante vantajoso em relação às técnicas construtivas convencionais. No que diz respeito a fundação, este sistema permite o uso de qualquer

tipo de fundação. A distribuição uniforme de cargas e a estrutura leve privilegiam o uso de dois tipos: radier e sapata corrida. Radier é uma fundação rasa feita com uma laje que absorve todas as cargas e as distribui uniformemente sobre o solo. A sapata corrida também é uma fundação rasa, entretanto é constituída por vigas que absorvem as cargas das paredes e as distribuem linearmente sobre o solo. Sapatas corridas e terrenos acidentados demandam o uso de uma plataforma de piso, que tem a finalidade de consolidar uma superfície estável e rígida na qual são construídas as edificações e que é feita por um vigamento onde são fixados painéis OSB.

As paredes do módulo serão compostas por painéis estruturais que tem a função de receber e transmitir as cargas da construção até a fundação. A estrutura é feita de perfis metálicos, que junto com as placas estruturais (OSB), constituem um diafragma que permitirá resistir a cargas verticais (cobertura), cargas perpendiculares (ventos) e cargas de corte (sismos). As instalações elétricas, hidráulicas e isolações térmicas e acústicas são incorporadas ao interior dos painéis. O sistema elétrico e hidráulico utilizado é idêntico ao de uma construção convencional, entretanto, sua instalação deve ser feita antes do fechamento das paredes para evitar o tradicional quebra-quebra posterior. Por ser sistema industrializado, o planejamento prévio permite o preparo de todas as furações necessárias para a passagem de condutores e canos.

O telhado será composto da estrutura que é feita de vigas e placas estruturais e da cobertura que é a parte externa do telhado. A estrutura pode ser feita de madeira ou aço, no caso deste projeto será de aço. Já a cobertura pode ser de telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento, de concreto, asfálticas ou mantas impermeabilizantes, neste projeto foi escolhida a telha de fibrocimento. A aplicação de forros neste sistema construtivo pode ser feita da mesma maneira que no método convencional. Gesso, madeira, PVC e outros materiais podem ser aplicados, neste projeto a especificação é para o uso de gesso.

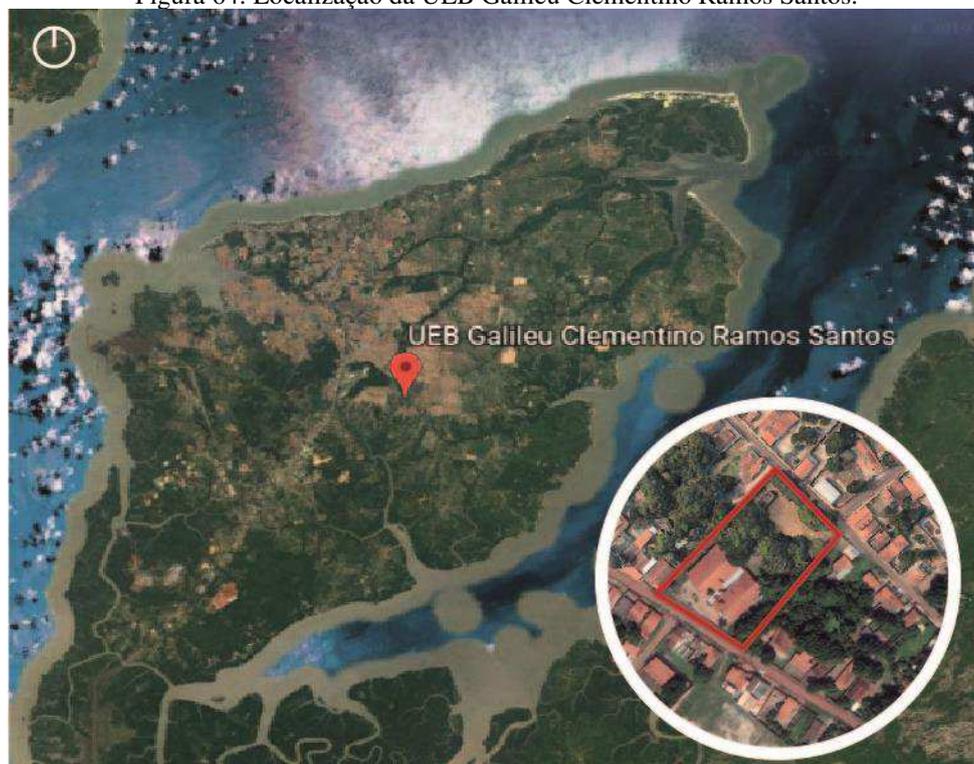
A instalação de portas e janelas também é feita da mesma maneira que no sistema convencional, onde não há necessidade de mão-de-obra ou produtos especiais uma vez que as esquadrias são fixadas diretamente na estrutura, sem utilização de contramarco, o que gera maior economia e rapidez na instalação. Por ser um sistema construtivo industrializado, as esquadrias podem ser instaladas na fábrica ou no canteiro de obras, o que agiliza a construção. As esquadrias podem ser de vidro temperado, madeira maciça, alumínio ou PVC, para este projeto foram especificadas em madeira maciça.

Os revestimentos utilizados neste sistema são os mesmos utilizados no método convencional. Para os pisos pode-se empregar parquet, madeira maciça, laminados de madeira, carpetes, vinílicos, pisos cerâmicos, porcelanatos, granitos e mármore, entre outros. A especificação deste projeto é para o uso de pisos cimentados e pisos cerâmicos. Para o revestimento das paredes pode-se utilizar tijolinho aparente, revestimentos argamassados, pisos cerâmicos, porcelanatos, painéis de madeira, sidings vinílicos, cimentícios ou de madeira, entre outros. Neste projeto foi especificado o uso de parede argamassada com pintura acrílica e revestimentos cerâmicos.

Sendo assim, a implantação dos módulos se dará utilizando todos os componentes e especificações supracitados. A seguir, maiores informações sobre a proposta de ampliação de cada uma das Unidades de Ensino Básico escolhidas.

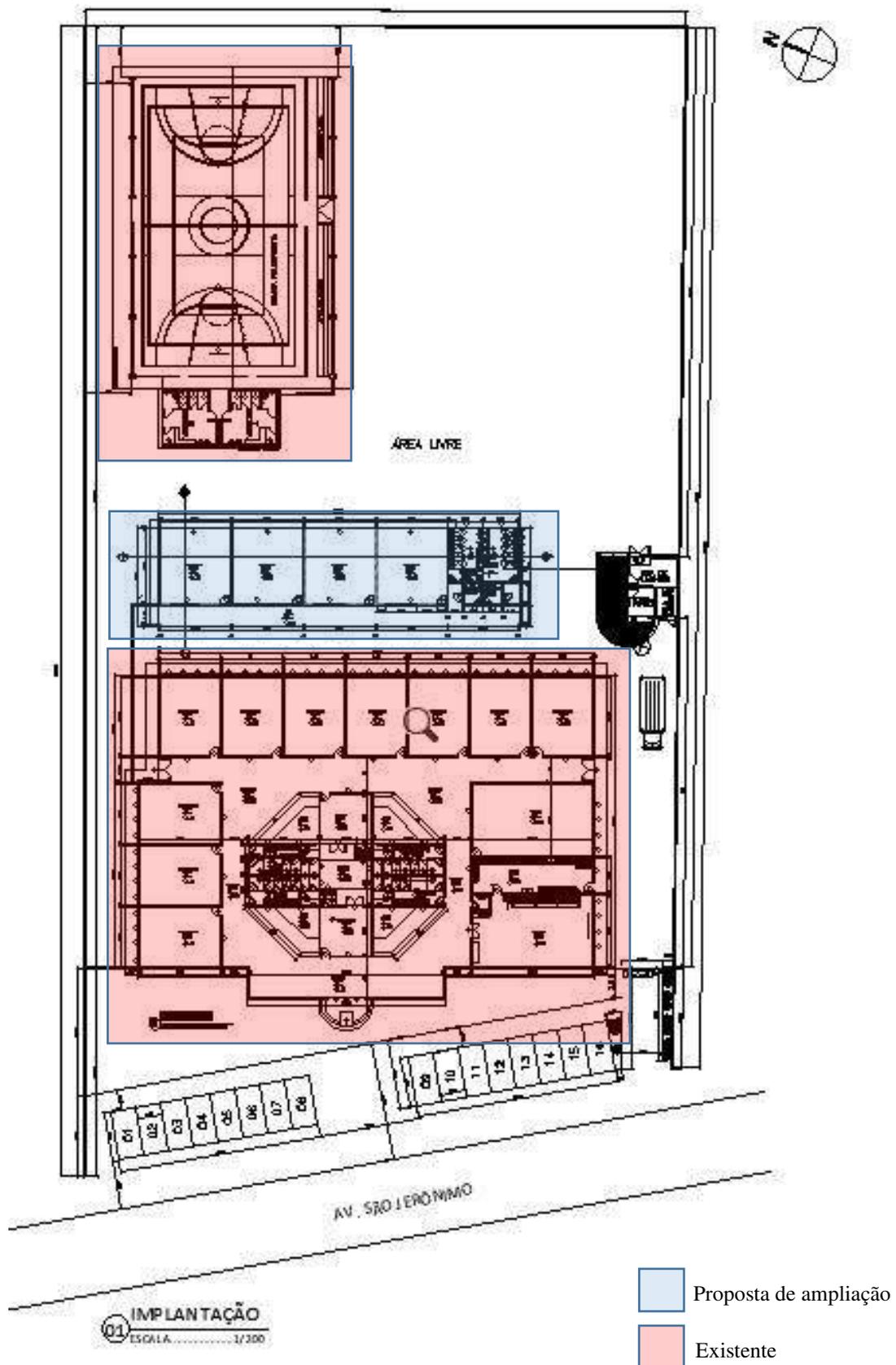
A UEB Galileu Clementino Ramos Santos é de ensino fundamental e localiza-se no Núcleo Cidade Operária, na Avenida São Jerônimo, Número 7297, Bairro Cruzeiro da Santa Bárbara. Esta UEB conta com dez salas de aula, biblioteca, cozinha, refeitório, diretoria, administração/secretaria, quatro blocos de banheiro e área livre. Nos dois turnos, matutino e vespertino, atende 600 alunos (300 por turno), com a ampliação proposta esse número aumentaria em 40%, chegando a 420 alunos por turno, 840 no total.

Figura 64: Localização da UEB Galileu Clementino Ramos Santos.



Fonte: GOOGLE (2019), adaptado por VERDE (2019).

Figura 65: Implantação do módulo no terreno da UEB Galileu Clementino Ramos Santos.



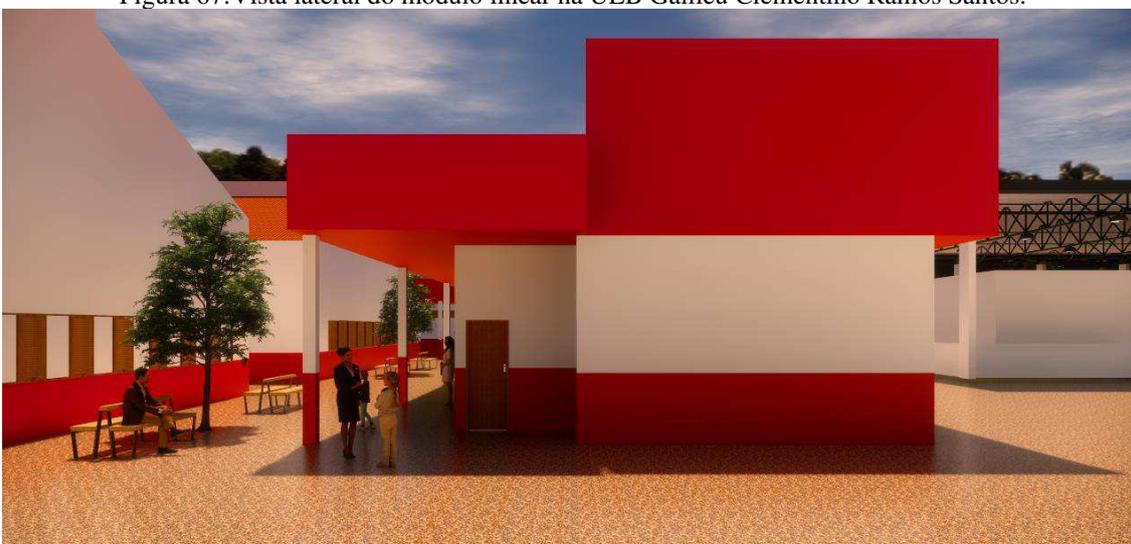
Fonte: VERDE (2019)

Figura 66: Vista frontal do módulo linear na UEB Galileu Clementino Ramos Santos.



Fonte: VERDE (2019)

Figura 67: Vista lateral do módulo linear na UEB Galileu Clementino Ramos Santos.



Fonte: VERDE (2019)

Figura 68: Vista posterior do módulo linear na UEB Galileu Clementino Ramos Santos.



Fonte: VERDE (2019)

A UEB Tiradentes é de ensino infantil e localiza-se no Núcleo Rural, na Rua São José, Número 50, Bairro Vila Maranhão. Esta UEB conta com seis salas de aula, cantina, administração/secretaria, depósito, dois blocos de banheiro e área livre. Nos dois turnos, matutino e vespertino, atende 180 crianças (90 por turno).

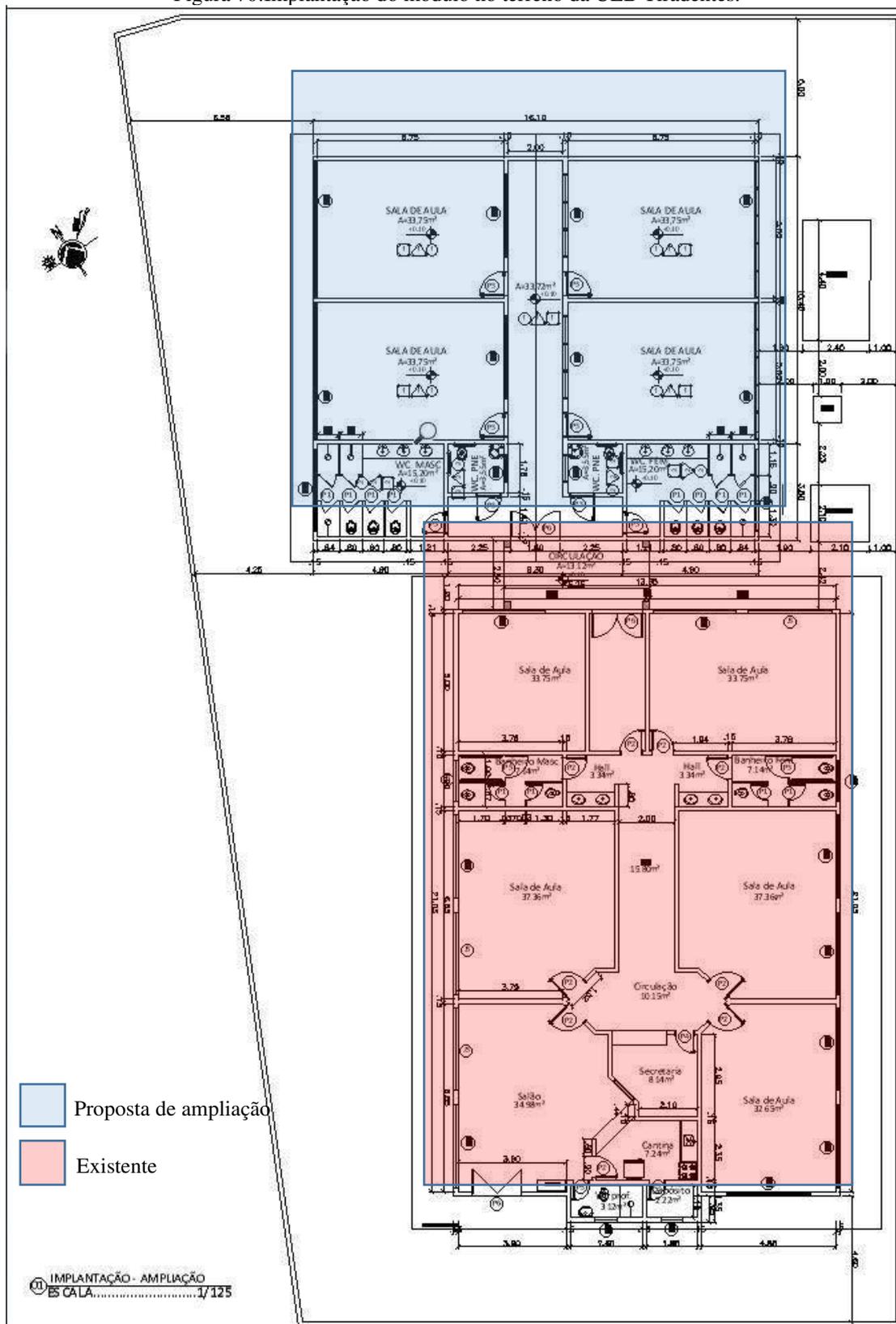
Figura 69: Localização da UEB Tiradentes.



Fonte: GOOGLE (2019), adaptado por VERDE (2019).

Para implantação do módulo no terreno desta UEB algumas adaptações se fizeram necessárias. As salas de aula ficaram com 33,75 m² e dimensões de 5 x 6,75 m ao invés de 52 m² e dimensões de 7 x 7,5 m. Sem essa alteração de dimensões e consequentemente de área, não seria possível implantar o modelo nesta UEB. É válido frisar que em determinadas situações será necessário fazer esse tipo de adaptações, mas defende-se a implantação do modelo padrão como regra e os ajustes apenas como exceções. Se o terreno permitisse a implantação do modelo padrão, haveria um aumento de 110% na capacidade da UEB chegando a 190 alunos por turno, 380 no total. Como foram necessários ajustes, ao invés de 25 crianças por sala, o módulo adaptado ficou com a capacidade de 15 crianças por sala de aula, o que resulta num aumento de 100%, com 180 alunos por turno, 360 no total. É um valor bastante significativo.

Figura 70: Implantação do módulo no terreno da UEB Tiradentes.



Fonte: VERDE (2019)

Figura 71: Vista frontal do módulo compacto na UEB Tiradentes.



Fonte: VERDE (2019)

Figura 72: Vista lateral do módulo compacto na UEB Tiradentes.



Fonte: VERDE (2019)

Figura 73: Perspectiva do módulo compacto na UEB Tiradentes.



Fonte: VERDE (2019)

8 CONCLUSÃO

A educação pública no Brasil é historicamente marcada pela demanda reprimida e cada vez mais aumenta a quantidade de alunos que deveriam estar dentro de sala de aula, mas não estão devido a infraestrutura existente não ser capaz de suprir toda a demanda. Na tentativa de contribuir para melhora deste panorama, utilizou-se a arquitetura modular para ampliação do espaço físico de duas escolas da rede municipal de ensino básico de São Luís. O módulo criado, composto de quatro salas e banheiros, possui o tamanho adequado para suprir a demanda 120 alunos/turno do ensino fundamental (30 por sala, uma vez que o FNDE recomenda 1,5 m² por criança) e até 100 alunos/turno do ensino infantil (25 alunos por sala, visto que o FNDE recomenda 2 m² por criança).

Posto isto, a inovação tecnológica na construção civil se mostra uma grande aliada e deve ser cada vez mais incentivada, visto que traz enormes benefícios como a redução de custos, economia de tempo na execução das obras, menor geração de resíduos, obras mais limpas e ambientalmente mais sustentáveis. Visando todos esses benefícios, a escolha do *Light Steel Frame* se mostrou muito benéfica em relação ao modelo construtivo tradicional. Apesar da necessidade de mão de obra especializada, apresenta todas as vantagens supracitadas.

Portanto, tendo em vista que a articulação entre arquitetura modular e novos sistemas construtivos (no caso o *Light Steel Frame*) resultou num aumento de 40% da capacidade de atendimento da UEB Galileu Clementino Ramos Santos e 100% de aumento na UEB Tiradentes, essa combinação se mostra como uma ótima alternativa para mitigação dos problemas de infraestrutura enfrentados pela rede municipal de ensino de São Luís, onde uma grande quantidade de alunos não são atendidos devido à falta espaço físico para suprir a demanda.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Proposta Ampliação Escolar Linear: Planta Baixa
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE B - Proposta Ampliação Escolar Linear: Cobertura
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE C - Proposta Ampliação Escolar Linear: Vistas
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE D - Proposta Ampliação Escolar Linear: Vistas e Cortes
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE E – Proposta Ampliação Escolar Linear: Planta Layout
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE F - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Planta Baixa
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE G - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Cobertura
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE H - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Vistas
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE I - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Vistas e Cortes
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE J - Proposta Ampliação Escolar Compacta: Planta Layout

Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE K - Proposta Ampliação UEB Tiradentes: Ampliação
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE L - Proposta Ampliação UEB Tiradentes: Planta Baixa
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE M - Proposta Ampliação UEB Tiradentes: Cobertura
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE N - Proposta Ampliação UEB Galileu: Ampliação
Fonte: VERDE (2019)

APÊNDICE O - Proposta Ampliação UEB Galileu: Cobertura
Fonte: VERDE (2019)

REFERÊNCIAS

KOWALTOWSKI et al. **O conforto no ambiente escolar:** Elementos para intervenções de melhoria. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. São Paulo, 2002.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura Escolar:** O projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

NASCIMENTO M.; COLLARES, S. A. O.; ZANLORENZI, C. M. P.; CORDEIRO, S. V. A. L. **Instituições escolares no Brasil colônia e imperial.** Campinas 2006

ARAÚJO, Marciano Vieira de. **A Evolução do Sistema Educacional Brasileiro e seus Retrocessos.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 02, Ed. 01, Vol. 1. pp 52-62, Abril de 2017. ISSN:2448-0959

AZEVEDO, Giselle. **Arquitetura Escolar e Educação:** Um modelo conceitual de abordagem interacionista. Rio de Janeiro. Tese (Engenharia de produção) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2002.

AZEVEDO; RHEINGANTZ; BASTOS. **O espaço da escola como o “lugar” do conhecimento: um estudo de avaliação de desempenho com abordagem interacionista.** Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.prolugar.fau.ufrj.br/wp-content/uploads/2017/10/escola-lugar_nutau_2004_gae.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2019.

BRASIL. MEC. **Elaboração de projetos de implantação para construção de escolas que utilizam os projetos-padrão do FNDE: FNDE.** 2009. Disponível em:<<https://www.fnde.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/area-de-imprensa/noticias/item/525-projetos-arquitet%C3%B4nicos-para-constru%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

BUFFA, E, PINTO. G. A. **Arquitetura e Educação:** Organização do Espaço e Propostas Pedagógicas dos Grupos Escolares Paulistas, 1893/1971. 1. ed. São Carlos: EDUFSCar/INEP, 2002. Introdução, p. 17-27

BUFFA, ester. **Grupos escolares paulistas:** OrganizaçãO do Espaço e Propostas Pedagógicas (1893-1971). Universidade Federal de São Carlos/SP, 2015. Disponível em:<<http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/jieem/article/view/278/263>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

CAMARGO, Angélica. Aulas Régias. **MAPA - Memória da Administração Pública Brasileira.** BRASIL, 2013. Disponível em:<<http://mapa.an.gov.br/index.php/menu-de-categorias-2/260-aulas-regias>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

DELIBERADOR, Marcella Savioli. **O processo de projeto de arquitetura escolar no Estado de São Paulo:** caracterização e possibilidades de intervenção. Campinas, 2010. 255p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS.

FERNANDES E ALANIZ. **Padrões arquitetônicos escolares e expansão do Ensino Fundamental no início do século XX no Brasil**. 2006. Disponível em:<<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/1543/516>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

FERNANDES, Fabrícia ; ALANIZ, Erika. **Padrões arquitetônicos escolares e expansão do Ensino Fundamental no início do século XX no Brasil**. Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE - Revista Eletrônica de Educação. Presidente Prudente, v. 10, n. 3, p. 87 - 103, 2016.

FERREIRA, A. F.; MELLO, M. G. **Arquitetura Escolar Paulista: Estruturas Pré Fabricadas**. São Paulo, SP: FDE, IMESP, 2006.

FILHO, Luciano Mendes de Faria; VIDAL, Diana Gonçalves. **Os tempos e os espaços escolares no processo de institucionalização da escola primária no Brasil**. Revista Brasileira de Educação, 2000.

FILHO, Luciano M. de F.. **Os tempos e os espaços escolares no processo de institucionalização da escola primária no Brasil**. Revista Brasileira de Educação, v. 14, Mai/Jun/Jul/Ago 2000.

MENEZES, Ebenezzer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Dicionário interativo da educação brasileira - Educabrazil**. São Paulo: Midiamix, 2001

NASCIMENTO, Maria Isabel. **O império e as primeiras tentativas de organização da educação nacional (1822-1889)**. HISTEDBR. 2006. Disponível em:<http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/periodo_imperial_intro.html>. Acesso em: 15 abr. 2019.

NASCIMENTO, Mario Fernando Petrilli do. **Arquitetura para a educação: a contribuição do espaço para a formação do estudante**. São paulo, 2012. 167p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade De São Paulo.

NORBERG-SCHULZ, Christian. **Existencia, Espacio y Arquitectura**. Madrid: H. Blume, 1975.

OLIVEIRA, N. C. **Arquitetura Escolar e Política Educacional: Os Programas Na Atual Administração Do Estado** (pp. 11-25). São Paulo, 1998

OLIVEIRA, Fabiana Valeck de. **Arquitetura escolar paulista nos anos 30**. São Paulo, 2007. 140 p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

PASCOA,Olívia. **A Qualidade do Lugar em Escola Pública Padronizada do Rio De Janeiro: Estudo De Caso: Escola Municipal Tia Ciata**. Rio De Janeiro. 213p. Dissertação (Arquitetura E Urbanismo) - Universidade Federal Do Rio De Janeiro, 2008.

ROCHA, Maria Aparecida. **A educação pública antes da independência**. São Paulo, 2010. Disponível em:<<https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/104/3/01d06t02.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SANTIAGO, Zilda. **Uma reflexão sobre o contexto e concepção do espaço-escola nas décadas de 1920-30 em Fortaleza**. 2008. Disponível em:<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/12992/1/2008_eve_zmpsantiago.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SOUZA, Larissa Negris de. **Arquitetura escolar, parâmetros de projeto e modalidades de aprendizagem**. Campinas, 2018. 190 p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual De Campinas.

WALDEN, R. (ed). **Schools for the Future: Design Proposals from Architecture Psychology**. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers, 2009. 261 p.

MARCELINO, MARCOLINA. **Arquitetura escolar infantil modulada e flexível**. 2014. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional Em Arquitetura, Projeto E Meio Ambiente) – Universidade

Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal-RN, 2014

BRAIDE, Vanessa. **Racionalidade construtiva e arquitetura escolar**. 2018. Dissertação De Mestrado (Mestrado Profissional em Construção Metálica (MECOM) - Universidade Federal de Ouro Preto Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil, OURO PRETO, 2018.

VALENCIA , Nicolas. **Arquitetos chilenos propõem equipamentos educacionais emergenciais modulares**. [S. l.], 25 jul. 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/876458/arquitetos-chilenos-propoem-equipamentos-educacionais-emergenciais-modulares>. Acesso em: 18 jun. 2019.

RIBEIRO, Lucas. **Racionalização do Canteiro de Obras**. [S. l.], 17 jul. 2019. Disponível em: <https://tecplaner.com.br/racionalizacao-do-canteiro-de-obras/>. Acesso em: 18 jun. 2019.

MERIN, GILLI. **Revelados os planos de reconstrução do Palácio de Cristal em Londres**. [S. l.], 25 jul. 2013. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/01-148083/revelados-os-planos-de-reconstrucao-do-palacio-de-cristal-em-londres?ad_medium=gallery. Acesso em: 18 jun. 2019.

KROLL, ANDREW. **Clássicos da Arquitetura: Casa Gropius / Walter Gropius**. [S. l.], 10 jul. 2012. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/01-126875/classicos-da-arquitetura-casa-gropius-slash-walter-gropius?ad_medium=gallery. Acesso em: 18 jun. 2019.

SOUZA, Daniela. **A pré-fabricação e a arquitetura**. 2013. Trabalho De Conclusão De Curso (Pós-Graduação Em Projeto Arquitetônico: Composição E Tecnologia Do Espaço Construído) - Universidade Estadual De Londrina – UEL, Londrina, 2013

VAN ACKER, Arnold. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. [S. l.: s. n.], 2003

ALVES, Nadine. **Casas pré-fabricadas: tipos, vantagens e como funciona**. [S. l.], 13 nov. 2017. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/casas-pre-fabricadas/>. Acesso em: 24 jun. 2019.

SIRTOLI , ALEX. Universidade Federal De Santa Maria Centro De Tecnologia Curso De Engenharia Civil Industrialização Da Construção Civil, **sistemas pré-fabricados de concreto e suas aplicações**. 2015. Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação Em Curso De Engenharia Civil) - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2015.