The background of the entire page is a dark teal color with a subtle, light-colored wood grain pattern. The pattern consists of concentric, wavy lines that mimic the natural texture of wood, running diagonally from the top-left towards the bottom-right.

Escola Modular em Madeira Industrializada

Larissa Dantas

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Dantas, Larissa
Escola Modular em Madeira Industrializada / Larissa
Dantas; orientadora Maria Cecília Loschiavo. - São Paulo,
2022.
101 p.

Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Arquitetura
e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de São Paulo.

1. Arquitetura Escolar. 2. Escola em Madeira. 3. Madeira
Industrializada. I. Loschiavo, Maria Cecília, orient. II.
Título.

Escola Modular em Madeira Industrializada

Larissa Dantas Correia
Orientador: Prof^a Maria Cecília Loschiavo

Trabalho Final de Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo
FAUUSP

Dezembro de 2022
São Paulo, SP

**“ Se a educação sozinha não
transforma a sociedade, sem ela
tampouco a sociedade muda”.**

Paulo Freire

Agradecimentos

À minha querida orientadora Cecília, pelo apoio, por acreditar no meu potencial e me acompanhar, orientar e estimular durante este um ano de descobrimentos, aprendizados e realizações. Agradeço aos professores de banca, Luciano e Paulo, pelas conversas e contribuições durante este trabalho.

Agradeço a todo o suporte que meus pais me proporcionaram durante todo o intenso período, desde o vestibular até o fim da graduação.

À minha família e ao Lucas, por todo apoio e carinho.

Aos meus amigos mais antigos, que me acompanham há muitos anos, com suporte e carinho nos momentos certos.

À todos que cruzaram meu caminho durante esta graduação, aos queridos professores e aos amigos que a FAU me deu, que me acompanharam desde o início dessa jornada e que tornaram o caminho muito mais leve.

Resumo

O ambiente escolar é muito mais do que um espaço de ensino e aprendizagem, assumindo um importante papel na socialização e desenvolvimento pessoal das crianças e adolescentes.

Considerando a influência da escola, principalmente na primeira infância, atrelado a falta de infraestrutura apropriada em escolas por todo o Brasil, o objetivo deste Trabalho Final de Graduação é o desenvolvimento de um projeto de escolas modulares e flexíveis em madeira industrializada adaptável a diferentes tipos de terrenos e condições climáticas. Assim, promovendo ambientes escolares adequados em diferentes realidades, cidades e culturas.

Palavras-chaves: Arquitetura Escolar ; Escola em Madeira; Madeira Industrializada.

Abstract

The school environment is much more than a teaching and learning space, assuming an important role in socialization and personal development of children and teenagers.

Considering the influence of school, especially in early childhood, along with the lack of appropriate infrastructure in schools throughout Brazil, the objective of this final paper is to develop a project of wood-based modular and flexible schools, adaptable to different types of terrain and climatic conditions. Therefore, it will be possible to promote suitable school environments in different realities, cities and cultures.

Keywords: School Architecture; Wood School; Industrialized wood.

Sumário

Introdução	14
A escola	18
Histórico da Arquitetura Escolar	19
Modelos Pedagógicos	25
A escola e o indivíduo	38
Infraestrutura Escolar	32
Madeira: Industrialização e Modulação	38
Industrialização e Modulação	39
Madeira Industrializada	44
Madeiras Laminadas	47
Sustentabilidade	49
Madeiras Brasileiras	51
O projeto	56
Partido	57
O transporte	58
O pátio	59
Programa	60
Plantas e Cortes	62
Estrutura	76
Flexibilizações	78
Infraestrutura	86
Considerações Finais	96
Referências Bibliográficas	98

Introdução

A escola é o primeiro espaço que insere a criança em uma experiência coletiva, influenciando diretamente no seu desenvolvimento e socialização.

O papel das escolas para a infância é mais do que oferecer um local para a prestação de serviços educacionais, a escola atua como agente educador e deve estar comprometida com a forma de expor o mundo para a criança.

A qualidade do ambiente de ensino interfere na interação social dos alunos, assim como no grau de concentração, o que compromete a eficácia do processo de aprendizado. No cenário educacional brasileiro, a educação vem sofrendo muitas dificuldades, com sucateamento e desvalorização, o número de escolas sem infraestrutura básica é alarmante, muitas sem saneamento básico, falta de água e até mesmo sem banheiros.

A falta de estrutura em um espaço em que crianças e adolescentes passam grande parte de seus dias, transforma o local que deveria ser de acolhimento em um ambiente hostil, ocasionando um baixo desempenho escolar, e por muitas vezes pode levar a evasão escolar.

A produção de uma arquitetura escolar de qualidade é necessária para prover ambientes de ensino adequados considerando os aspectos sociais, funcionais, estéticos e técnicos, assim afetando no bem estar dos usuários.

Devido à necessidade de ambientes de ensino com infraestrutura adequada, como produto deste Trabalho Final de Graduação, será realizado o projeto de escolas modulares em madeira industrializada, com a proposta de implementação de escolas por todo o território nacional, em diferentes terrenos, climas e culturas, partindo da flexibilização dos componentes para se adequar ao local onde será inserido.

Na arquitetura, a escolha de um material como método construtivo interfere na forma, no modo de construção e na ocupação do edifício. A utilização da madeira industrializada, além de mais sustentáveis quando comparadas a madeiras maciças e convencionais, torna a construção mais rápida e eficiente, acelerando seu processo de transporte e montagem, algo fundamental considerando o intuito deste projeto é produzir escolas para serem difundidas pelo Brasil.

Partindo dos conceitos construtivistas defendidos por Piaget, o projeto propõe espaços flexíveis e dinâmicos que permitam diferentes formas de interação com o espaço e lugar, com um ambiente de escolar que permita a implementação de uma forma de aprendizagem mais contemporânea, que reconheça a individualidade e interação com o meio, e que ainda possa ser um local ocupado e incorporado pela comunidade.

A Escola

Histórico da Arquitetura Escolar

A escola, como instituição de ensino atualmente conhecida, é resultado de um longo processo histórico. A educação é vista como a transmissão de valores e o acúmulo de conhecimento de uma sociedade. Portanto, a história da educação também é a história de uma sociedade e seu desenvolvimento cultural, econômico e político (KOWALTOWSKI, 2011).

Durante toda a história da humanidade, a transmissão de conhecimentos foi imprescindível para que os indivíduos integrassem e interagissem em sociedade. Segundo Kowaltowski, a história da educação em várias épocas está entrelaçada ao desenvolvimento de religiões dominantes. Estudos sobre judaísmo, islamismo, budismo e cristianismo mostram que, muitas vezes, o templo ou a igreja também é a escola, onde o ensino formal acontece.

Do ponto de vista histórico, na Europa da Idade Média, locais que podem ser considerados escolas surgem com o intuito de formar sacerdotes e preparar membros da corte. Eram ambientes restritos, para pouquíssimos alunos e um sistema de pensamento muito fechado e dominado pela religião.

A implementação de espaços destinados a escolas para a população geral acompanhou as transformações sociais e econômicas ocorridas durante todo o início da Revolução Industrial. Na Inglaterra e França houve um crescimento significativo do número de escolas na metade do século XIX, devido ao crescimento e urbanização e industrialização e a necessidade de uma população trabalhadora funcionalmente instruída.

No contexto brasileiro, os jesuítas criaram as primeiras escolas quando chegaram ao Brasil, com o objetivo de formar sacerdotes e catequizar índios. A obra educativa dos jesuítas, que estava integrada à política colonizadora e durante pouco mais de dois séculos foi responsável, quase exclusivamente, pela educação no Período Colonial, além de ser um ensino totalmente acrítico e alheio à realidade na vida da colônia, foi aos poucos se transformando numa educação de elite e, conseqüentemente, num instrumento de ascensão social (SOUZA E SANTOS, 2019).

Após a expulsão dos jesuítas por Marquês de Pombal, a educação brasileira vivenciou uma crise em toda a estrutura de ensino já implementada no País. Durante o período do Império, os primeiros registros de ensino formal para a população, de maneira geral, eram escolas de ler e escrever que muitas vezes eram a extensão da casa do professor, funcionando em paróquias, cômodos de comércio, em salas pouco ventiladas e iluminadas (BUFFA E PINTO 2002 apud KOWALTOWSKI, 2011) .

Segundo Azevedo (2002) apenas no fim do século XIX, devido ao desenvolvimento industrial e urbano aliado às transformações da República, surgiu um projeto escolar, embasado nos preceitos

organizados anteriormente na Europa. A escola então passa a ser vista como um equipamento essencial dessa nova cidade industrial e como decorrência, emerge a necessidade de se pensar espaços específicos destinados à prática do ensino formalizado.

Nesta época, órgãos do poder público foram responsáveis por planejar, construir e padronizar instituições de ensino no Brasil. A concepção dos projetos de escolas eram padronizadas, diferenciando-se apenas nas implantações. As escolas do final do século XIX e início do século XX possuíam características neoclássicas, projetadas por arquitetos como Ramos de Azevedo, Victor Dubugras, Manuel Sabater, Carlos Rosencrantz, em projetos de escolas reconhecidos como Escola Estadual Caetano de Campos, Escola Normal do Brás, Liceu de Artes e Ofícios.

As manifestações modernistas dos anos 20 influenciaram na arquitetura escolar e, aos poucos, os edifícios tornaram-se mais flexíveis, com o uso de pilotis e térreo livre para atividades recreativas (FDE, 1998b apud KOWALTOWSKI, 2011).

Em décadas seguintes, com uma nova concepção de arquitetura instaurada, o Modernismo, os prédios educacionais passaram a ser construídos com novas técnicas construtivas e com a utilização de elementos pré-fabricados. A arquitetura moderna tornou-se uma alternativa para responder a demanda de construção da época, com linguagem sem ornamentações, de geometria racional e aberturas horizontais. Na década de 60 políticas governamentais para inclusão de alunos as escolas começaram a surgir e muitas escolas foram construídas para esse fim.



Figura 01 - Interior da Escola - Parque do Centro Educacional Carneiro Ribeiro. Fonte: Acervo IPAC

A racionalização era, de fato, a única maneira de suprir essa demanda. Foram utilizadas uma modulação de 90X90cm em planta baixa, para facilitar a articulação entre módulos, e para a modulação vertical, um multimódulo de 20cm.

Além de racionalizar a construção escolar, criou-se um módulo “embrião” - composto de duas a seis salas de aula, direção, administração, sanitários e quadras de esporte - e espaço previsto para futuras ampliações (KOWALTOWSKI, 2011).

Partindo desta racionalização, as escolas construídas nas últimas décadas apresentam arquitetura padronizada, predominando edificações em bloco monolítico de dois a três pavimentos. Em São Paulo, foram criados os Centros Educacionais Unificados (CEUs), com o objetivo de serem implantados em regiões com deficiência de infraestrutura de lazer e educação, tendo como finalidade integrar a escola com a comunidade. O conceito utilizado nos CEUs tem como referência o modelo “escola-parque” idealizado pelo educador Anísio Teixeira.

Anísio Teixeira e o programa escola-parque marcaram a história da arquitetura escolar brasileira. Este modelo de escola tinha como objetivo afastar-se da espacialidade da escola tradicional buscar na arquitetura, por meio de planta livre e grandes aberturas e outras estratégias da arquitetura modernista, a conformação espacial para que o aprendizado pudesse ser desenvolvido pela experiência. A escola deveria ser um lugar de educação onde cada criança, por seus interesses individuais, pudesse aprender pela experiência, não por simulados da vida, mas pela própria vida (TEIXEIRA, 1935 apud CHAHIN, 2016).

A escola-parque também visava ser o núcleo do bairro, como um espaço comunitário, apropriado por todos os moradores, como um ponto de convívio, estimulando a vida do bairro. O modelo escola-parque foi implementado, de forma pioneira, no partido arquitetônico da Escola-Parque do Centro Educacional Carneiro Ribeiro (CECR), em Salvador (Figura 01),

A formulação da Escola-Parque do Plano Educacional de Brasília. O ideário da escola como parte da comunidade também é defendida por Paulo Freire:

“A escola deve ser também um centro irradiador da cultura popular, à disposição da comunidade, não para consumi-la, mas para recriá-la. A escola é também um espaço de organização política das classes populares. A escola como um espaço de ensino-aprendizagem será então um centro de debates de ideias, soluções, reflexões, onde a organização popular vai sistematizando sua própria experiência. O filho do trabalhador deve encontrar nessa escola os meios de auto-emancipação intelectual independentemente dos valores da classe dominante. A escola não é só um espaço físico. É um clima de trabalho, uma postura, um modo de ser.” (FREIRE 2006, pág 23)

Modelos pedagógicos

As metodologias educacionais são importantes para orientar a formação educacional, partindo de objetivos de aprendizagem e desenvolvimento por meio de programa de necessidades, atividades desenvolvidas e relação com o ambiente escolar e professor. Segundo Kowaltowski, a pedagogia pode ser dividida em duas vertentes cronológicas: A Escola Tradicional e Novas Escolas.

A pedagogia tradicional possui uma visão concentrada no educador, como o detentor do saber, a partir do compartilhamento do conhecimento passado do professor para os alunos, em disciplinas e com a utilização de memorização. Já no modelo Novas Escolas, tem como preceito valorizar a criatividade e individualidade, focando no aluno, em ambientes que assegurem uma integração social.

“Em meados do século XIX houve o uso predominante de uma pedagogia tradicional nas escolas, na qual se acreditava que a formação dos alunos dependia da bagagem de informação acumulada e do domínio dos conhecimentos consolidados, em uma forma de “educação bancária”, na qual não se permite a construção crítica do conhecimento pelos alunos e mantêm a estrutura de poder de alguns grupos sobre outros, em relações que assumem formas opressoras.” (FREIRE, 1987 apud Ribeiro, 2019)

Com o movimento Escola Nova, que teve início no fim do século XIX e ganhou força na primeira metade do século XX, trouxe uma nova perspectiva, com ideias focadas no aluno como centro do processo de ensino-aprendizagem. Em uma visão unânime, essas teorias defendem o aprendizado através dos estímulos externos e relações sociais, pois acreditaram auxiliar nas assimilações de ideias para construir o conhecimento e consequentemente dar suporte ao desenvolvimento. Em uma visão unânime, essas teorias defendem

o aprendizado através dos estímulos externos e relações sociais, pois acreditaram auxiliar nas assimilações de ideias para construir o conhecimento e consequentemente dar suporte ao desenvolvimento.

Para a concepção de uma escola, é necessário compreender algumas metodologias e teorias de aprendizagem, como o método Montessori, o modelo de escola Waldorf, a teoria de Piaget e a abordagem de educação de Paulo Freire.

Criado pela médica Maria Montessori, o método Montessori estimula a educação motora e autônoma da criança a partir do desenvolvimento de conceitos de forma intuitiva através da exploração e manipulação de materiais montessorianos e do ambiente. Neste método, as classes são compostas por crianças de diferentes idades e todos são estimulados da mesma maneira. O montessoriano é considerado um dos principais métodos pedagógicos porque desenvolve os indivíduos como um todo.

O modelo da escola Waldorf busca uma abordagem mais humanista e um o desenvolvimento holístico do ser humano, integrando o físico, intelectual e espiritual a partir de estímulos em atividades artísticas e manuais. O processo de aprendizado integra elementos conceituais, práticos e artísticos, valorizando o papel da imaginação e pensamento crítico, analítico e moral. Neste método os alunos são divididos por faixas etárias com mesma turma e professor dos sete aos 14 anos.

A teoria de Piaget trata-se da construção do conhecimento, tendo como interação principal o ambiente. De acordo com Piaget, as crianças possuem papel ativo na construção de seu conhecimento, e o termo construtivismo ganha destaque em sua teoria. O estímulo do desenvolvimento cognitivo é feito a partir da exploração e experiência e assim entender como se relacionar com o mundo, desenvolvendo autonomia.

Na teoria Piagetiana, a educação deve proporcionar à criança um processo amplo e dinâmico de incentivo a experimentação e desenvolvimento cognitivo. No construtivismo, o espaço físico da escola atua como agente agregador, em atividades desafiadoras, que promovam descobertas, contato com os sentidos e meios naturais, promovendo a interação entre as crianças, o meio, os objetos e as pessoas ao redor.

No nosso contexto de grandes desigualdades sociais, para o pedagogo pernambucano Paulo Reglus Neves Freire, a verdadeira educação deveria ser carregada de sentido político, conscientizadora, como instrumento de libertação. O método freireano se baseia na cultura pré existente em cada aluno, e deve ampliar o seu conhecimento e sua consciência diante de sua realidade. É considerado o brasileiro com maior número de títulos de doutorado honoris causa e é o autor da terceira obra mais citada em trabalhos de ciências humanas do mundo, a “Pedagogia do oprimido”. Desenvolvido em 1960 com o intuito de alfabetizar adultos, este método proporciona ao indivíduo mais autonomia e senso crítico. O programa de ensino parte do universo vocabular dos alunos, seus modos de vida e costume e assim, o educador traz para a sala de aula temas cotidianos para sua realidade.

Segundo Buffa e Pinto (2002), as concepções arquitetônicas dos edifícios escolares são muitas vezes influenciados pelo dinamismo entre as ideias pedagógicas e as práticas escolares. Outrora há casos em que percebe-se o distanciamento entre eles, resultando em uma arquitetura deficiente. Desse modo, é importante que a arquitetura escolar busque a complexidade das dinâmicas educativas, considerando a cultura, o local e os usuários, oferecendo uma proposta que não se restrinja ao cronograma formal escolar, estendendo a um espaço que ofereça um sentido constante de pertencimento, aprendizado e socialização.

A escola e o Indivíduo

Sabe-se que o ambiente escolar é muito mais que um espaço de ensino e aprendizagem. A escola é o primeiro espaço que insere a criança em uma experiência coletiva, assumindo um importante papel no seu desenvolvimento e sua socialização. É na escola que passamos a maior parte de nossos dias na infância e adolescência, tornando este espaço fundamental e estrutural para nossa formação.

A arquitetura é uma potente ferramenta de ação e de transformação, e no âmbito escolar, é capaz de exercer uma grande influência na formação da criança. Para Mayumi Souza Lima (1989), o espaço nunca é um vazio, é possuidor de significados, lembranças, sentidos, pessoas. Desde o nascimento é no espaço que a criança experimenta calor, frio, luz, som e estabelece a relação com o mundo e com as pessoas ao seu redor. Os sentimentos vinculados ao espaço, passa a qualificá-lo como “espaço-medo”, “espaço-alegria”, etc, desenvolvendo assim, o processo de conhecimento sobre o mundo.

Para Kowaltowski, o ambiente físico escolar é, por essência, o local do desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. O edifício escolar deve ser analisado como resultado da expressão cultural de uma comunidade, por refletir e expressar aspectos que vão além da sua materialidade. A discussão sobre a escola ideal deve ser discutida por meio de uma abordagem multidisciplinar, que inclua o aluno, o professor, a área de conhecimento, as teorias pedagógicas, a organização de grupos, o material de apoio e a escola, como instituição e lugar.

O ambiente escolar contribui fortemente para o desenvolvimento infantil, devido à sua capacidade de interferir na qualidade do aprendizado e desenvolvimento. Para Kowaltowski, deve haver um ambiente formador, considerado o “terceiro educador”, ambiente esse que colabore com o desenvolvimento de processos de aprendizagem. Sendo então, o espaço físico como instrumento de aprendizagem, onde o ambiente, cores, odores, mobiliários e objetos sintetizam e intensificam a forma que o aprendizado é entendido.

O espaço não é um recipiente onde a educação acontece: ele próprio é a uma forma silenciosa de ensino na medida que transmite mensagens sobre o ensinar e aprender. Trata-se de um espaço que, “como todos, socializa e educa, mas que, diferentemente dos outros, situa e ordena com essa finalidade específica a tudo e a todos quantos nele se encontram” (FRAGO e ESCOLANO, 2001).

“Nem o espaço, nem o tempo escolar são dimensões neutras de ensino, simples esquemas formais ou estruturas vazias de educação. Ao contrário, afirma que operam como uma espécie de discurso que institui, em sua materialidade, um sistema de valores, um conjunto de aprendizagens sensoriais e motoras e uma semiologia que recobre símbolos estéticos, culturais e ideológicos.” (Augustín Escolano, 2001)

Uma vez que o espaço contribui na educação e deve estar comprometido com a forma em que é visto, a interação entre a criança e o espaço é fundamental para o desenvolvimento e aprendizagem, onde nem a criança e nem o ambiente podem ser entendidos como passivos, são autores neste processo de aprendizagem.

Desse modo, a escola é um ambiente que atrela o desenvolvimento acadêmico ao seu desenvolvimento social e crescimento pessoal da criança e adolescente. A experiência espacial atua como definidora da organização e apropriação do espaço, e sua concepção deve considerar seu significado para aqueles que ocuparão, entendendo sua importância como símbolo educacional e papel na formação de futuros cidadãos.

O projeto deve então buscar a complexidade das dinâmicas educativas ao longo do desenvolvimento do sujeito em todas as esferas, não se restringindo ao cronograma formal do período escolar e pretende-se estender quanto possível como espaço de um constante e integrado sentido de aprendizado e pertencimento.

A escola como espaço de experimentação sensível, da socialização e do individual, é necessário buscar sempre ampliar as oportunidades de experiências das crianças, configurando um espaço dinâmico e provocador, que instigue e acolha, sendo capaz de promover situações enraizadoras, que, estimulando e permitindo a imaginação e os impulsos criadores, favoreça o convívio.

Nesta esfera, o papel das escolas para primeira infância é o de produzir a cultura da educação, não somente oferecer prestação de serviços educacionais. Estas instituições têm, portanto, a responsabilidade de gerar e alimentar sentimentos de cultura e solidariedade, responsabilidade e inclusão de uma multiplicidade de ocasiões e iniciativa para construir o diálogo e senso de pertencimento a uma comunidade. A ação educativa toma forma através do trabalho conjunto de elementos da didática, dos ambientes, da participação e da formação do corpo docente.

Um projeto que reconheça o espaço em que esteja inserido, atuando não apenas como um sistema formal de educação, mas reconhecendo todos os seus parâmetros, permite, assim como proposto por Anísio Teixeira, uma escola que se integre à comunidade. A escola então, construiu-se de um sistema educativo que entenda a escala do bairro e da cidade, de forma que a torne um objeto de pertencimento para a comunidade, a transformando em um espaço de importância comunitária, que seja cuidado e mantido.

Infraestrutura Escolar

Para que haja educação de qualidade, é necessário um ambiente com requisitos básicos necessários para que a educação seja desenvolvida e absorvida de forma plena. A infraestrutura escolar é um fator essencial para a qualidade educacional e impacta diretamente no desenvolvimento e desempenho dos alunos, sendo um ponto primordial quando trata-se de educação e arquitetura escolar.

Promover a educação requer a garantia de um ambiente com condições para que a aprendizagem possa ocorrer. É importante proporcionar um ambiente físico, aqui denominado infraestrutura escolar, que estimule e viabilize o aprendizado, além de favorecer as interações humanas. (SOARES NETO, JESUS, KARINO E ANDRADE, 2013, p. 1).

A qualidade da educação no país apresenta diversos problemas devido a falta de infraestrutura nas escolas. Segundo Sátyro e Soares (2007), a proporção de alunos com desempenho escolar inadequado é grande. Apesar da quase universalização do acesso ao ensino fundamental ser uma conquista significativa e meritória de comemoração, o ensino aos quais estes jovens têm acesso sofre de sérios problemas. Pouco mais da metade dos alunos concluíram o ensino fundamental. Apenas 40% de jovens entre 15 e 17 anos frequenta o ensino médio e outra parcela expressiva ainda permanece no ensino fundamental, agravando a defasagem escolar no último nível da educação básica.

Essa é parte de uma longa listagem de indícios de falhas do sistema educacional em sua missão de educar e que ainda são muitos os alunos que pouco aprendem e progridem lentamente ou abandonam a escola.

Para que uma escola seja adequada, é necessário condições mínimas de elementos de infraestrutura que são indispensáveis em qualquer escola, independentemente do nível de ensino, tamanho e localização, sendo eles: sanitários, energia elétrica, abastecimento de água (incluindo água potável), esgotamento sanitário (rede pública ou fossa) cozinha e infraestrutura de internet e comunicação.

Em diversos pontos do país é possível encontrar situações semelhantes de escolas improvisadas sem infraestrutura básica. Oliveira, 2021, na reportagem para o G1, descreve que:

Segundo o Censo Escolar de 2019 e 2020, realizado pelo Ministério da Educação (MEC), o número de escolas públicas sem infraestrutura de banheiros aumentou, enquanto o número de escolas sem coleta de esgoto, reduziu de 36,6 mil para 35,8 mil. De acordo com o infográfico (Figura 02), 26% das escolas públicas brasileiras não possuem coleta de esgoto, enquanto mais de 4 mil escolas não possuem banheiro. Estes são apenas alguns números preocupantes sobre deficiências de infraestrutura em escolas por todo o país. Dados como estes mostram que, mesmo com a educação sendo difundida e alcançando grande parte da população brasileira, existe um longo caminho a percorrer para alcançar uma educação de qualidade e com infraestrutura necessária (OLIVEIRA, 2021).

“Quando a gente fala em banheiros, água, energia, ainda que os percentuais em relação à inexistência sejam baixos, a gente está falando de condições básicas. É garantia de banheiro, água e luz. Não ter é não garantir o mínimo para estudantes. A gente ainda precisa avançar”, afirma a doutora em educação Gabriela Schneider, uma das coordenadoras do LDE.

Infraestrutura em escolas públicas

Há locais sem banheiro, internet e água potável



Fonte: LDE sobre Censo Escolar 2020/MEC

Infográfico elaborado em: 19/03/2021



Figura 02 - Infográfico de infraestrutura em escolas públicas. Fonte: Anderson Cattai/G1

As escolas rurais são as mais afetadas pela falta de infraestrutura, por muitas vezes, o espaço escolar trata-se de um ambiente improvisado e precário.

Segundo a 4ª reportagem da série “Como anda a educação?” realizada pelo site de notícias *Roraima em Tempo* (2022), diversas escolas estaduais indígenas em Roraima compartilham a mesma história de precariedade na estrutura, ocorrendo em ambientes improvisados, em pequenas malocas construídas pelos próprios moradores e professores da região, como o caso da Escola Indígena José Joaquim na Comunidade Maruwai (Figura 03).



Figura 03 - Escola indígena José Joaquim. Fonte: Roraima em Tempo

Figura 04 - Escola Municipal Santa Claudina. Fonte: Defensoria Pública Cuiaba/G1

Este mesmo cenário ocorre por todo o Brasil, expondo crianças a ambientes inapropriados e que atrapalham o rendimento escolar. Outro exemplo é a Escola Municipal Santa Claudina, em Cuiaba, que funciona em uma antiga baia de cavalos, atendendo cerca de 60 crianças no local (Figura 04).

Outro ponto importante sobre arquitetura escolar e infraestrutura, considerando como o espaço influencia no desempenho das crianças, segundo um estudo realizado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), mostra que o desempenho de alunos que estudam em ambientes com boa infraestrutura é superior. Outro ponto importante sobre arquitetura escolar e infraestrutura, considerando como o espaço influencia no desempenho das crianças, segundo um estudo realizado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), mostra que o desempenho de alunos que estudam em ambientes com boa infraestrutura é superior comparado aos alunos de escolas sem ambientes adequados. Segundo os dados da pesquisa “Infraestrutura Escolar e Aprendizagens da Educação Básica Latino-Americana”, os fatores que mais contribuem para bons desempenhos é a presença de espaços de apoio ao ensino, como bibliotecas, computadores, laboratórios, auditórios e quadras de esporte.

Para a pesquisadora em pedagogia, Ana Maria Botelho de Lima, o ambiente escolar precisa provocar nos alunos múltiplos interesses sócio-educativos. Ela reforça que a estrutura física das escolas pode dar subsídios que influenciam não apenas em ganhos da capacidade cognitiva e motora, mas também de socialização dos alunos, tendo em vista que uma infraestrutura inteligente contribui para estimular o convívio social e de lazer entre eles. Ana Maria afirma: “O espaço da escola é mais do que quatro paredes. É clima, espírito de trabalho, produção de aprendizagem, relações sociais de formação de pessoas. O espaço tem que gerar ideias, sentimentos, movimentos no sentido da busca do conhecimento. Tem que despertar interesse em aprender, além de ser alegre, aprazível e confortável” (CARVALHO, 2021).

Uma pesquisa realizada sobre a influência holística no rendimento acadêmico realizado na Universidade de Salford, em Manchester, descobriu que 73% da variação no desempenho dos alunos varia de acordo com o design do ambiente, como a cor, complexidade do ambiente, tipo de iluminação, entre outros fatores. O impacto proporcional destes fatores na progressão da aprendizagem gerou uma média de contribuição em 25% no desempenho dos alunos.

[...] Há muito tempo se sabe que vários aspectos do ambiente construído tem impacto sobre as pessoas nos edifícios, mas esta é a primeira vez que uma avaliação holística foi feita ligando com sucesso o impacto global diretamente às taxas de aprendizado nas escolas. (Peter Barrett, School of the Built Environment, Universidade de Salford).

Madeira: Industrialização e Modulação

Industrialização e Modulação

Visto que o objetivo deste trabalho final de graduação é desenvolver um projeto de escolas que possa ser difundido em diversas localidades, climas e comunidades, a utilização da industrialização e modulação é fundamental para que um projeto possua estas características.

Neste trabalho, a industrialização e modulação tem como objetivo promover escolas com infraestrutura adequada e em escala, mas com a flexibilização dos componentes para se adequar ao local onde será inserido, levando em consideração o clima, terreno e seus usuários.

Métodos construtivos tradicionais, como alvenaria e concreto tem por característica a modelagem in loco, onde o desenvolvimento total da construção ocorre no local de sua implantação, contando normalmente com uma numerosa mão de obra e com um período significativo de duração. A utilização da pré-fabricação na construção civil, quando bem planejada, ajuda a reduzir prazos de execução da obra, redução do desperdício de materiais e consequentemente, redução no custo da construção, *garantindo assim a qualidade dos componentes e do produto final.*

O sistema de construção industrializada, ou pré-moldada, tem por característica o objeto ser construído no sistema off-site, onde o local de produção e o local de execução da obra são separados espacialmente. Neste formato, a produção das peças é realizada em fábricas especializadas, apenas a montagem ocorrendo in loco. Do ponto de vista técnico, com construção industrializada é possível reduzir erros no canteiro de obras, devido suas peças e encaixes serem previamente detalhados, além de uma redução no tempo de obra e a garantia de qualidade dos componentes produzidos pela indústria, visto que existe um maior controle dos procedimentos para garantir a qualidade das peças.

O conceito de Arquitetura industrial é debatida, estudada e testada a décadas. Na obra *Bauhaus: Nova Arquitetura*, de 1929, Gropius observa:

“A nova meta seria a produção industrial de casas de moradia em larga escala, que seriam fabricadas, não mais no canteiro de obra, mas dentro de fábricas especiais, em partes isoladas passíveis de montagem. As vantagens desse tipo de produção cresceriam à medida que se aumentasse as possibilidades de montagem das partes pré-fabricadas no próprio canteiro de obra, por meio de processos de construção a seco (...) removeria os transtornos advindos da umidade e perda de tempo que o velho processo aquoso de construção com argamassa e reboco acarreta.”

No contexto brasileiro, João Filgueiras Lima, mais conhecido como Lelé, é um grande exemplo de arquitetura pré-fabricada, sendo pioneiro na utilização de materiais pré-fabricados em diferentes materiais e soluções construtivas, como a argamassa armada.

O mergulho de Lelé na pré-fabricação se deu, sucessivamente, com a adoção da racionalização e adoção de pré-fabricação no canteiro, seguido da pré-fabricação em fábrica, seguido da sua capacitação, de absorção de novas tecnologias e, por último, na introjeção da completa produção do edifício, nos mínimos detalhes, na fábrica (PAZ, 2014).

Em seus projetos de hospitais para a Rede Sarah Kubitschek (Figura 05), Lelé, com o auxílio da industrialização e pré-fabricação, adequou tecnologia às necessidades ambientais, de salubridade e conforto térmico, renovando as percepções de como a arquitetura pode contribuir com a qualidade de vida dos seus usuários, tornando-o referência mundial em arquitetura hospitalar.

Os hospitais da Rede Sarah são um exemplo bem sucedido da utilização da pré-fabricação em sistemas modulados. A modulação permite uma maior precisão no alcance das medidas e entrosamento entre projeto arquitetônico e complementares, além disto, para a confecção das peças pré-fabricadas, a modulação é fundamental para a otimização de produção do projeto e do edifício.



Figura 05 -
Hospital Sarah
Kubitschek
Salvador
Fonte:
Archidaiy ,
Fotografia de
Nelson Kon

A modulação está presente na arquitetura desde a escada do movimento moderno. Devido seu caráter padronizado, a arquitetura industrializada sofreram duras críticas à arquitetura industrial, seja em relação a falta de diversidade estética e limitação criativa quando a impossibilidade de criar formas orgânicas ou espacialidades diversas, seja quanto a falta de contexto com o local de implantação, não sendo levado em consideração o clima, terreno e características culturais e construtivas do local.

Assim como os hospitais da Rede Sarah, existem inúmeros exemplos de pré-fabricação contribuindo positivamente na produção de uma arquitetura de qualidade e excelência. Nesse sentido, a utilização da industrialização na construção civil deve ser vista como forma de compatibilização entre o projeto e o local, utilizando-o como ferramenta de produção de arquitetura, onde a padronização deva possibilitar flexibilizações que possam conversar com a implantação, clima, cultura local e com os usuários.

Madeira Industrializada

A madeira como solução construtiva é utilizada há milênios nas mais diversas civilizações, ocidentais e orientais. O elemento vegetal foi um dos primeiros materiais a ser utilizado pela Humanidade, para sua defesa, aquecimento, preparação de alimentos, iluminação, primeiras formas de habitação e primeiras embarcações (LOURENÇO; BRANCO, 2013).

Com os avanços tecnológicos ocorridos durante a revolução industrial e o desenvolvimento de novas técnicas construtivas, o metal e o concreto ganharam destaque na construção civil, ocasionando no declínio da utilização da madeira como elemento estrutural.

Na Europa nos anos de 1970 a retomada da construção em madeira foi impulsionada por alguns arquitetos como Thomas Herzog, Roland Schweitzer e Pierre Lajus. Tratavam-se de construções de habitações com estrutura pilar-viga e soluções mais complexas, como madeira laminada colada, em obras públicas que exigiam grandes vãos.

Nesta mesma época no Brasil, Zanine Caldas conquistava seu nome como arquiteto com suas casas em madeira. As casas de Zanine eram construídas de modo artesanal: eram projetadas e construídas em seu ateliê em Nova Viçosa, onde serrava as madeiras, produzia os encaixes e erguia a estrutura. Após, marcava as peças, desmontava e enviava as peças para o local de implantação. Seu método de concepção das estruturas empregava a madeira de modo montável e racional, mesmo que utilizando recursos tradicionais de manipulação com a madeira (Figura 06 e 07).



Figura 06 - Casa do Morumbi.
Fonte: Acervo pessoal de Amanda de Carvalho, fotografia de Rafaela Netto



Figura 07 - Casa do morumbi.
Fonte: Acervo pessoal Hélio Olga

A madeira, por ser um material natural, está sujeita a uma rápida degradação comparada a outros materiais da construção civil, ocasionada por intempéries, ataques biológicos por insetos e fungos e a sua resistência ao fogo, quando não tratada devidamente. Devido a estas características, existe um grande preconceito com a utilização da madeira na construção civil, principalmente a respeito de sua durabilidade.

A durabilidade da madeira como estrutura, quando realizada a devida manutenção e cuidado das peças, pode ser muito longa, atingindo uma vida útil de centenas de anos. Existem edifícios em madeira construídos há séculos que permanecem conservados até os dias atuais, como o Pagode de Horyu-Ji, construído em 607 d.C e considerado uma das edificações em madeiras mais antigas do mundo.

Madeira Laminadas

Com a introdução dos conceitos de pré-fabricação na construção civil, surge a fabricação digital, que consiste em um processo de manufatura no qual são utilizados equipamentos com tecnologia de Comando Numérico Computadorizado (CNC), que permite a conversão de projetos concebidos e desenvolvidos digitalmente em objetos reais (LOTUFO, 2018). A madeira é um dos materiais que permite essa pré-fabricação associada a comandos computadorizados, em especial, às madeiras laminadas.

A madeira laminada é um subgrupo de produtos lamelados de madeira, que baseiam-se no princípio de colagem de lamelas para sua fabricação, o qual é adotado há mais de um século e foi desenvolvido inicialmente na região central da Europa (Suíça e Alemanha). A escassez de árvores com grandes dimensões para uso estrutural levou à solução de união de peças menores por meio de ligações metálicas. As lamelas eram empilhadas umas sobre as outras, formando elementos estruturais maiores e mais rígidos. A ligação metálica foi substituída por cola, executada a base de uma proteína encontrada no leite, no início do século XX (PEREIRA 2014 apud LOTUFO, 2018).

Dentre os produtos de madeira laminada, podemos destacar os mais comuns: MLC (Madeira Laminada Colada, ou *Glued Laminated Timber* (GLT), em Inglês) e CLT (*Cross Laminated Timber*, ou Madeira Laminada Cruzada, em Português). No MLC, as lamelas de madeira maciça são coladas com suas fibras paralelas, configurando elementos lineares que podem ser utilizados como vigas e pilares.

Já no CLT, as lamelas de madeira maciça são coladas com suas fibras perpendiculares ortogonais umas às outras, constituindo em painéis e podem ser empregados como lajes ou vedações, com ou sem função estrutural (figura 08 e 09).

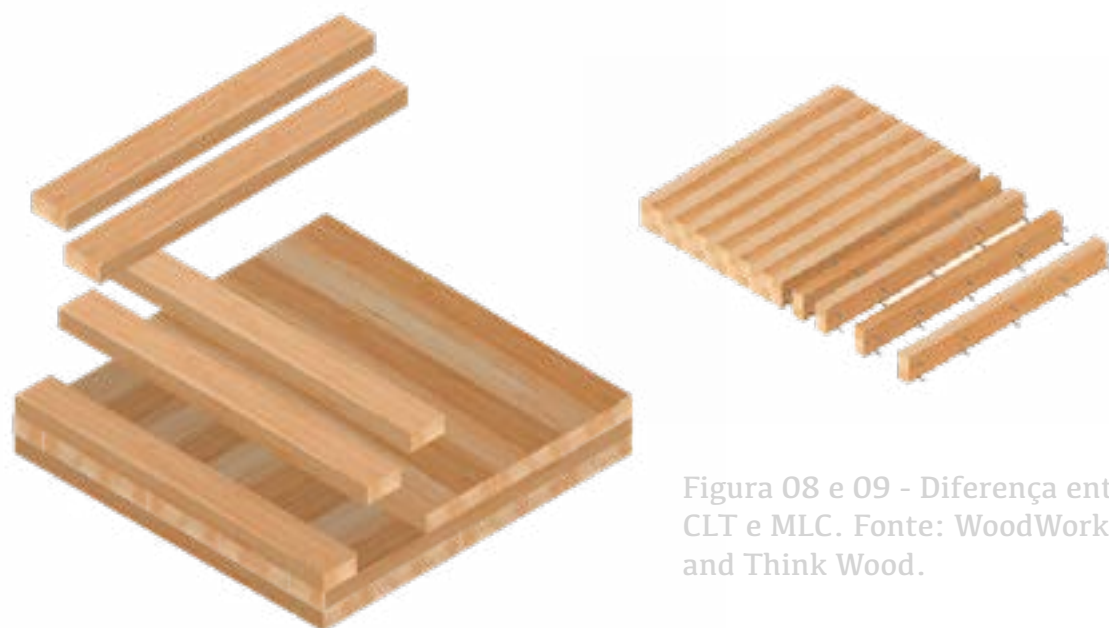


Figura 08 e 09 - Diferença entre CLT e MLC. Fonte: WoodWorks and Think Wood.

Sustentabilidade

Quando inserida em um cenário caracterizado pelo desperdício e pela geração de resíduos e poluentes, a madeira, como matéria-prima, pode ser considerada um dos poucos materiais de construção de fato renováveis, apresentando baixo consumo energético para sua produção, quando comparada a outros materiais (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010 apud LOTUFO, 2018).

Na arquitetura, a escolha de um material como método construtivo interfere na forma, modo de construção e ocupação do edifício. Para um projeto sustentável, é necessário entender questões além do edifício, como a escolha e origem dos materiais, energia necessária para sua produção, transporte e tratamento, o seu desempenho térmico e manutenção do edifício.

O setor da construção civil é considerado como o setor que mais consome recursos naturais segundo o Conselho Internacional da Construção (CIB). Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto de atividades humanas sejam provenientes da construção (CIB, 2014 apud HEER, 2020).

No Brasil, o método construtivo mais comum é o concreto, contudo, seu impacto ambiental global é alarmante. O cimento, principal componente do concreto, é fonte de cerca de 8% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂).

A madeira, quando a árvore “sequestra” carbono da atmosfera, conforme mostrado no Gráfico 01. E, se comparada à produção do aço ou do concreto, pode-se dizer que é uma atividade muito menos nociva e que não depende de combustíveis fósseis para sua produção; isso sem contar as atividades de mineração extremamente perniciosas que aqueles materiais geram. Ou seja, a madeira é um material renovável e produzido por energia solar, e seu maior “efeito colateral” é a retirada de CO2 da atmosfera (HEER, 2020).

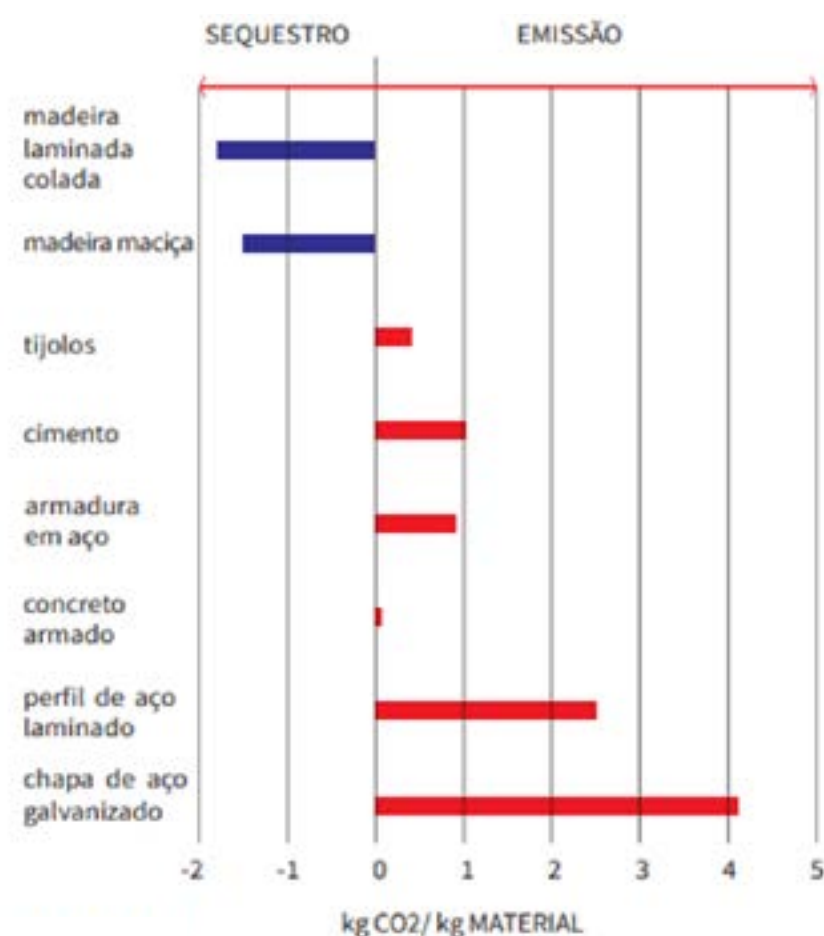


Gráfico 01 - Emissão e sequestro de Carbono
Fonte: Bois: Systèmes constructifs, de Josef Kolb

Madeiras Brasileiras

Comparando países de tradição em construção em madeira, como Finlândia e Japão, o Brasil apresenta grandes vantagens por produzir e utilizar madeiras com grande qualidade e rápido crescimento.

A matéria-prima tropical é incomparável por sua densidade, próxima ou superior a 1 t/m3 em diversas espécies; pela sua resistência às intempéries e aos ataques biológicos por insetos e fungos; pela variedade de cores e texturas (MULLER, *Madeira como Estrutura*, 2005).

Com os números de desmatamento de florestas nativas crescendo a cada dia, principalmente na floresta amazônica, de modo ilegal e predatório, as florestas plantadas surgem com o papel de produção de madeira para extração de modo que atendam um plano sustentável de produção, plantio, manejo e colheita.

As florestas plantadas, em sua maioria são compostas por árvores de Pinus e Eucalipto e destinam-se à produção de celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal e biomassa. Em 2016, a área ocupada por estas totalizou 7,84 milhões de hectares, representando 1 % do território nacional e responsabilizando-se por 91 % de toda a madeira produzida no país para fins industriais (IBÁ, 2017 apud LOTUFO, 2018).

Com relação a extração da madeira, de forma legal e ética, é realizada por meio de manejo florestal, como forma mais viável de preservação dos recursos naturais.

Por manejo entende-se uma produção de madeira que, além de atender por completo às leis ambientais e trabalhistas vigentes no país, deve ser realizada de forma: a) ambientalmente sustentável — uma área de manejo explorada só volta a ser objeto de corte num prazo de 25 anos, para dar tempo à natureza de recuperar o seu estoque; b) socialmente justa — as necessidades das comunidades tradicionais têm prioridade sobre quaisquer outras atividades econômicas; simultaneamente, a empresa é obrigada a coibir qualquer forma de trabalho ilegal, cumprir todas as normas de segurança no trabalho e providenciar cursos de educação e formação técnica para os funcionários e suas famílias; c) economicamente viável — a exploração da madeira deve ser legal e não-predatória; deve gerar renda, remunerando adequadamente o trabalhador e fixando a população local com emprego estável e qualificado (MARTINS, *Madeira como Estrutura*, 2005).

A utilização de madeira industrializada tem se tornado realidade nas últimas décadas no Brasil, com o avanço tecnológico empregado na utilização de madeira. O “Projeto Moradias Infantis” (Figuras 10 e 11), dos escritórios brasileiros Aleph Zero e Rosenbaum, localizado em Tocantins, foi construído em Madeira Laminada Colada (MLC) pela Ita Construtora e possui grande reconhecimento, inclusive sendo ganhador de diversos prêmios nacionais e internacionais devido suas soluções construtivas, quanto por sua visão em imaginar a arquitetura como ferramenta para a transformação social.

Trata-se da reformulação da escola rural da Fazenda Canuanã, que acomoda de 540 crianças, alunos da Fundação Bradesco, englobando cerca de 23.000m² de área construída. Segundo a Ita Construtora, a opção pela MLC como solução construtiva foi uma resposta técnica, econômica e logística às questões de implantação e escala.

Figura 10 - Fachada Projeto Moradias Infantis



A completa pré-fabricação de todas as peças de madeira permitiu uma rápida execução e montagem da estrutura em um local de difícil acesso, produzindo pouco lixo e materiais residuais durante a obra. Cada vila é sombreada por uma grande cobertura de beirais generosos com duas aberturas que conformam pátios centrais no nível térreo. Espaços de convívio e lazer se intercalam com os blocos de dormitório no nível dos pátios e ocupam os mezaninos.

Figura 11 - Interior Projeto
Moradias Infantis



A proposta para esta edificação se concentra na mudança do conceito de alojamento para o conceito de moradia, aliando tecnologia social da arquitetura como ferramenta de transformação social, capaz de conectar os mais jovens com os saberes dos seus antepassados. Os arquitetos indagaram aos alunos sobre “o que faz Canuanã ser minha casa?” e através das respostas, juntamente com a imersão dentro do internato, em visitas no entorno e a nas residências das famílias desses jovens, obtiveram as melhores respostas para a criação da nova habitação (ARCHDAILY, 2017; ROSENBAUM, 2016).

Fotos das Moradias Infantis
de Canuanã, Fundação
Bradesco (Rosembaum, 2017
& Ita Construtora, 2017)

O Projeto

O partido

O objetivo deste trabalho final de graduação é desenvolver um projeto que busque a transformação daqueles que o ocupam. Tendo em vista a influência da arquitetura escolar no desenvolvimento das crianças, o projeto busca promover espaços que favoreçam as trocas entre todos presentes no processo de aprendizagem: alunos, professores e o espaço em si. Levando em consideração os conceitos construtivistas defendidos por Piaget, o projeto propõe espaços flexíveis e dinâmicos, com salas de aula com uma quantidade reduzida de alunos, aumentando as formas de interações entre os alunos, com a espacialidade do local, a escola em si e o contexto no qual está inserido.

Como objeto final, será apresentado um projeto de escolas modulares e flexíveis em madeira industrializada pré-moldada, com a proposta de reunir arquitetura, conforto térmico, design e que possa ser implantado por todo o Brasil, se adaptando às necessidades locais, terrenos e condições climáticas.

Com relação ao público alvo, o projeto atende crianças de 7 a 14 anos, englobando todo o ensino fundamental básico (I e II), do primeiro ao novo ano escolar.

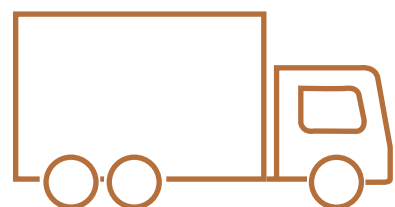
O transporte

Tratando-se de um projeto que visa implementar escolas, com infraestrutura adequada, por todo Brasil, a logística de transporte torna-se um ponto muito importante, considerando a dificuldade de acesso em diversas cidades, vilas e vilarejos, que contam com estradas sem pavimentação e com falta de infraestrutura urbana.

Sendo assim, o transporte é um ponto vital para o desenvolvimento deste projeto. A definição do modelo de veículo é essencial, uma vez que o tamanho e capacidade de carga são fatores determinantes de desenho, devendo ser levados em consideração para o desenvolvimento das modulações e grelhas estruturais utilizadas no projeto.

Para a realização do transporte das peças do projeto, foi escolhido o modelo de caminhão VUC (Veículo Urbano de Carga). Este caminhão é considerado de pequena dimensão, com capacidade de carga de 3 toneladas e comprimento de até 6,3m, além de ser um caminhão muito popular no Brasil.

Partido das dimensões do caminhão foi delimitado dimensões máximas de vãos para o projeto, e assim foi possível definir a grelha estrutural de 4x4m.



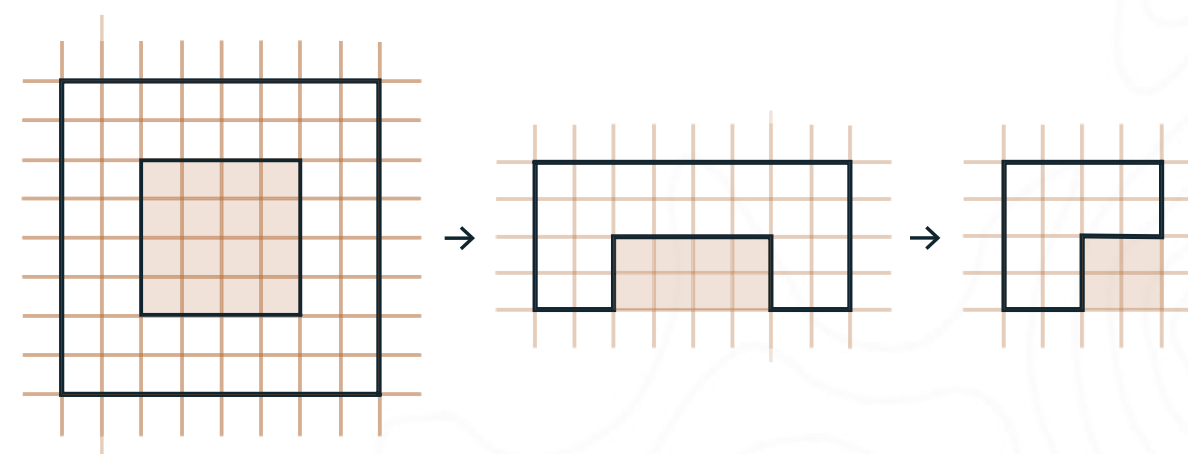
Caminhão VUC
2,2x5,00x3,50m (LxPxA)

O pátio

Com o objetivo de promover a socialização das crianças no espaço escolar, o projeto terá como espaço principal o Pátio. Os demais espaços se formarão ao seu redor, proporcionando a uma integração visual e sensitiva. Com relação a idealização dos pátios escolares, as arquitetas do coletivo catalão Equal Saree afirmam:

“Podemos dizer que o pátio da escola é um dos primeiros espaços públicos onde nossas crianças aprendem a socializar. Com o passar do tempo, tudo que vivem ali acabará se reproduzindo nos espaços públicos da vida adulta.”

A partir das delimitações de medidas definidas pelo transporte, juntamente a predominância do pátio no projeto, foi desenvolvido a modulação e flexibilização das tipologias de projeto: Planta 2s, Planta 4s e Planta 10s.



Evolução de formas | Sem escala

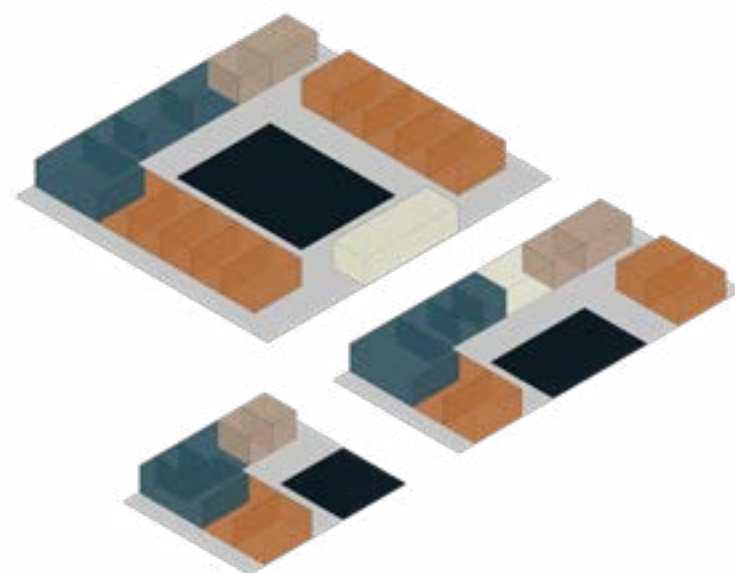
Programa

Com o intuito de projetar escolas em três diferentes escalas, para assim se adequar às necessidades do local de implantação, o programa é distribuído de forma a se adaptar a quantidade de alunos para cada planta.

Partindo da premissa da importância do pátio, além de ser o espaço delimitador das plantas, largos corredores que circundam o pátio e as salas de aula tem a importante função de espaço de transição, com flexibilidade para ser ocupados pelas próprias salas de aula, em atividades que necessitem de espaços maiores ou atuando como continuação do pátio, por meio de vedações flexíveis que permitam a conexão entre o externo e interno, variando de acordo com a necessidade da atividade e programa escolar.

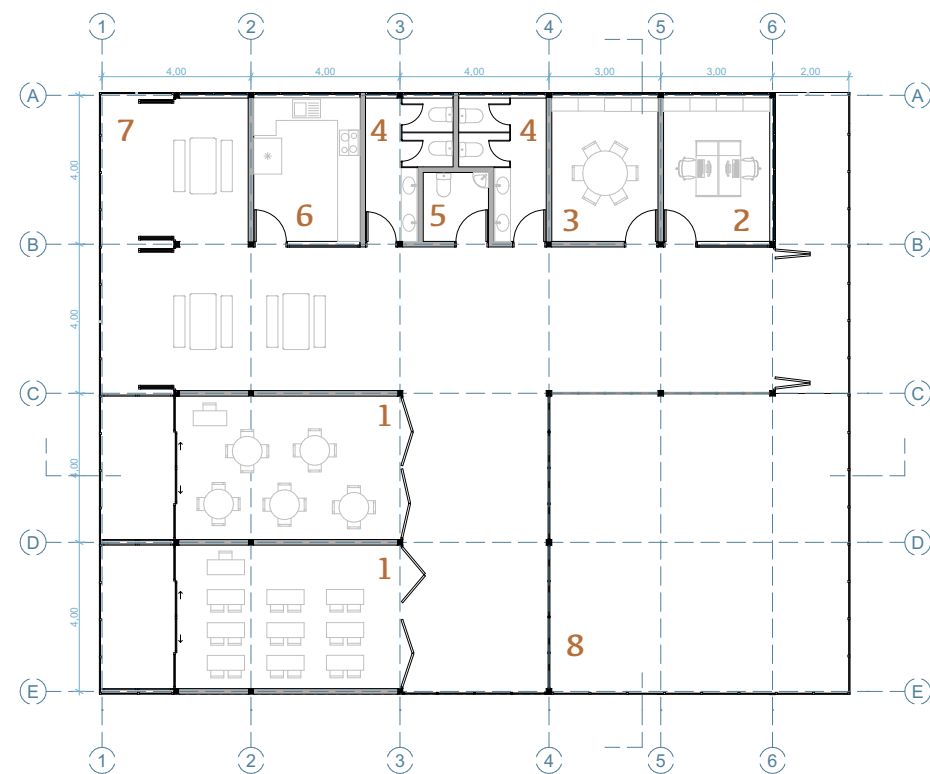
Além da possibilidade de flexibilização das salas de aula para os corredores, todas as salas possuem varandas, que, além de permitir uma maior conexão com o entorno, funcionam como extensão da sala de aula.

- Sala de Aula
- Serviços (banheiro, refeitório e cozinha)
- Sala Professores e Administração
- Biblioteca
- Circulação
- Pátio



Plantas e Cortes

O projeto é caracterizado pelos espaços de socialização, que ganham grande parcela do espaço da escola. As salas de aula são dispostas voltadas para estes espaços de modo a serem utilizados frequentemente durante as aulas. A área administrativa é localizada próximo ao acesso ao edifício para maior controle de fluxo. Espaços servidores (banheiros e cozinha) são dispostos próximos devido sua necessidade de infraestrutura de água e esgoto. O refeitório está localizado de modo que os usuários tenham contato com o entorno durante as refeições.

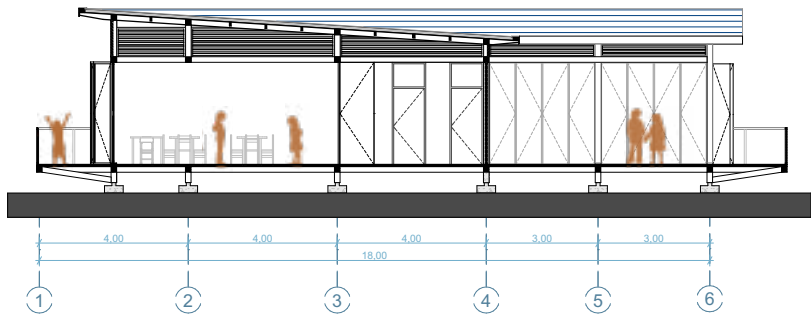


Planta 2s
320m²
2 salas - 36 alunos por turno

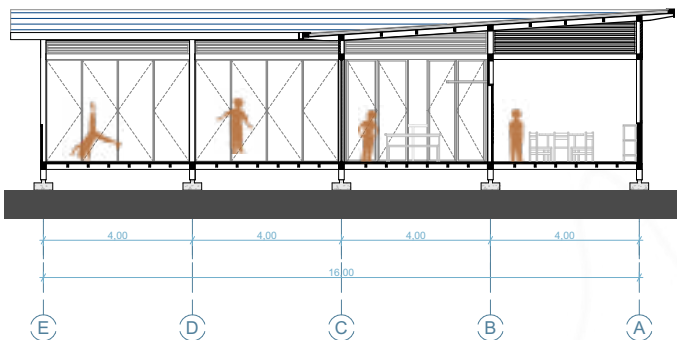


- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 - Salas de Aula (22m ²) | 5 - Banheiro PNE (3m ²) |
| 2 - Administração (11m ²) | 6 - Cozinha (11m ²) |
| 3 - Sala Professores (11m ²) | 7 - Refeitório (30m ²) |
| 4 - Banheiros (7m ²) | 8 - Pátio (48m ²) |

Devido o caráter flexível do projeto, que prevê diferentes tipos de implantação, foram realizados ensaios em três tipos de terreno: plano, declive e sob águas. A Planta 2s tem como implantação um terreno plano, com estrutura apoiada em fundações em concreto e elevada do nível do terreno.



Corte Longitudinal

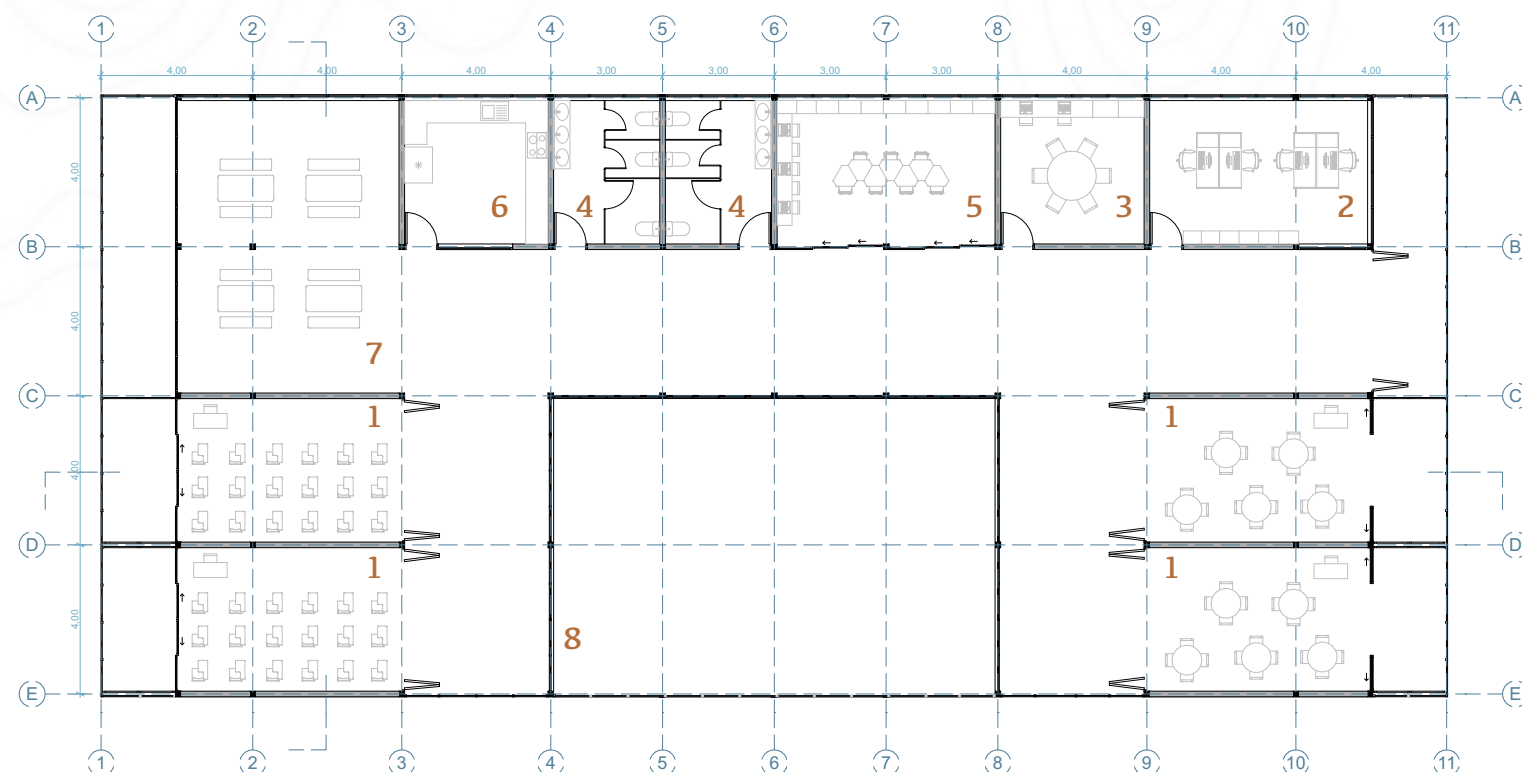


Corte Transversal





Escola 2s | Fachada



Planta 4s

576m²

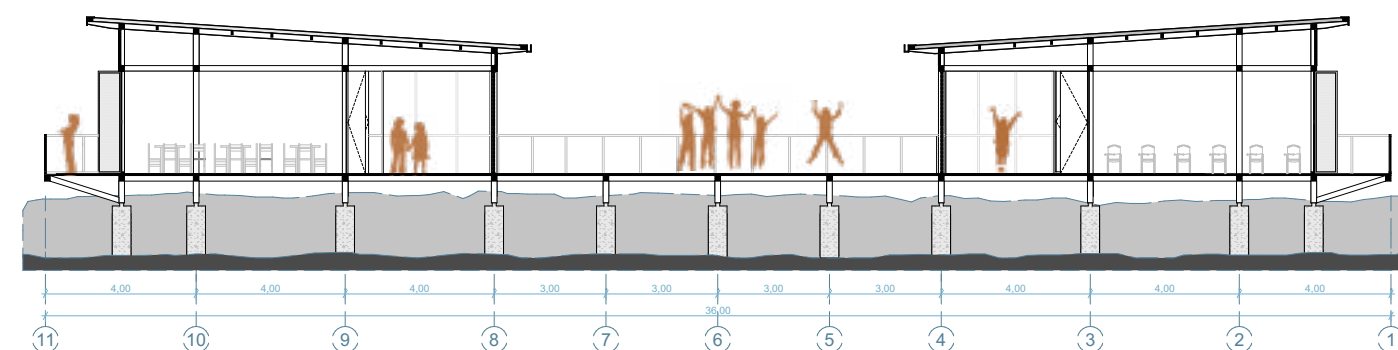
4 salas - 72 alunos por turno

0 1 3 5m

- 1 - Salas de Aula (22m²)
- 2 - Administração (22m²)
- 3 - Sala Professores (15m²)
- 4 - Banheiros (11m²)

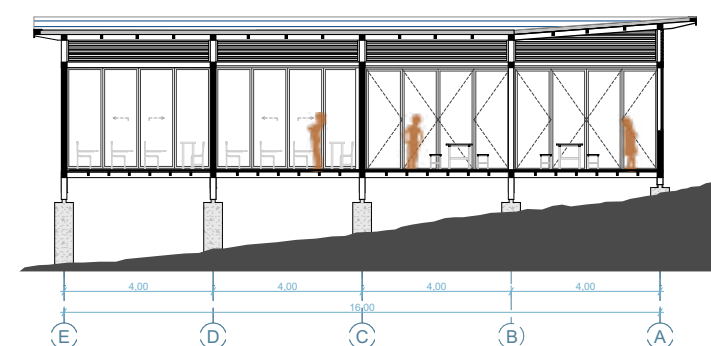
- 5 - Biblioteca (22m²)
- 6 - Cozinha (15m²)
- 7 - Refeitório (46m²)
- 8 - Pátio (95m²)

A Planta 4s tem como implantação de ensaio um terreno em aclave, devido a estrutura elevada, a diferença do terreno é vencida com pilares em concreto que apoiam o edifício, o mantendo no nível do ponto mais alto do relevo.



Corte Longitudinal

0 1 3 5m

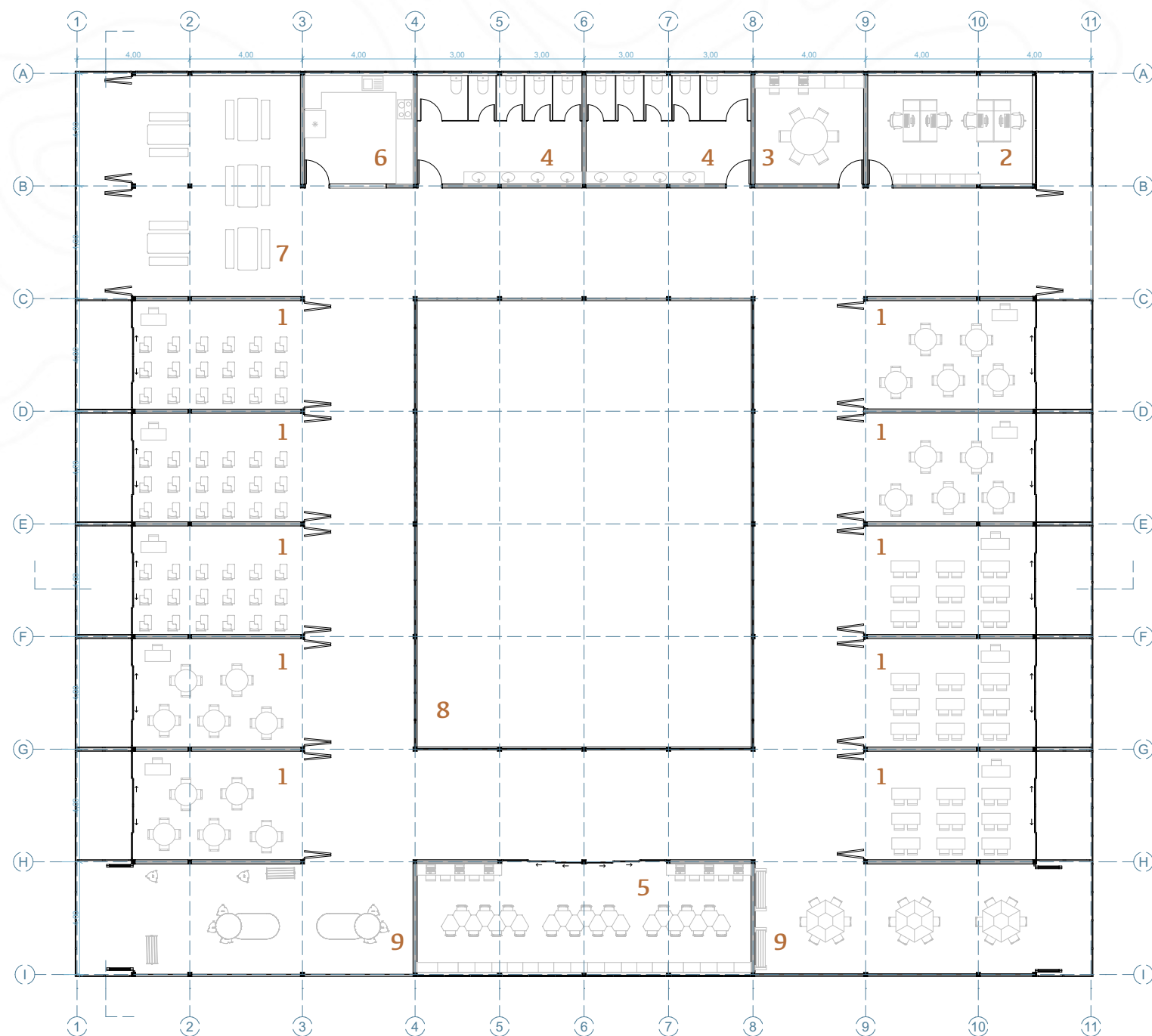


Corte Transversal

0 1 3 5m



Escola 4s | Varandas

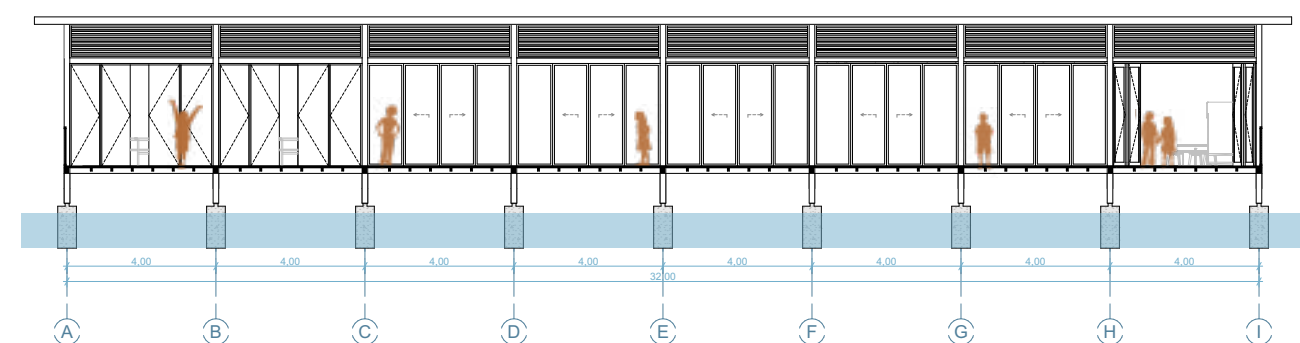


Planta 10s

1152m²
10 salas - 180 alunos por turno

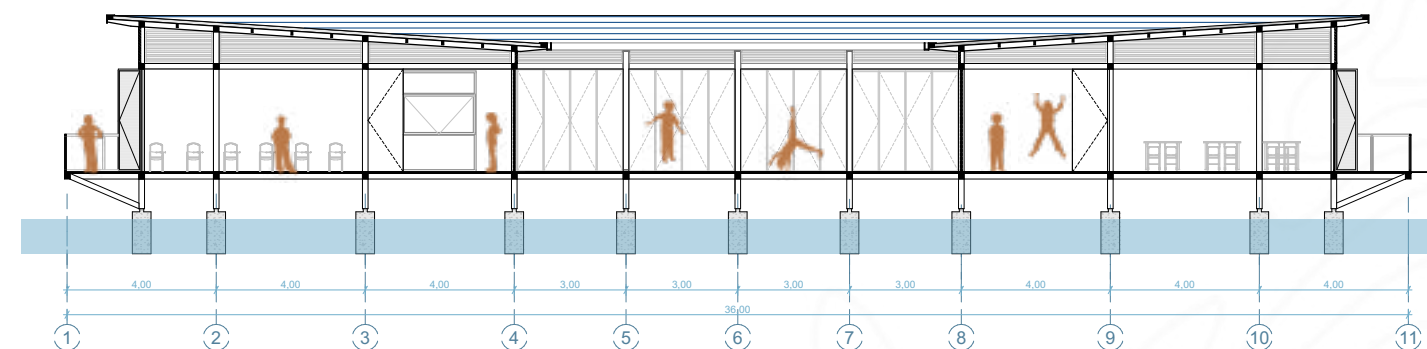
- | | |
|--|---|
| 1 - Salas de Aula (22m ²) | 6 - Cozinha (15m ²) |
| 2 - Administração (22m ²) | 7 - Refeitório (49m ²) |
| 3 - Sala Professores (15m ²) | 8 - Pátio (192m ²) |
| 4 - Banheiros (22m ²) | 9 - Área Atividades (38m ²) |
| 5 - Biblioteca (46m ²) | |

A Planta 10s tem como implantação de ensaio sob águas de um rio, considerando uma estrutura palafítica, em apoios de concreto.



Corte Longitudinal

0 1 3 5m



Corte Transversal

0 1 3 5m



Escola 10s | Fachada

Cobertura em painel sanduiche

Estrutura de sustentação do
telhado em MLC

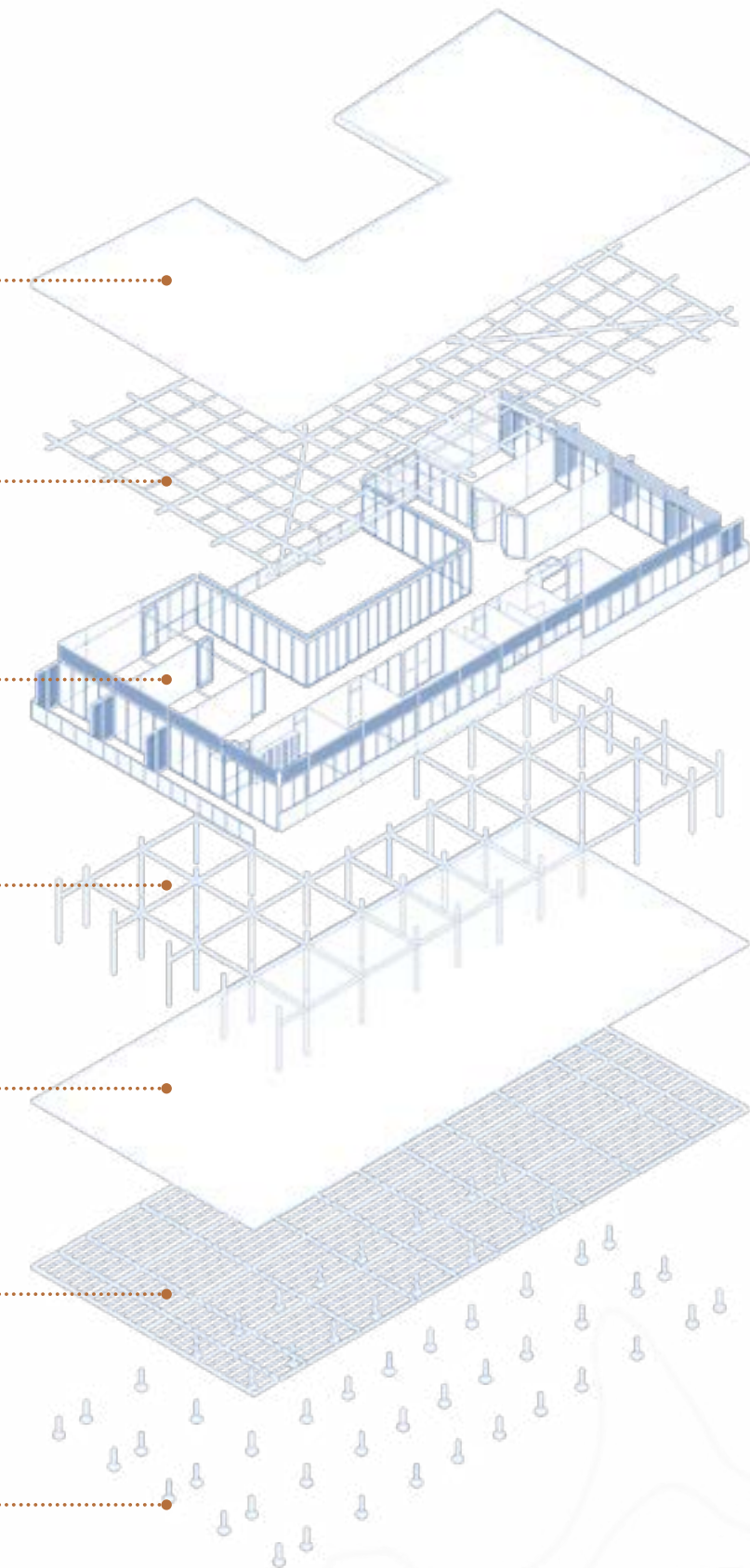
Vedações (painel OSB e divisórias)

Pilares e vigas em MLC

Painel wall

Barrotes em madeira

Pilares de madeira em apoios
de concreto

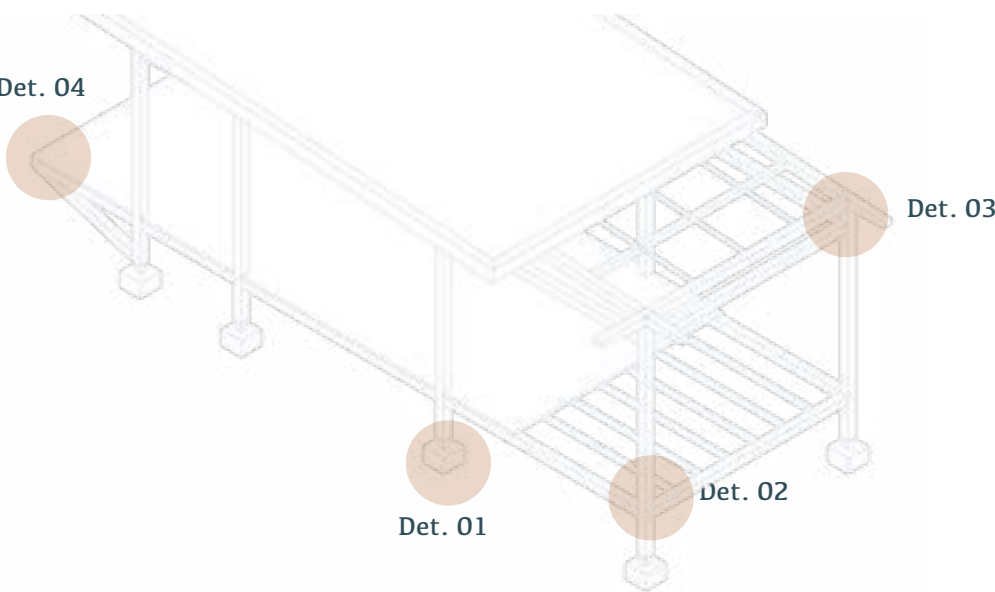


Perspectiva Isométrica Explodida| Sem Escala

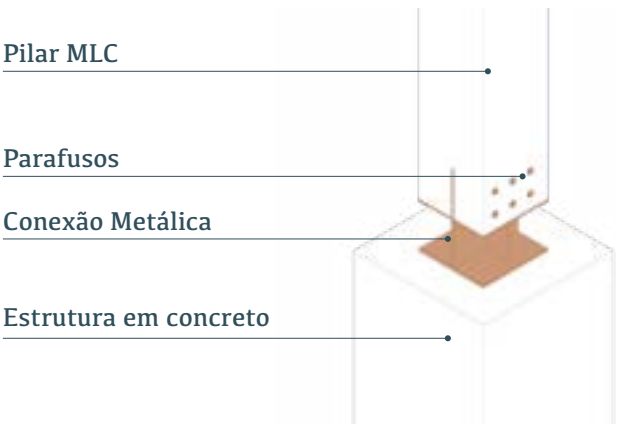
Estrutura

O material principal utilizado é a madeira. O Eucalipto foi escolhido devido a grande produção desta madeira no Brasil, além de possuir grande resistência estrutural. A madeira será utilizada da forma industrializada, em MLC (Madeira Laminada Colada) devido ao seu potencial estrutural, durabilidade e fácil montagem e transporte.

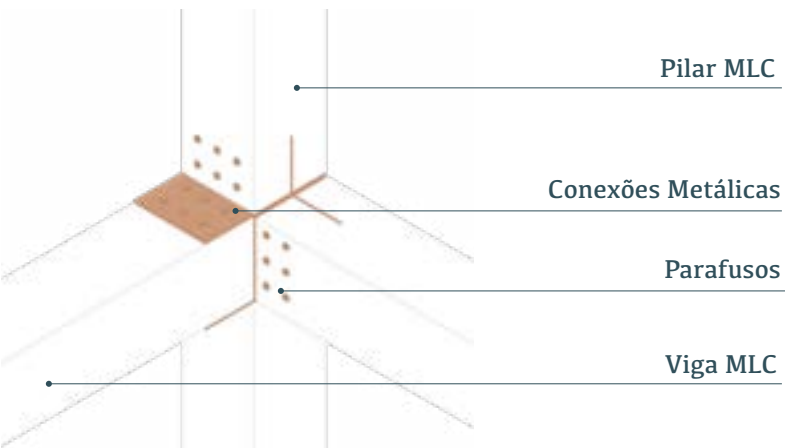
As fundações e bases da estrutura são feitas em concreto, garantindo maior durabilidade da estrutura, visto sua resistência em contato com intempéries, evitando a danificação e apodrecimento da madeira. As fundações são conectadas aos pilares de madeira por meio de conexões metálicas e parafusos (det.01). Os pilares se fixam nas vigas por meio de conexões metálicas (det.02), que garantem maior resistência a estrutura. A estrutura da cobertura é composta de vigas, terças e caibros de madeira, quais sustentam as telhas sanduiche, que avançam sobre a estrutura, a protegendo de intempéries e garantindo sua duração (det.03). As varandas são sustentadas por vigas apoiadas em pilares transversais, conectados por conexões metálicas e parafusos (det.04).



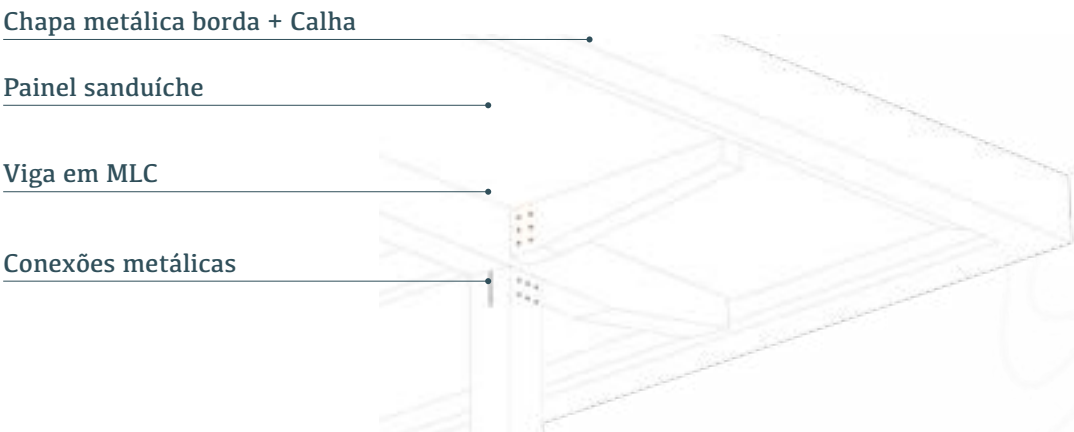
Isométrica da estrutura| Sem escala



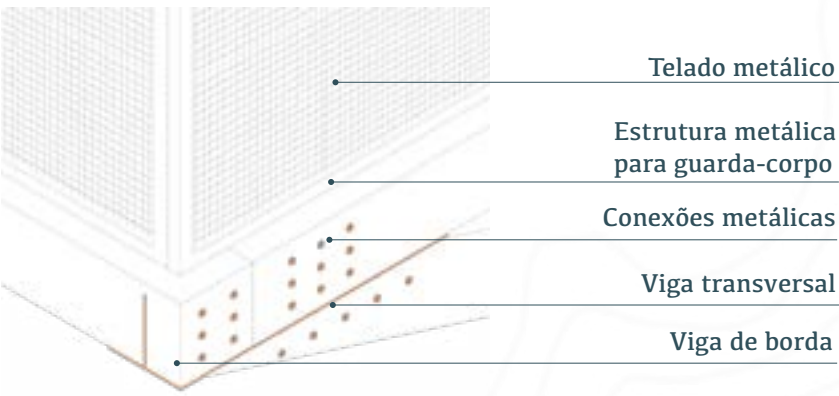
Detalhe 01
Encontro fundação e pilar



Detalhe 02
Encontro viga e pilar



Detalhe 03
Cobertura

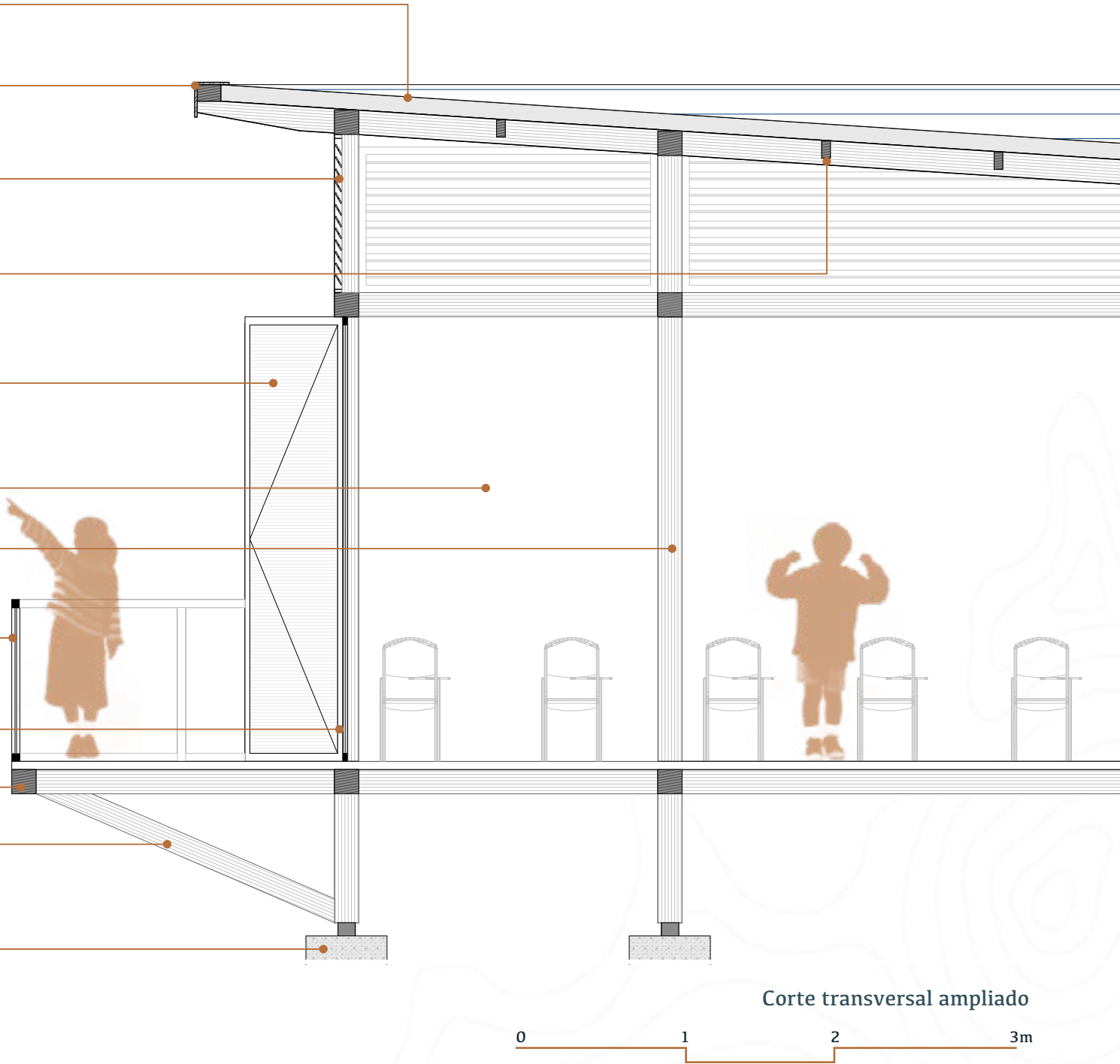


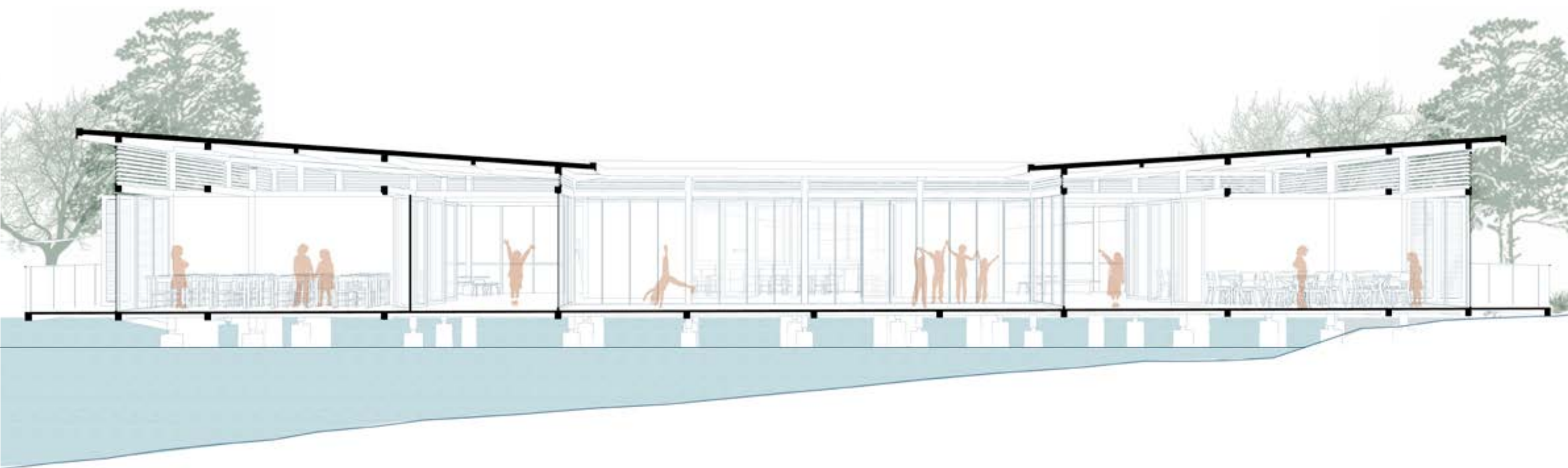
Detalhe 04
Estrutura varanda +
guarda-corpo

Flexibilizações

A flexibilização do projeto, além das diferentes plantas e formas de implantação, se dá nos materiais. Como forma de difundir o projeto pelo Brasil, e se adaptar aos diferentes climas e regiões, as vedações são mutáveis. Para as portas e divisórias, foi considerado esquadrias metálicas com fechamento em vidro, policarbonato ou telado metálico. Estas alternativas de fechamento permitem a adaptabilidade do projeto aos diferentes climas, onde em lugares com uma maior predominância de clima árido, a melhor alternativa é o telado metálico, que permite uma ventilação constante. Em climas com variações consideráveis de temperatura, o policarbonato na forma alveolar é uma alternativa interessante, isolando internamente o ambiente e impedindo trocas de calor com o ambiente externo. Em climas com temperaturas mais baixas, a escolha do vidro permite a entrada de incidência solar, ao mesmo tempo que isola o ambiente.

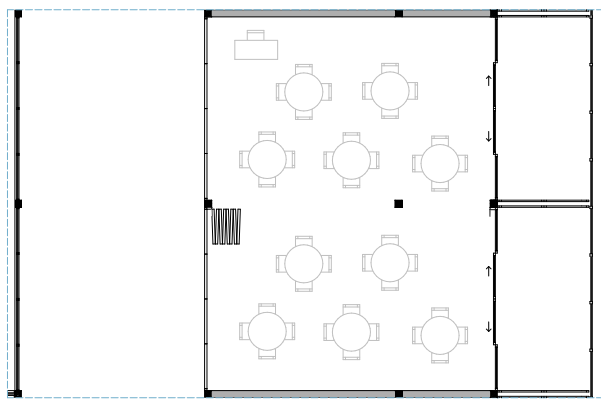
- Cobertura painel sanduíche
- Estrutura metálica de borda (det.03)
- Fechamento para ventilação cruzada brise metálicos
- Caibro de madeira
- Porta veneziana
- Painel OSB para vedação entre ambientes
- Pilar em MLC
- Guarda corpo em estrutura metálica e telado
- Porta de correr (vedação em vidro, policarbonato ou telado)
- Viga em MLC (det.04)
- Viga transversal
- Pilar em concreto (det.01)





Corte perspectivado | Sem escala

Flexibilização das salas de aula
Salas conectadas por divisórias



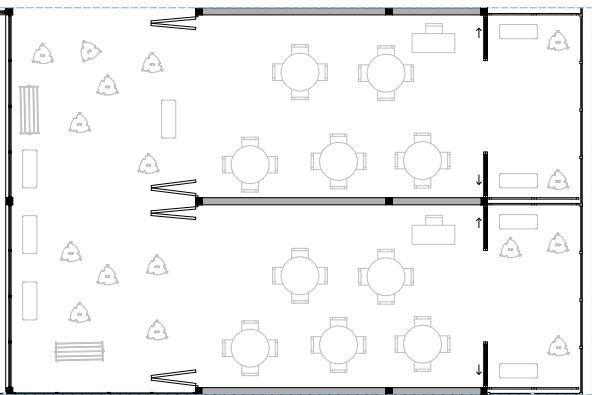
Planta ampliação salas de aula
Divisórias

0 1 3 5m



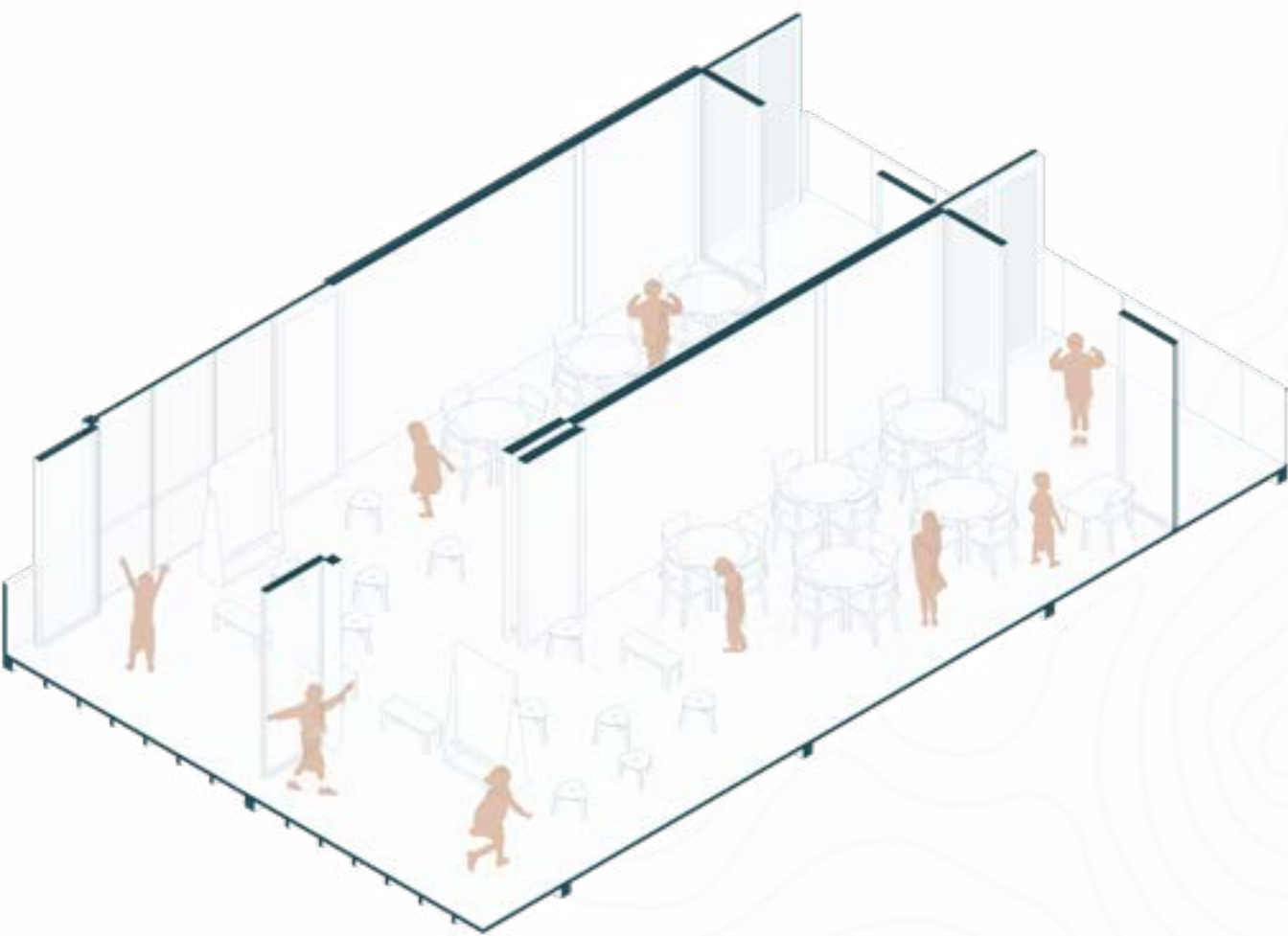
Isométrica ampliação salas de aula | Sem escala

Flexibilização das salas de aula
Salas utilizando o corredor e varanda



Planta ampliação salas de aula
Corredor e varanda

0 1 3 5m

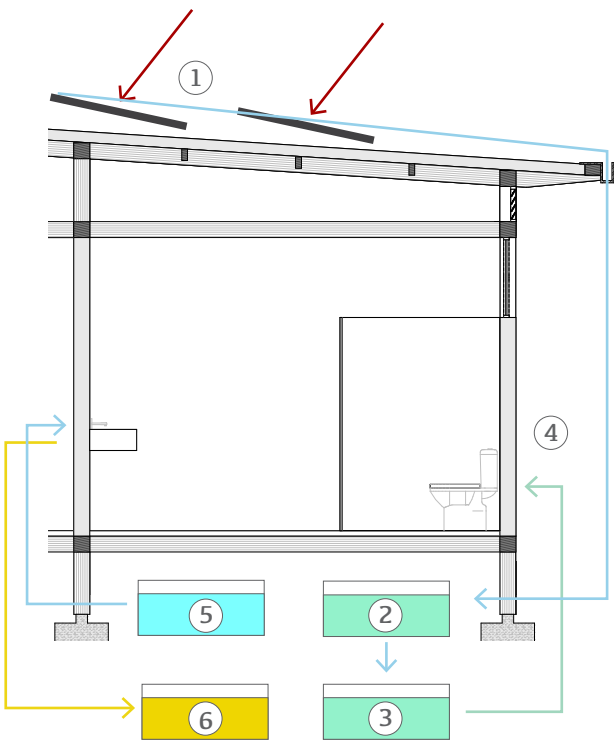


Isométrica ampliação salas de aula | Sem escala



Infraestrutura

Para que o projeto seja viável nas mais diversas realidades e infraestruturas, foi necessário esquematizar uma forma alternativa de abastecimento de água e captação de energia. O projeto prevê um sistema de coleta e tratamento de água da chuva para a utilização em vasos sanitários, irrigação e limpeza da escola. Considerando localizações com falta de saneamento, o sistema de fossa séptica biodigestora é utilizado para o tratamento do esgoto. São utilizadas também placas de energia solar para a captação de energia, a tornando parcialmente independente de sistemas externos, dependendo apenas de água potável para consumo e preparo de alimentos, podendo ser fornecidos por caminhões-pipas para o abastecimento do reservatório de água potável.



Sistemas:

- 1- Captação de energia solar
- 2 -Captação e tratamento de água da chuva
- 3 - Reserva de água pluvial
- 4 - Uso de água pluvial nos vasos sanitários
- 5 - Reservatório de água potável (concessionária)
- 6 - Tratamento de esgoto

Diagrama sistemas | Sem escala

A cobertura possui um papel fundamental no conforto térmico da escola. A telha painel sanduíche, é feita de poliuretano revestido por telhas metálicas, permitindo uma menor transmissão de calor para o ambiente interno. Os beirais da cobertura têm função de proteger o edifício de chuvas e da incidência solar direta no interior do edifício nos horários mais quentes do dia. O projeto possui também, um sistema de ventilação cruzada, que permite a entrada e saída constante do ar, o renovando e promovendo um maior conforto térmico.

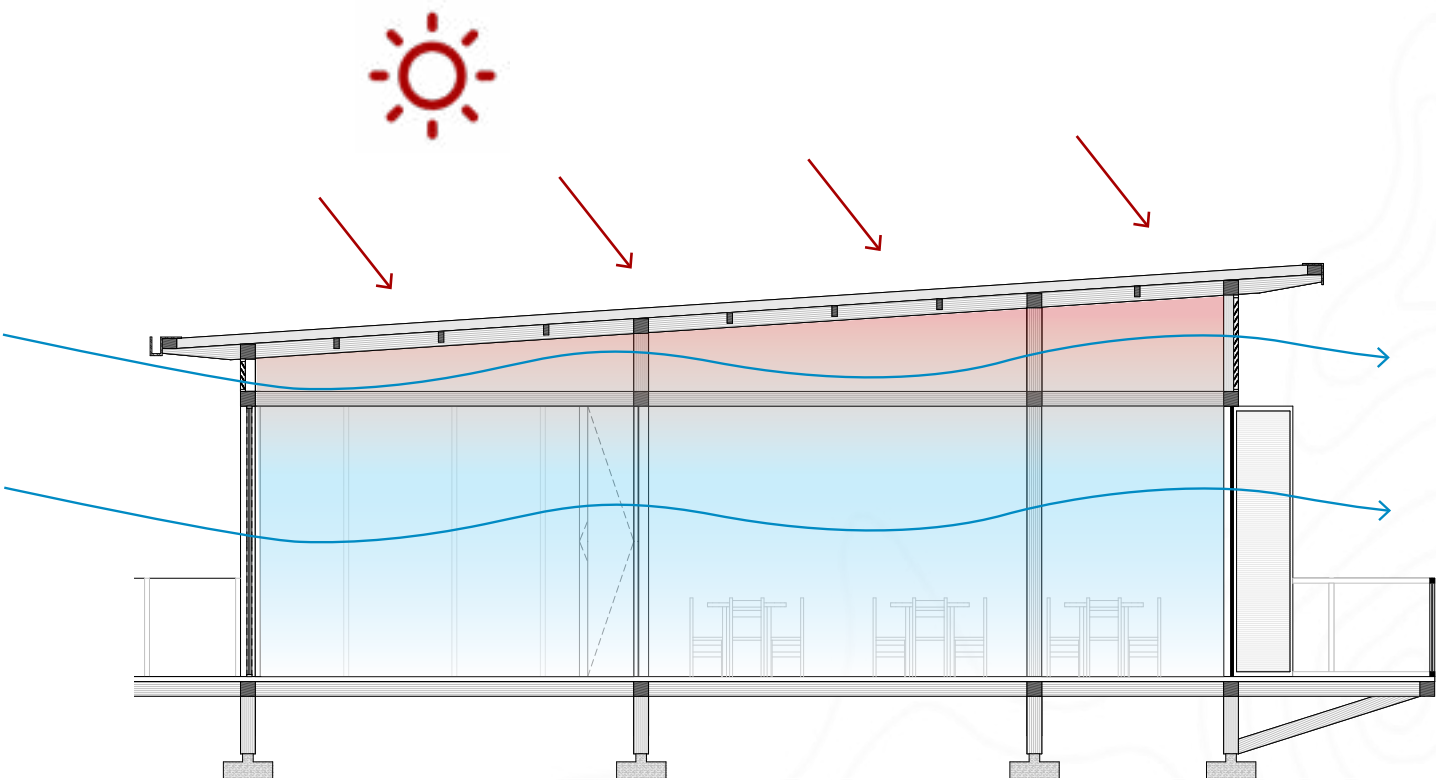
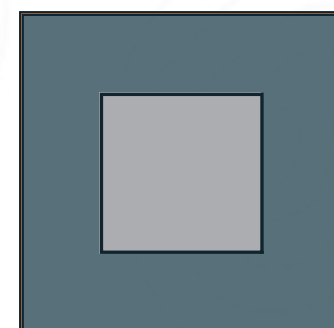


Diagrama conforto térmico | Sem escala

Para o melhor entendimento do volume de transporte necessário na construção de cada tipologia de escola, foi realizado um ensaio da organização dos componentes no compartimento de carga do tipo de caminhão escolhido. A organização dos componentes foi feita de acordo com a ordem de montagem: vigas e pilares em MLC, painel wall, vedações e telhas painel sanduiche.



Planta 10s

x4



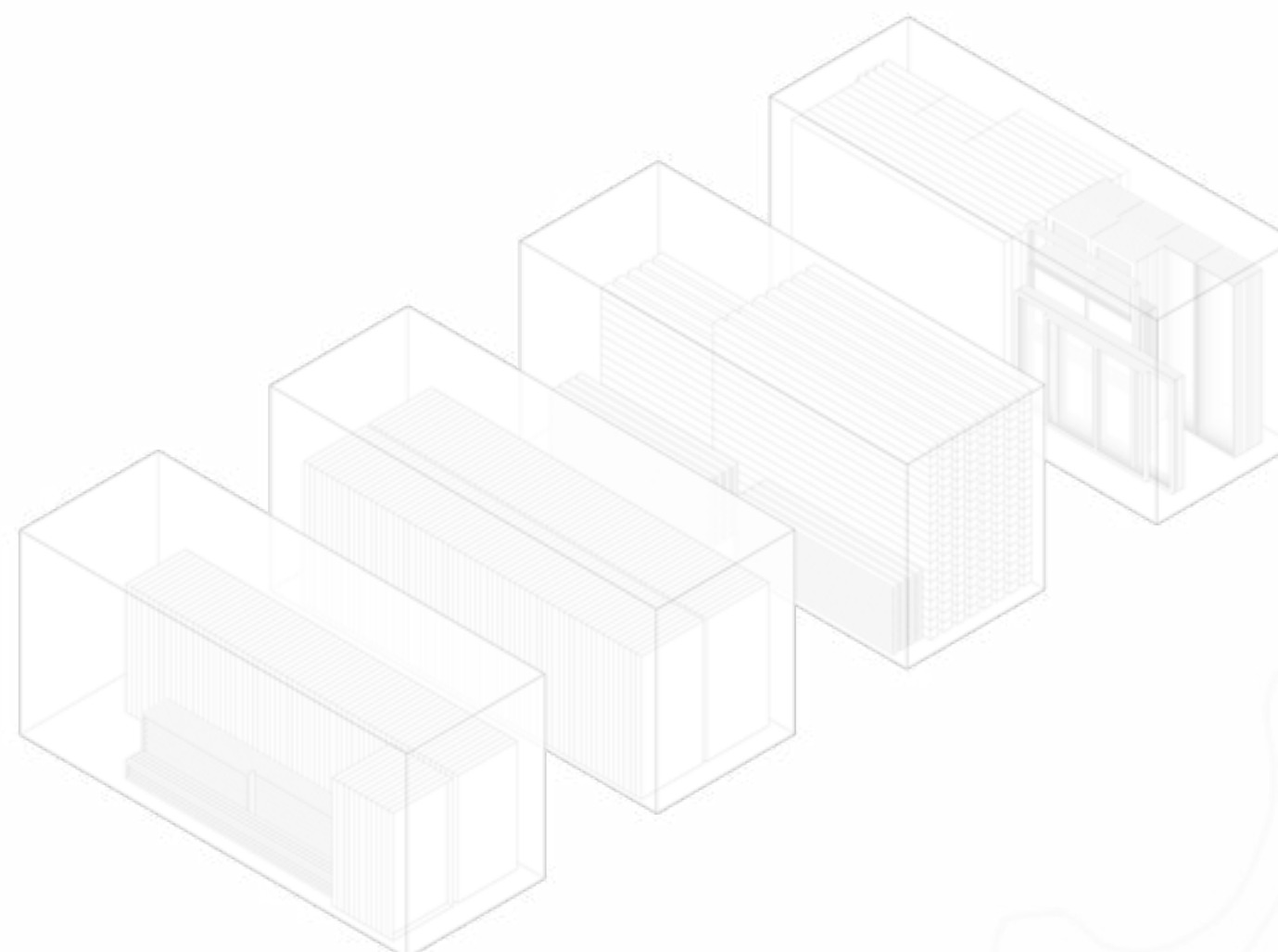
Planta 4s

x2



Planta 2s

x1



Esquema de transporte das peças | Sem escala





Escola 4s | Pátio



Considerações Finais

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, foi possível entender a importância do espaço escolar na vida das crianças, não só no âmbito acadêmico, mas também como lugar de descobertas, interações, desafios, acolhimento e afeto.

Compreender as metodologias e teorias de aprendizagem foi essencial para relacionar como cada método é associado com o espaço e como a arquitetura influencia no modo como ele é explorado. Ainda que métodos tradicionais sejam predominantes, é importante estimular e instigar a implementação de soluções que transformem o processo de ensino.

Ainda que a precariedade do sistema educacional esteja relacionada a complexas situações sócio-políticas, o desenvolvimento de um projeto que mitigue uma parte da necessidade de arquitetura escolar de qualidade, torna-se importante à medida que possa impactar na vida dos alunos e da comunidade que utilizam deste espaço.

O trabalho aqui apresentado visa, não somente um projeto, mas uma sugestão de um como difundir escolas qualificadas e de infraestrutura adequada, visando não só a questão educacional, mas também o desenvolvimento social e comunitário, impactando no local onde está inserido.

Para Blikstein, na obra *Destinos: Educação Escolas Inovadoras*: “A ideia de educação universal, de qualidade, pública e gratuita talvez seja o mais ousado, difícil e ambicioso projeto do século 21”. Este trabalho também pode ser considerado uma ambiciosa ideia, contudo, provoca possibilidades para o defasado sistema de ensino atual, viabilizando inovações e soluções para um problema que afeta diariamente crianças por todo o País.

Referências Bibliográficas

AFLALO, Marcelo. **Madeira Como Estrutura: A História da ITA**. 1.ed. São Paulo. Editora Paralaxe, 2005.

AZEVEDO, Giselle. **Arquitetura Escolar e Educação: Um Modelo Conceitual de Abordagem Interacionista**. Tese de Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção. UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.

BRITO, Fernanda. “Estudo comprova que design interfere significativamente o aprendizado” 17 Jan 2013. ArchDaily Brasil. <<https://www.archdaily.com.br/br/01-91730/estudo-comprova-que-design-interfere-significativamente-o-aprendizado>> ISSN 0719-8906. Acesso em 10 de abril de 2022.

BUFFA, Ester. PINTO, Gelson A. **Arquitetura e Educação: organização dos espaços e propostas pedagógicas dos grupos escolares paulistas, 1893/1971**. São Carlos: EdUFSCAR/INEP, 2002.

CARVALHO, Amanda Beatriz Palma de. **Projetar e Construir com madeira: o legado de José Zanine Caldas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARVALHO, Mariana. **A infraestrutura escolar influencia no aprendizado?** 19 de janeiro de 2021. Disponível em: <[https://sebraepr.com.br/comunidade/artigo/a-infraestrutura-escolar-influencia-no-aprendizado#:~:text=Um%20estudo%20realizado%20pelo%20Banco,n%C3%A3o%20disp%C3%B5em%20de%20ambientes%20adequados](https://sebraepr.com.br/comunidade/artigo/a-infraestrutura-escolar-influencia-no-aprendizado#:~:text=Um%20estudo%20realizado%20pelo%20Banco,n%C3%A3o%20disp%C3%B5em%20de%20ambientes%20adequados.)> Acesso em 10 de setembro de 2022.

Como Anda a Educação? Episódio 4. Salas de aulas improvisadas, dificuldade no acesso à merenda, infraestrutura precária: o cenário das escolas estaduais indígenas em RR. 19 de maio de 2022. Disponível em: <<https://roraimaemtempo.com.br/educacao/sala-de-aulas-improvisadas-dificuldade-no-acesso-a-merenda-infraestrutura-precaria-o-cenario-das-escolas-estaduais-indigenas-em-rr/>> Acesso em 10 de setembro de 2022.

CHAHIN, Samira. **Cidade, Escola e Urbanismo: O programa Escola-Parque de Anísio Teixeira**. XIV Seminário de História da Cidade e do Urbanismo: Visões e Revisões do Século XX. São Paulo, 2016.

FRAGO, Antonio Vrao; ESCOLANO, Austin. **Currículo, espaço e subjetividade: a arquitetura como programa**. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

FREIRE, Paulo. **Educação na cidade**. São Paulo, SP : Cortez Editora, 2006

FERREIRA, Avany De Francisco. **Arquitetura escolar paulista: Estruturas pré-fabricadas**. FDE - Fundação para o Desenvolvimento da Educação, Secretaria da Educação, Governo do Estado de São Paulo, 2006.

HEER, Vicente. **Casa Módulo: Possibilidades com Madeira**. Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2020.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. Oficina de Textos, 2011.

LIMA, Mayume Souza. **Arquitetura e Educação**. Org. Sérgio de Souza Lima. São Paulo: Stúdio Nobel, 1995.

LIRA et. al. **A Relação Entre o Sucateamento das Escolas e o Processo de Ensino - Aprendizagem**. VI Congresso Nacional da Educação. Universidade Regional do Cariri- URCA.

LOTUFO, Gabriela. **Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: Processo construtivo e desempenho**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018

MARTINS, Alberto. **Madeira Como Estrutura: A História da ITA**. 1.ed. São Paulo. Editora Paralaxe, 2005.

MULLER, Dominique. **Madeira Como Estrutura: A História da ITA**. 1.ed. São Paulo. Editora Paralaxe, 2005.

NASCIMENTO, Mario Fernando Petrilli. **Arquitetura para educação: a contribuição do espaço para a formação do estudante**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012

OLIVEIRA, Elida. **Cresce o número de escolas públicas sem banheiro e internet banda larga; 35,8 mil não têm coleta de esgoto**. 21 de março de 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/volta-as-aulas/noticia/2021/03/21/cresce-numero-de-escolas-publicas-sem-banheiro-e-internet-banda-larga-coleta-de-esgoto-nao-chega-a-358-mil-predios-escolares.ghtml>>. Acesso em 17 de junho de 2022.

LOURENÇO, Paulo. BRANCO, Jorge. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI**. In: MELO, Arnaldo. RIBEIRO, Maria. História da Construção – Arquiteturas e Técnicas Construtivas. Braga: CITCEM/LAMOP, 2013.

PAZ, Daniel. **O homem que domou a fábrica: Inovação e Contexto na Obra de João Filgueiras Lima, o Lelé**. 5º Seminário Docomomo Norte/Nordeste. Projeto, Obra e Memória. Fortaleza, 2014.

PEREIRA, Andrea. **Madeiras brasileiras: guia de combinação e substituição**. 2.ed. Editora Blucher, 2013.

POMPEIA, Anna. **Arquitetar Vínculos: a potência educativa do espaço**. Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.

RIBEIRO, Heloisa. **Às margens da Educação**. Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

SÁTYRO, Natália; SOARES Sergei. **A infraestrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental: um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005**. Brasília, abril de 2007.

SOARES NETO et. al. **Uma escala para medir a infraestrutura escolar**. Est. Aval. Educ., São Paulo, v. 24, n. 54, p. 78-99, jan./abr. 2013.

SOUZA, José; SANTOS, Mathéus. **Contexto Histórico da Educação Brasileira**. Revista Educação Pública. V.19 nº12, 25 de junho de 2019. Disponível em <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/12/contexto-historico-da-educacao-brasileira>>. Acesso em 15 de setembro de 2022.