

# Estudo da viabilidade de utilização do método de construção modular em um projeto FNDE Proinfância tipo 2

Graziela Fernanda Schiehl<sup>1</sup>

Scheila Lockstein<sup>2</sup>

## Resumo

A construção modular é um método que utiliza módulos com medidas padronizadas a fim de facilitar a execução da obra, sendo conhecido pela rapidez e sustentabilidade na construção. Para identificar sua viabilidade de utilização foram realizadas pesquisas bibliográficas e a adaptação do projeto do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) Proinfância tipo 2, fornecido pelo Ministério da Educação (MEC), através do Software AutoCAD, buscando manter o layout similar ao projeto original e respeitar as normas e legislações vigentes. O comparativo foi efetuado através da orçamentação do método convencional com o projeto original, por meio da planilha fornecida pelo MEC. Já a cotação pelo método modular foi realizada por intermédio de empresas da área, onde a Polibox elaborou um orçamento preliminar com base no projeto adaptado e a empresa Home Lux & Work, que disponibiliza valores mínimos dos módulos em seu site, possibilitou uma estimativa do custo para a execução da edificação. Confrontando os três orçamentos foi possível identificar que o método convencional apresentou valores 11,31% e 25,56% menores que o método modular da empresa Polibox e Home Lux & Work, respectivamente. Em contrapartida, foi possível constatar através da comparação dos cronogramas fornecidos pelo MEC e pela Polibox que a execução pelo método modular é 37,5% mais rápida em relação ao convencional, tornando-o viável, pois a edificação finalizada em um tempo inferior significa que as atividades também poderão ser iniciadas antes do esperado, atendendo as necessidades.

Palavras-chave: modular; Proinfância; convencional; orçamento.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente as obras de construção civil ainda são executadas de maneira muito semelhante à de várias décadas atrás, manifestando um atraso com relação aos outros setores, pois apresenta pouca automação e otimização dos processos envolvidos. Em contrapartida a este fato, temos a construção modular, um método relativamente novo que tem apresentado inúmeras vantagens como, a redução de cronogramas, ausência de canteiro de obras, menor desperdício de materiais, além de ser considerado sustentável.

Ao nos depararmos com uma situação emergencial devido a pandemia do Covid-19, a China realizou a construção de dois novos hospitais modulares para atender os afetados

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina, campus de Joaçaba; grazischiehl@gmail.com

<sup>2</sup> Professora e Mestra, Universidade do Oeste de Santa Catarina; scheila.lockstein@unoesc.edu.br

pela doença que se originou em seu país, mas o que mais chamou a atenção neste fato foi a rapidez com que as obras avançaram, onde o primeiro deles foi o Hospital Huoshenshan com 25.000 m<sup>2</sup>, 1000 leitos e entregue em apenas 10 dias. Já o segundo foi o Hospital Leishensha ocupando uma área de aproximadamente 80.000 m<sup>2</sup>, 1600 leitos, realizado em apenas 15 dias (G1, 2020).

Tendo em vista que este método de construção através de módulos apresenta inúmeros benefícios (MODULAR BUILDING INSTITUTE, 201-), surge a questão: por que este método construtivo é pouco empregado no Brasil? Algumas hipóteses podem ser levantadas, como: questões culturais, já que é mais comum na América do Norte, Europa e Ásia, por falta de conhecimento na área por parte dos profissionais, visto que há um grande foco para a construção convencional de alvenaria e concreto armado no país, ou ainda pelo ceticismo da população em geral, pois tendem a associar a pré-fabricação de elementos a baixa qualidade.

Frente ao exposto, esta pesquisa visa o estudo da viabilidade de utilização do método de construção modular em obras públicas de educação infantil, por meio de um comparativo de custos com o método convencional utilizado no Brasil, possuindo como objeto de análise e adaptação o projeto FNDE Proinfância Tipo 2 com área interna de 775,85 m<sup>2</sup> e área coberta de 883,81 m<sup>2</sup>.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL

De acordo com Novelli (2018), a construção convencional é composta por pilares, vigas e lajes onde seus vãos são preenchidos com paredes de vedação, sendo na maioria dos casos tijolos cerâmicos. O peso da edificação é transferido pela estrutura de concreto armado até suas fundações e, após a execução da parte bruta da construção civil, realizam-se as instalações elétricas e hidrossanitárias com rasgos nas paredes e posterior acabamento, de acordo com a preferência do cliente.

### 2.2 RACIONALIZAÇÃO E COORDENAÇÃO MODULAR

Conforme a NBR 15873 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010) um conjunto modular é o agrupamento de componentes construtivos que juntos resultam em medidas previamente definidas e padronizadas por meio da coordenação modular, que tem como objetivo promover a compatibilidade entre os elementos e seus componentes construtivos.

Em outras palavras a coordenação modular busca racionalizar a variedade de medidas empregadas na construção de componentes de uma edificação, além de simplificar o processo de locação de obra para a instalação destes componentes, bem como facilitar

possíveis alterações futuras, proporcionando assim, intercambiabilidade de elementos da edificação (NBR 15873, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

## 2.3 CONSTRUÇÃO MODULAR

Conforme o Modular Building Institute (201-), a construção modular é um processo onde uma edificação é construída externamente, ou seja, em outro local que não seja o da obra, porém em cerca de metade do tempo. Nesses casos os edifícios são produzidos em Módulos e posteriormente montados no local, onde apresentaram as mesmas características e especificações determinadas em projeto.

A construção modular inclui muita logística, aspectos de montagem, coordenação, planejamento e integração, visto que há a necessidade de que todas as peças se encaixem no local durante a montagem. Geralmente os módulos vem de fábrica prontos, ou seja, com todas as instalações complementares necessárias, como rede de água, esgoto e elétrica (MUSA *et al.*, 2016).

Musa *et al.* (2016) também cita que as construções em módulos são mais rápidas, com menor desperdício e com uma maior qualidade do produto final, resultando em edificações mais sustentáveis.

Os métodos empregados para os módulos são os mesmos das construções convencionais pelo mundo, sendo elas o Steel Frame, Wood Frame e concreto armado, onde o mais usual são as estruturas em aço leve com isolamento térmico e fechamentos de placas de madeira ou cimentícias, conhecidas pelo nome de Steel Frame e caracterizado pela sua rápida execução (MUSA *et al.*, 2016).

### 2.3.1 Steel Frame

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) o Light Steel Frame, também conhecido por LSF, é um sistema construtivo em que a sua estrutura é constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio, sendo considerado um método industrializado que permite grande redução no tempo de execução, portanto, pode-se definir o sistema como um esqueleto estrutural em aço de vários elementos interligados de modo a formar um conjunto para resistir as cargas solicitantes da edificação.

Santiago, Freitas e Crasto (2012) ainda relatam que as principais vantagens de se utilizar o sistema é a grande tecnologia utilizada na construção, com maior controle de qualidade da matéria prima e da produção, durabilidade, facilidade de montagem, manuseio e transporte, pouco desperdício de materiais, grande desempenho termoacústico, rapidez de construção, possibilidade de reciclar a estrutura de aço por diversas.

De acordo com Alvarenga (2002, apud CAIADO, 2005) a construção utilizando Light Steel Frame apoia-se na teoria de construção modular, pois são utilizados componentes pré-fabricados, neste caso módulos, a fim de compor a edificação.

### 2.3.2 Método de Construção Modular

As dimensões individuais dos módulos são definidas a partir do método de transporte utilizado pelas indústrias, tomando como exemplo as empresas envolvidas no trabalho, pode-se citar que a Polibox utiliza módulos de 6,0m x 2,4m, com pé direito de 2,60 até 3,00m, enquanto a empresa Home Lux & Work trabalha com módulos de 6,0/4,5/1,5m x 3,0m com um pé direito de 3,0m.

As fundações são, na maioria dos casos, menos solicitadas devido à redução no peso da estrutura com a utilização de aços leves estruturais, sendo que usualmente são utilizadas fundações superficiais tipo sapatas corridas, sapatas isoladas ou radier em concreto armado, onde o radier é mais utilizado, seguido das sapatas (LIMA, 2008).

Santiago, Freitas e Crasto (2012) afirmam que as estruturas em LSF são autoportantes. Na maioria dos casos os perfis utilizados são perfilados e galvanizados onde a sua espessura varia de 0,8 a 0,3mm, sendo mais comum encontrarmos os formatos "U" enrijecido para montantes e vigas.

De acordo com Lima (2008), as paredes são compostas por guias e montantes a cada 40cm ou 60cm que transmitem as cargas verticais da estrutura, quando há interrupções nos montantes, como nos casos das esquadrias, são necessários reforços, como vergas e contra vergas definidas com o cálculo estrutural. As vedações podem ser realizadas com painéis de vedação rígidos pré-fabricados, como chapas de gesso acartonado, placas cimentícias, placas OSB, placas WWCB, bem como chapas metálicas.

Os pisos e lajes podem ser úmidas ou secas, sendo que as úmidas são compostas por uma chapa de aço ondulada e um contrapiso de concreto de 4,0cm até 6,0cm, já a laje seca utiliza placas aparafusadas sobre as vigas, servindo como contrapiso, onde as placas OBS (placas de tiras de madeiras orientadas) e as placas cimentícias são as mais comuns (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo a empresa Polibox (2019) e a empresa Home Lux & Work (201-) são aplicadas nas paredes internas argamassa cimentícia, massa acrílica e duas demãos de tinta acrílica, já na parede externa recebe textura tipo grafiato ou duas demãos de tinta acrílica, existindo ainda a possibilidade de aplicação de revestimentos.

A cobertura é individual para cada módulo e autoportante, estruturada com perfis metálicos galvanizados com telhas metálicas termoacústicas, com uma face trapezoidal, isolamento em EPS e telha ou forro plástico na parte interna. Cada módulo pode também ser complementado com platibanda metálica ou beiral (POLIBOX, 2019).

## 2.4 CUSTO: ORÇAMENTO

Segundo Mattos (2010), orçamento e orçamentação não devem ser confundidos, pois um é o resultado e o outro é o processo para sua obtenção, respectivamente. A definição

do preço de venda é apenas uma estimativa do custo do empreendimento, pois este é influenciado por diversos itens.

Um orçamento é determinado através da soma dos custos diretos, dos custos indiretos, dos impostos e ainda do lucro da empresa (BDI), chegando assim a um preço de venda que não deve ser baixo a ponto de não permitir lucro e nem alto a ponto de não ser competitivo com o mercado (MATTOS, 2010).

Para expor os custos diretos ao cliente é elaborada uma planilha contendo os serviços a serem realizados, sua quantidade com a unidade correspondente, o preço unitário para o serviço e cálculo do custo total, além do custo com administração local, canteiro de obra, mobilização e desmobilização (TISAKA, 2006).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO

As características do método de construção modular foram obtidas através de pesquisa bibliográfica em artigos e teses já publicadas na área, além da busca e contato com empresas que atuam neste ramo, como a Polibox, que desenvolve métodos alternativos para a fabricação de edificações na área da educação desde 2007 e possui uma fábrica voltada para a construção modular desde 2011 e, atualmente, atende grandes instituições de ensino públicas e privadas do Brasil, e com a empresa Home Lux e Work, a qual trabalha em diversos ramos do setor imobiliário e da construção civil, além da atuação no ramo da construção modular com foco principal em lojas, escritórios e galpões.

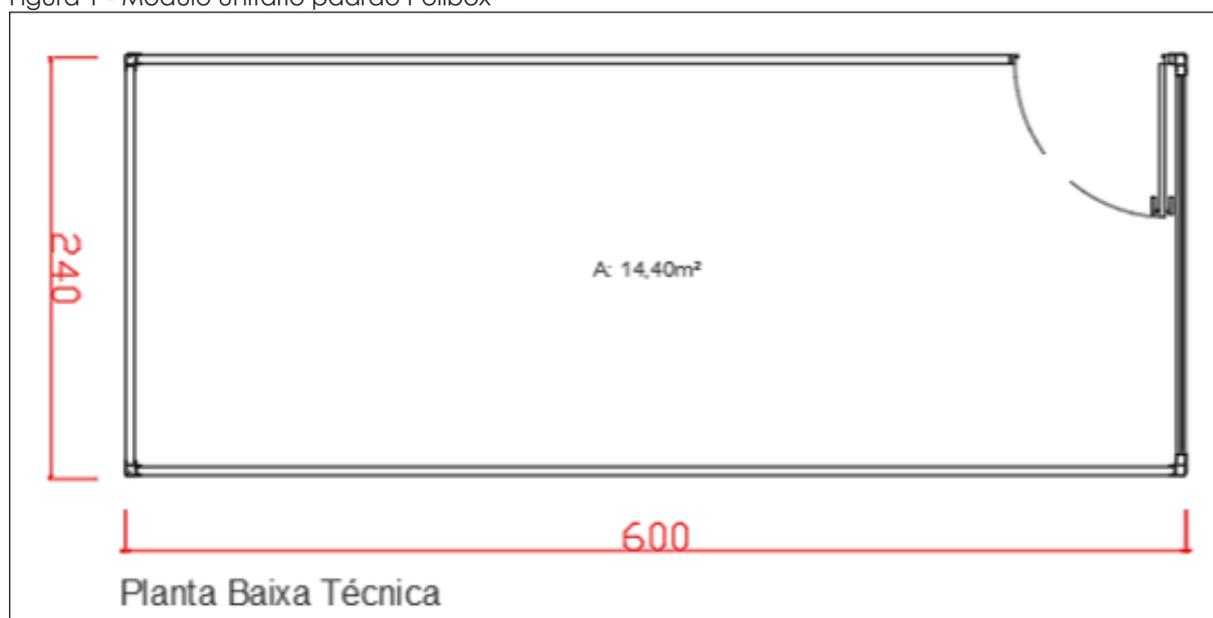
#### 3.2 ADEQUAÇÃO DO PROJETO FNDE PROINFÂNCIA

Para atingir o objetivo proposto, inicialmente, realizou-se uma pesquisa das empresas que atuam na área dentro do território nacional, encontrando apenas quatro que atendiam as necessidades desta pesquisa, posteriormente, foram realizados contatos através dos meios de comunicação, a fim de definir a possibilidade de colaboração, visto que era necessário o fornecimento das medidas padrões dos módulos e a realização do orçamento do projeto adaptado.

Ao final da etapa inicial obteve-se apenas uma empresa interessada em colaborar, a Polibox – Construção Modular, especializada em construções modulares educacionais e localizada em Guaramirim/SC.

Com o tamanho padrão dos módulos fornecido (Figura 1), iniciou-se o processo de adaptação do projeto FNDE Proinfância tipo 2 utilizando o software AutoCAD da Autodesk, visando sempre manter o layout similar ao original e atendendo as especificações do MEC e da NRB 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

Figura 1 - Módulo unitário padrão Polibox



Fonte: Polibox (2019).

Desta forma todos os ambientes foram modificados atendendo as recomendações de 1,30m<sup>2</sup> por aluno e 2,50m<sup>2</sup> por professor para as salas de aula, segundo a Lei Complementar n. 170 (SANTA CATARINA, 1998) e ainda de acordo com a NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), respeitou-se o vão livre de 0,80m para as portas de acesso comum, bem como as dimensões mínimas para sanitários acessíveis e a inclinação máxima para as rampas.

### 3.3 COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS

De forma a comparar o custo entre os métodos, realizou-se a orçamentação com o método convencional e com o método modular, onde para o método convencional utilizou-se o projeto FNDE Proinfância tipo 2 sem alteração e a planilha orçamentaria quantitativa fornecida pelo Ministério da Educação, a qual conta com as fundações tipo sapatas, estrutura em concreto armado, fechamentos em alvenaria, piso em concreto com revestimentos, esquadrias de alumínio e aço, bem como forro de placas de fibra mineral ou gesso e cobertura metálica com telhas tipo sanduíche.

Os valores utilizados são referenciados na tabela SEINFRA 026, sem desoneração, e na tabela SINAPI de Santa Catarina com data de referência técnica de 03/2020, não desonerada, sendo ambas as mais recentes disponíveis no dia de início do processo de orçamentação. Alguns itens do orçamento possuíam como fonte de valores uma composição de preço unitário (CPU), ou seja, uma composição de custos do mercado local. Estes serviços foram substituídos por itens semelhantes constantes nos referenciais mencionados.

O BDI utilizado foi de 31,25%, sendo este o indicado para o projeto pelo Ministério da Educação, portanto o valor total de cada serviço foi composto pelo custo unitário disponível

nas tabelas, de acordo com seu código de referência, acrescido de 31,25% de seu valor, compondo o custo unitário com BDI, por fim foi realizada a multiplicação do preço unitário com BDI pela quantidade de serviço, resultando no montante final.

O orçamento da parte modular foi realizado pela empresa Polibox com o projeto FNDE Proinfância tipo 2 adaptado nos módulos da empresa, porém este foi apenas preliminar, visto que o orçamento detalhado levaria muito tempo e teria um custo elevado para a empresa, portanto optou-se também pela utilização da planilha orçamentaria de um processo licitatório similar para verificar o valor de mercado. Outra forma de obtenção do custo para a construção em módulos foi por meio da empresa Home lux & Work, a qual disponibiliza em seu site alguns módulos padrões e seu custo mínimo de execução, onde através de uma modulação utilizando as dimensões disponíveis foi possível estimar o valor para a sua realização.

De modo a obter outro parâmetro de comparação, realizou-se ainda o confronto dos cronogramas estimados para a execução do projeto, onde para o método convencional o prazo foi obtido através do cronograma fornecido pelo Ministério da Educação e para o método modular pelo cronograma fornecido pela empresa Polibox.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 COMPATIVO ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Durante a realização das pesquisas bibliográficas e do contato com empresas que atuam na área de construção modular foi possível elaborar um quadro comparativo elencando as principais diferenças entre a construção convencional e a construção modular de maneira geral, conforme pode ser verificado no Quadro 1.

Quadro 1- Comparativo entre os métodos construtivos

Etapa	Convencional	Modular
Fundações	Superficiais tipo sapata ou profundas tipo estaca	Geralmente superficial tipo radier ou sapata
Estrutura	Vigas, pilares e lajes em concreto armado moldado <i>in loco</i> e, em alguns casos, pré-moldados de concreto	Perfis de aço formados a frio e galvanizados a fogo, soldados e parafusados entre si
Fechamentos	Alvenaria de blocos cerâmicos maciços, vazados ou blocos de concreto	Placas de OSB/painel Wall para fechamento, com placas cimentícias ou de gesso acartonado
Esquadrias	De alumínio, madeira ou metal com diversos tamanhos e disposições	A maioria das empresas utiliza alumínio. Possui dimensões limitadas devido a estrutura dos módulos

Etapa	Convencional	Modular
Revestimentos de paredes	As paredes recebem chapisco, emboço e, posteriormente, massa acrílica e pintura ou ainda revestimento cerâmico, de madeira, textura, etc.	As paredes recebem uma camada de argamassa cimentícia ou de gesso e posteriormente são pintadas, texturizadas, recebem revestimento cerâmico, etc.
Revestimentos de Piso	O piso pode ser de concreto, cerâmico, porcelanato, vinílico ou outros acabamentos	O piso pode ser de concreto, cerâmico, porcelanato, vinílico ou outros acabamentos
Cobertura	A estrutura é de madeira ou metálica, com telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento, concreto, etc.	A grande maioria das empresas realizam a cobertura com estrutura de aço leve e telhas metálicas
Instalações hidrossanitárias	Realizadas com tubulações de PVC embutidas nas paredes e no piso	Realizadas com tubulações de PVC ou PEX embutidas nas paredes e no piso
Instalações elétricas	Podem ser realizadas embutidas no forro e paredes ou com eletrodutos aparentes	Podem ser realizadas embutidas no forro e paredes ou com eletrodutos aparentes

Fonte: os autores (2020).

De acordo com os dados apresentados é possível verificar que a maior diferença entre os dois métodos construtivos está na estrutura de suporte da edificação e nos fechamentos, onde as construções convencionas são compostas por elementos estruturais de concreto armado com paredes de alvenaria para vedação e as edificações modulares são compostas por estruturas de aço onde podem ser fixados painéis Wall ou as placas OSB após a instalação de isolamentos. Sobre os painéis Wall ou OSB são fixadas as placas cimentícias ou de gesso acartonado.

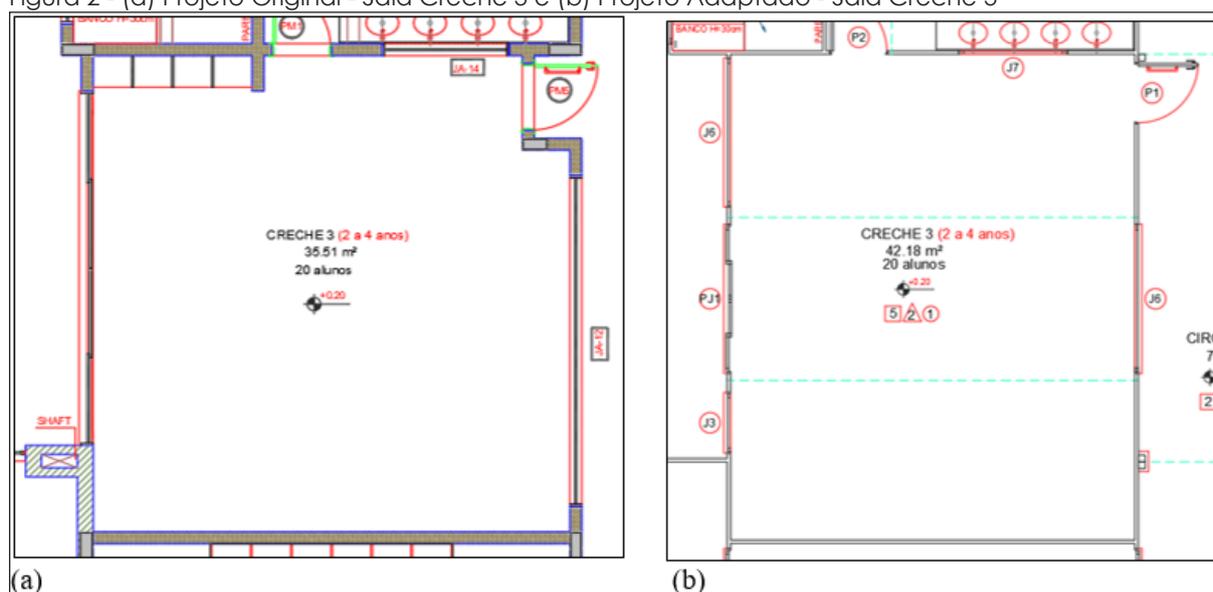
## 4.2 PROJETO MODULAR

As alterações no projeto podem ser analisadas em dois aspectos, um relacionado ao layout e conseqüentemente a estrutura e outro relacionado aos materiais de revestimento utilizados em cada métodos.

### 4.2.1 Layout e estrutura

Verificou-se que o projeto FNDE Proinfância tipo 2 adaptado ficou muito semelhante ao original na distribuição dos ambientes, porém foram necessárias mudanças significativas nas esquadrias, visto que estas tem suas dimensões limitadas pelos espaços individuais dos módulos e o material pela empresa Polibox, que trabalha apenas com alumínio, impossibilitando a utilização de portas em aço e em madeira, presentes no projeto original. Tomando como amostra a sala “Creche 3” é possível observar as adaptações realizadas na Figura 2 (a) e (b).

Figura 2 - (a) Projeto Original - Sala Creche 3 e (b) Projeto Adaptado - Sala Creche 3



Fonte: os autores (2020).

No Quadro 2 é possível verificar as alterações nas dimensões e nos materiais das esquadrias da sala de amostra visível na Figura 2.

Quadro 2 - Amostra das alterações realizadas nas esquadrias

Original				Adaptado			
Nome	Quant	Tamanho	Descrição	Nome	Quant	Tamanho	Descrição
PA4	1,00	450x210cm	Porta de correr 4 folhas em alumínio e vidro	PJ1	1,00	220x210cm	Porta de correr 4 folhas em alumínio e vidro
JA-14	1,00	160x85cm	Janela fixa em alumínio e vidro	J7	1,00	160x85cm	Janela fixa em alumínio e vidro
JA-12	1,00	420x50cm	Janela maxim ar em alumínio e vidro	J6	2,00	220x50cm	Janelas maxim ar em alumínio e vidro
PM1	1,00	70x210cm	Porta de madeira	J3	1,00	90x50cm	janela maxim ar em alumínio e vidro
PM5	1,00	82x210cm	Porta de madeira	P1	1,00	90x210cm	Porta de alumínio
				P2	1,00	85x210cm	Porta de alumínio

Fonte: os autores (2020).

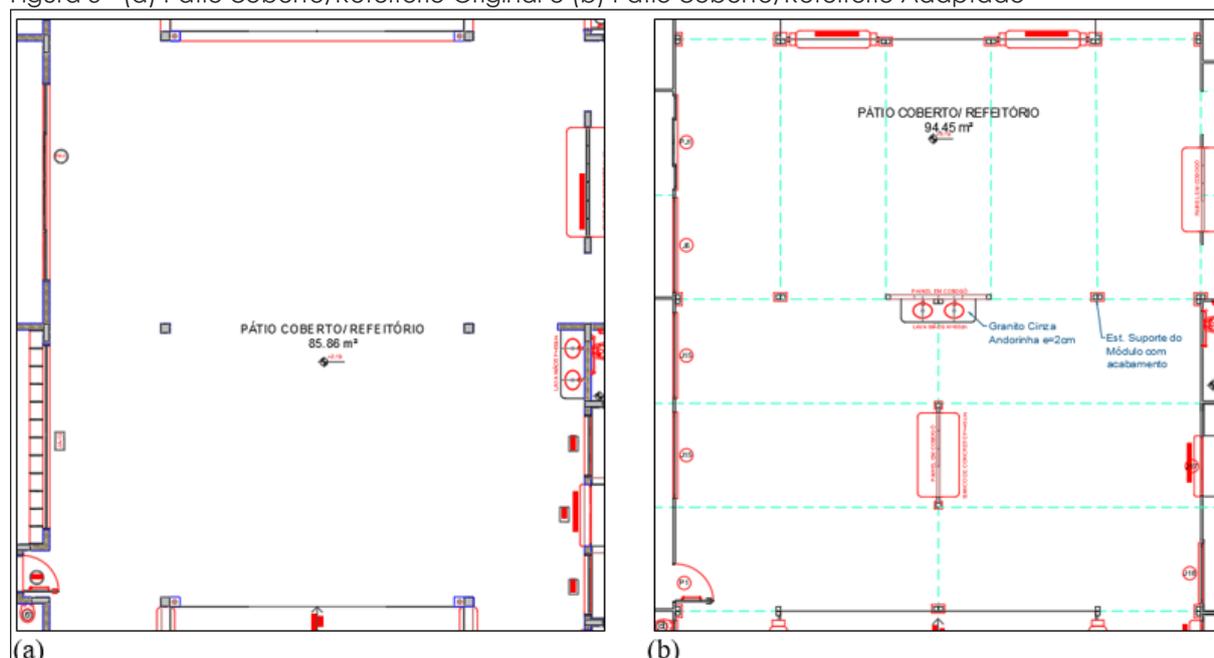
Segundo Neufert (1976), a área das janelas varia de acordo com a classe da edificação, podendo ser de 1/10 a 1/3 da área do piso do ambiente, onde para as salas de aulas o mínimo recomendado é de 1/5, tais parâmetros mínimos foram atendidos em todos os cômodos da edificação adaptada.

Outra mudança significativa é a espessura das paredes, onde no projeto original é de 20,0cm e no adaptado é de 5,0cm, resultando um uma área interna útil maior em todos os cômodos.

Todas as salas de aula resultaram em uma área igual ou superior a do projeto original para atender os requisitos da Lei Complementar n. 170 (SANTA CATARINA, 1998) que prevê 1,3m<sup>2</sup> para cada aluno e 2,5m<sup>2</sup> para o professor, além de atender os Parâmetros Básicos de Infraestrutura para Instituições de Educação Infantil (BRASIL, 2006) que prevê 1,5m<sup>2</sup> por aluno. Tendo em vista que cada módulo individual da empresa Polibox é de 2,40m x 6,00m, foram necessários três módulos, resultando em 43,2m<sup>2</sup>, para compor cada sala de aula e satisfazer as referências.

Devido à presença das estruturas de aço leve dos módulos, os quais possuem apoios em suas arestas, fez-se necessária a adaptação do refeitório/pátio coberto, o qual já possuía em seu projeto original alguns pilares para apoio, resultando na alteração do local dos lavatórios e a criação de elementos arquitetônicos, como as paredes de cobogó e bancos de concreto, a fim de reduzir a visibilidade dos elementos estruturais no local, tratando-se de um resultado negativo, visto que estes indicam interferências no espaço. As alterações podem ser visualizadas na Figura 3 (a) e (b).

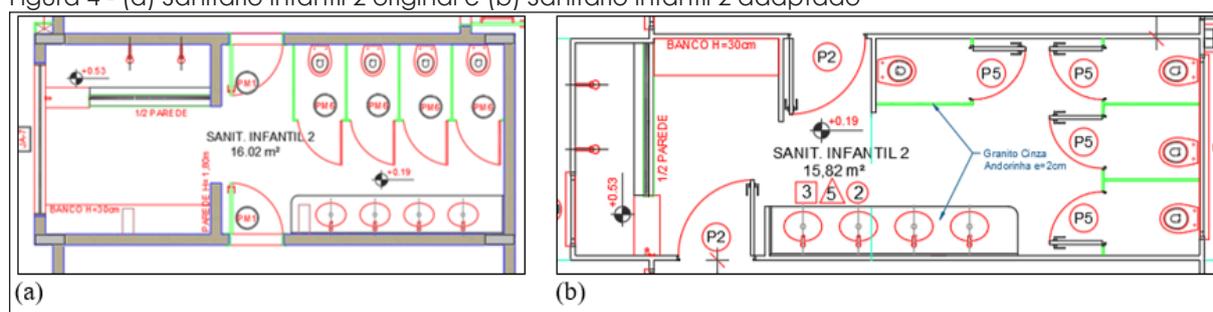
Figura 3 - (a) Pátio coberto/Refeitório Original e (b) Pátio coberto/Refeitório Adaptado



Fonte: os autores (2020).

Os banheiros mantiveram, em sua maioria, o layout original, sendo que apenas o sanitário infantil 2 precisou ser alterado, pois houve uma redução em sua largura e aumento em seu comprimento após a adaptação, impossibilitando que a sua paginação original fosse mantida. O projeto original, visível na Figura 4 (a), possuía as divisórias e portas de acesso aos sanitários muito próximas aos lavatórios, portanto a redução da largura resultou em um conflito entre os elementos, necessitando uma repaginação, conforme pode ser visualizado na Figura 4 (b).

Figura 4 - (a) Sanitário infantil 2 original e (b) Sanitário infantil 2 adaptado



Fonte: os autores (2020).

Tendo em vista as alterações realizadas para a adaptação do projeto FNDE Proinfância tipo 2, este resultou em uma área interna final de 783,12 m<sup>2</sup> e 878,34 m<sup>2</sup> de área coberta, demonstrando pouca alteração em relação ao projeto original, que possuíam 775,85 m<sup>2</sup> de área interna e 883,81 m<sup>2</sup> de área coberta.

#### 4.2.2 Materiais de Revestimento

Quanto aos materiais de revestimento, não ocorreram mudanças. A pavimentação que originalmente era constituída por concreto desempenado para áreas externas, cerâmica nas áreas molhadas e vinílico nas salas de aulas puderam ser mantidas, visto que as empresas de construção modular apresentam estas alternativas para os acabamentos das suas edificações. As paredes originalmente eram emboçadas e revestidas com cerâmica ou pintadas com tinta acrílica de diversas cores após a aplicação da massa acrílica, sendo estes acabamentos que puderam ser mantidos com a adaptação do projeto. Já o teto da edificação inicialmente era constituído por forro em placas de fibra mineral com estrutura metálica e por forro de gesso acartonado com massa acrílica e pintura PVA, estes materiais puderam ser mantidos, já que estes são ofertados pelas empresas de construção modular.

Frente ao exposto, é notável que apesar da alteração do método construtivo os materiais de revestimentos utilizados são os mesmos, portanto a estética dos ambientes pode ser mantida, bem como a qualidade do acabamento será igual a encontrada em edificações convencionais.

#### 4.3 ORÇAMENTO PELO MÉTODO CONVENCIONAL

O orçamento resumido para a execução do projeto FNDE Proinfância tipo 2 pelo método convencional pode ser verificado no Quadro 3.

Quadro 3 - Orçamento pelo método convencional

Item	Serviço	Valor Total (R\$)
1	Serviços Preliminares	76.474,40
2	Movimento de Terra para Fundações	38.139,07
3	Fundações	158.502,79
4	Superestrutura	138.688,35
5	Sistema de Vedação Vertical	92.108,49
6	Esquadrias	123.299,17
7	Sistema de Cobertura	348.622,73
8	Impermeabilização	11.435,24
9	Revestimentos Interno e Externo	225.005,33
10	Sistemas de Piso	113.058,34
11	Pinturas e Acabamentos	124.360,49
12	Instalação Hidráulica	26.847,79
13	Drenagem de Águas Pluviais	11.418,57
14	Instalação Sanitária	46.558,00
15	Louças, Acessórios e Metais	39.911,37
16	Instalação de Gás Combustível	5.543,86
17	Sistema de Proteção Contra Incêndio	22.642,25
18	Instalação Elétrica – 220V	157.895,07
19	Instalações de Climatização	1028,58
20	Instalações de Rede Estruturada	49.955,40
21	Sistema de Exaustão Mecânica	3902,38
22	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	41.253,93
23	Serviços Complementares	86.089,60
24	Serviços Finais	12.235,20
<b>Total Geral (R\$)</b>		<b>1.962.980,75</b>

Fonte: os autores (2020).

O valor de R\$ 1.962.980,75 ou R\$ 2.234,88 /m<sup>2</sup>, compreende os 24 itens da planilha original para a execução do projeto FNDE Proinfância tipo 2, estando incluso itens como muros, central de gás, armários, sistema de proteção contra descargas atmosféricas, exaustão mecânica, entre outros. Ressaltasse que para fins de comparação este não será o valor absoluto utilizado, visto que se faz necessário confrontar serviços semelhantes para cara método construtivo.

Para comparar com a empresa Polibox será utilizado o valor de R\$ 1.962.980,75, pois ambas as cotações englobam todos os itens da obra. Já para comparar com a empresa Home Lux & Work é necessário utilizar os itens de superestrutura, sistema de vedação vertical, cobertura, impermeabilização, revestimentos interno e externo, sistemas de pisos, pinturas e acabamentos, instalações hidráulicas, drenagem de águas pluviais, instalação sanitária e instalação elétrica, pois são os mesmos serviços oferecidos pela empresa, resultando em um valor de R\$ 1.249.018,02.

## 4.4 ORÇAMENTO PELO MÉTODO MODULAR

### 4.4.1 Empresa Polibox

A empresa Polibox relatou que apenas seria possível a entrega de uma cotação preliminar, visto que o projeto possui uma grande área e seriam necessárias várias horas de trabalho dos profissionais para que o orçamento detalhado fosse realizado, implicando em um grande custo e, portanto, tornando esta alternativa inviável.

Frente a esta situação o Diretor Comercial encaminhou o orçamento preliminar que pode ser visualizado no Quadro 4.

Quadro 4 - Orçamento Modular Polibox

Item	Serviço	Escopo	Valor Total (R\$)
1	Serviços Iniciais	Placa de obra, tapumes, instalação de depósito, escritório e bwc, desmatamento e limpeza do terreno, locação da obra	46.628,14
2	Fundações	Escavações, fabricação de formas de madeira, armações, concretagem de blocos e vigas baldrame e aplicação de camada vertical drenante	30.647,33
3	Instalações Prediais	Sistema de drenagem, rede pluvial, de esgoto e de água fria, caixa d'água, instalações elétricas, instalações preventivas de incêndio, SHP, SPDA e rede de telefonia e dados	115.802,91
4	Implantação, Vias de Circulação e Refeitório	Pavimentações, coberturas, estruturas metálicas das coberturas, calhas, rufos e coletores verticais. Muros, gramados, pavimentação e passeios internos, central de gás e lixeira	250.387,90
5	Estruturas Modulares	Todos os módulos habitacionais que compõem os espaços internos da escola: salas solárias, banheiros, cozinha, administração, etc. incluso cortinas, condicionadores de ar, bancadas e pias da cozinha, equipamentos sanitários	1.711.651,38
6	Playground	Radier, piso emborrachado, duas gangorras, dois carroceis e um castelo com 02 tobogãs	60.204,81
7	Diversos	Remoção do lixo e limpeza final	413,06
Total Geral (R\$)			2.213.185,52

Fonte: os autores (2020).

O valor de R\$ 2.213.185,52 ou R\$ 2.519,74 /m<sup>2</sup>, refere-se à execução de toda a edificação modular com fechamentos em painéis WWCB, que são placas cimentícias de madeira mineralizada com 50mm de espessura que funcionam como isolante térmico. Os acabamentos são os mesmos do projeto original, bem como o tipo de cobertura e as instalações equivalentes ao método convencional, porém, conforme pode ser visualizado, a cotação é estimada, sem uma especificação exata dos itens inclusos no orçamento.

A fim de verificar os valores repassados pela empresa foi realizada uma busca nas licitações em andamento em Santa Catarina, encontrando uma Tomada de Preço de uma edificação com ambientes muito similares ao projeto FNDE Proinfância Tipo 2. A licitação em questão é a TP/004/2020 e possui como objeto a construção do CEI Beira Mar com sistema modular em São José/SC, onde o orçamento base para a determinação do valor máximo da obra também foi realizado pela empresa Polibox e pode ser visualizado de forma sintética no Quadro 5.

Quadro 5 - Orçamento Modular da Licitação TP/004/2020

Item	Serviço	Valor Total (R\$)
1	Serviços Iniciais	47.400,76
2	Fundações	31.145,62
3	Instalações Prediais	117.667,50
4	Implantação, Vias de Circulação e Refeitório	214.909,40
5	Estruturas Modulares	1.826.429,38
6	Playground	60.798,51
7	Solários	36.217,53
8	Diversos	419,84
Total Geral (R\$)		2.334.988,53

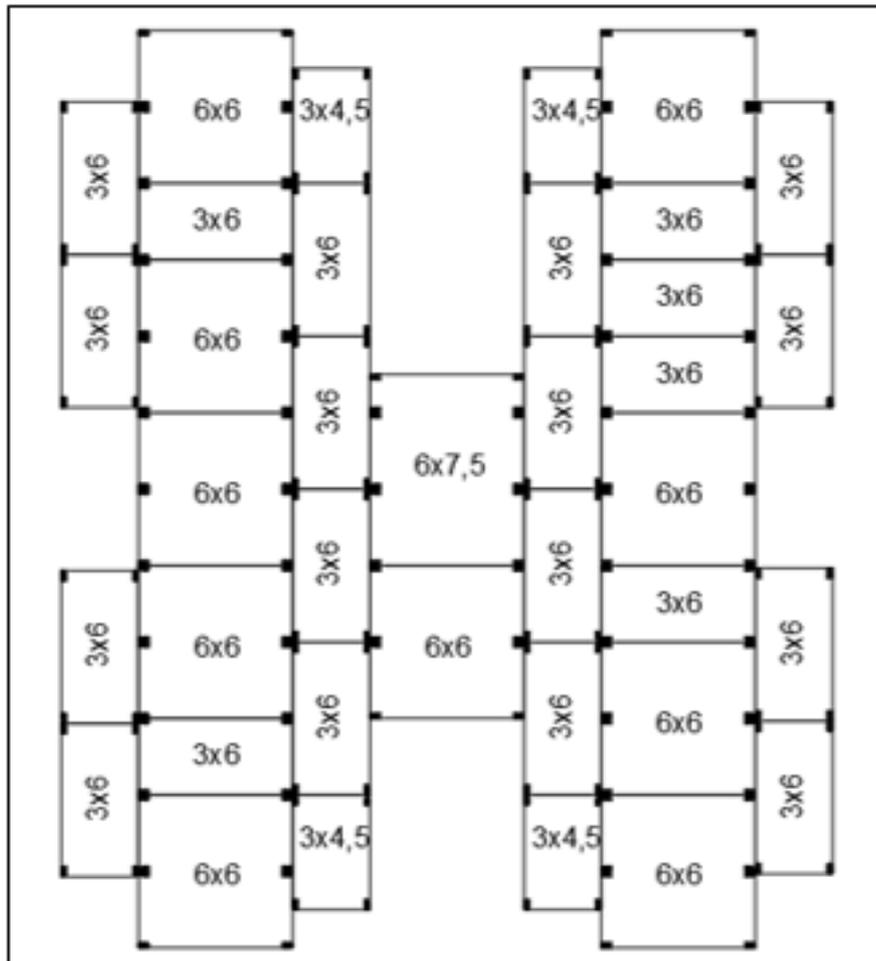
Fonte: os autores (2020).

O valor de R\$ 2.334.988,53 (Quadro 5) refere-se a licitação de uma edificação de educação infantil na cidade de São José/SC com área de 879,98 m<sup>2</sup>, resultando em um custo de R\$ 2.654,81 /m<sup>2</sup>, já o valor de R\$ 2.213.185,52 (Quadro 4) refere-se ao projeto FNDE Proinfância tipo 2 com área de 878,34 m<sup>2</sup>, resultando em um custo de R\$2.519,74 /m<sup>2</sup>, portanto pode-se concluir que o orçamento fornecido pela empresa para o projeto em questão está dentro do valor usual de mercado para Santa Catarina.

#### 4.4.2 Empresa Home Lux & Work

Outro orçamento modular foi realizado com a empresa Home Luz & Work através de uma adaptação com os módulos disponíveis no site da empresa, os quais possuem dimensões múltiplas de 3,00x 6,00m, 3,00x 4,50m e 3,0x 1,50m. Buscou-se manter as dimensões semelhantes ao projeto original e atender a especificação do Ministério da Educação que prevê 1,50m<sup>2</sup> para cada aluno nas salas de aula. A modulação pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5 - Adaptação Home Lux &amp; Work



Fonte: os autores (2020).

Com os valores mínimos para cada módulo disponíveis no site da empresa, realizou-se a estimativa de custos, sendo que este contempla os módulos, revestimentos, cobertura e instalações complementares e não inclui os serviços preliminares, fundações, esquadrias, louças, ar condicionado, rede de dados e playground, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - Orçamento Modular Home Lux &amp; Work

Dimensões (m)	Custo mínimo Unitário (R\$)	Quantidade (und)	Valor Total (R\$)
3,00 x 4,50	26.650,00	4,00	106.600,00
3,00 x 6,00	35.400,00	22,00	778.800,00
6,00 x 6,00	70.400,00	10,00	704.000,00
6,00 x 7,50	88.500,00	1,00	88.500,00
Total Mínimo Geral (R\$)			1.677.900,00

Fonte: os autores (2020).

O valor de R\$ 1.677.900,00 ou R\$ 1.1910,31 /m<sup>2</sup>, refere-se a fabricação e montagem das estruturas dos módulos em Steel Frame em aço galvanizado com fechamentos em estruturas de placas de OSB e placas cimentícias com membrana térmica, sendo o revestimento interno

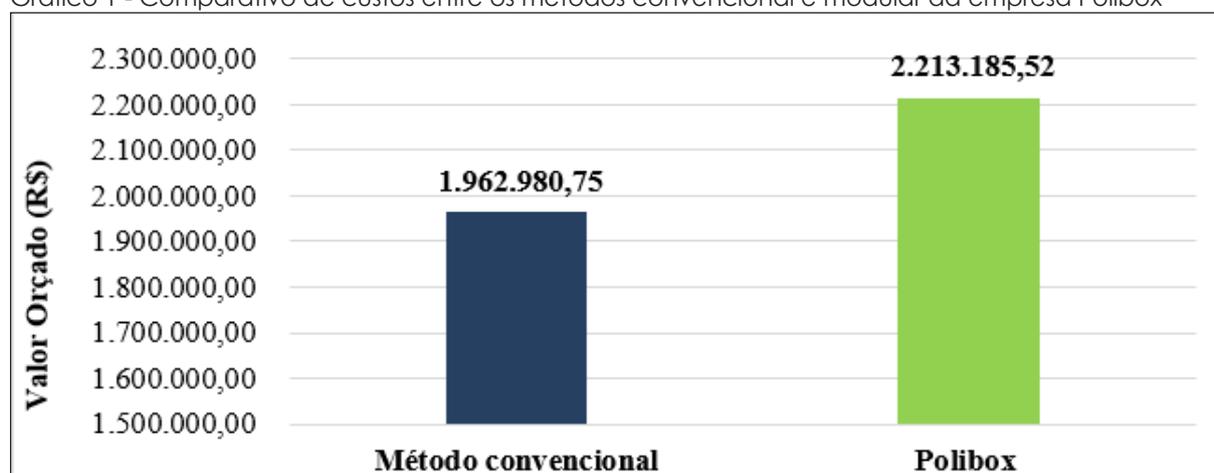
em Drywall com isolamento acústico e pintura na cor branca. O piso é composto pela mesma estrutura dos módulos com revestimento cerâmico ou vinílico.

## 4.5 COMPARATIVO DE CUSTOS

### 4.5.1 Comparativo com valor global

Inicialmente realizou-se o comparativo entre o método convencional (Quadro 3) e o método modular da empresa Polibox (Quadro 4), sendo que ambos os orçamentos contemplam todos os itens necessários para a execução. Os valores obtidos para a realização da edificação FNDE Proinfância Tipo 2 podem ser visualizados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparativo de custos entre os métodos convencional e modular da empresa Polibox



Fonte: os autores (2020).

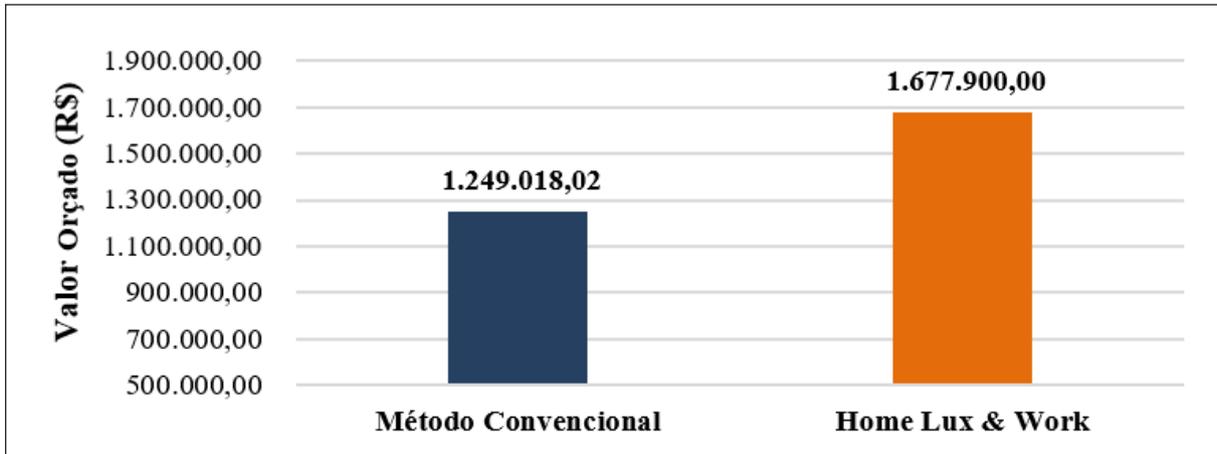
A execução utilizando o método modular da empresa Polibox mostrou-se 11,31% mais oneroso em comparação com o método convencional. Outro aspecto que pode ser mencionado é o tempo de execução, onde o período de obra previsto para o método convencional, segundo o Ministério da Educação, é de 8 meses, enquanto para o método modular é estimado um período de 5 meses, contemplando o tempo de fabricação e montagem dos módulos, resultando em uma redução de 37,50% no tempo de execução. Portanto, para a escolha do método estes dois fatores, tempo e custo, devem ser levados em consideração pelo cliente, visto que o valor do método modular é relativamente superior, mas em contrapartida será finalizado com um prazo inferior.

### 4.5.2 Comparativo com escopo reduzido

Outro comparativo realizado foi entre o método convencional e o método modular da empresa Home Lux & Work que pode ser visualizado no Gráfico 2. Os valores comparados compartilham o mesmo escopo, contendo: supraestrutura, sistemas de vedação e

pavimentação característico de cada método, cobertura metálica com telha termoacústica, revestimentos de paredes com pintura e cerâmica, revestimento do piso com cerâmica e vinílico, instalações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de águas pluviais equivalentes.

Gráfico 2 - Comparativo de custos entre os métodos convencional e modular da empresa Home Lux & Work

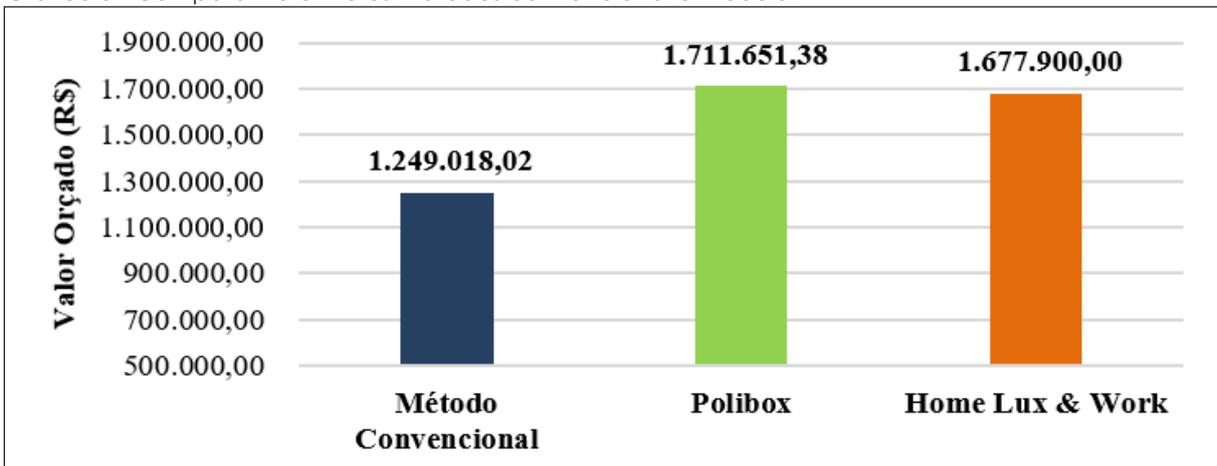


Fonte: os autores (2020).

A execução pelo método modular da empresa Home Lux & Work mostrou-se 25,56% mais oneroso em comparação método convencional. Não foi possível constatar qual item incluso no escopo resultou nesta diferença, visto que a empresa oferece o valor para cada módulo individual.

Realizou-se também a comparação entre os três orçamentos para a edificação, onde foram considerados itens comuns entre eles, sendo: superestrutura, sistemas de vedação, pavimentação, cobertura, revestimentos de paredes e pisos, instalações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de águas pluviais, onde todos são muito similares, com exceção dos itens característicos do método. O resultado da comparação pode ser visualizado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Comparativo entre os métodos convencional e modular



Fonte: os autores (2020).

Através da análise desta comparação foi possível identificar que os itens mais onerosos para a execução do projeto FNDE Proinfância tipo 2 pelo método modular foram a supraestrutura e os fechamentos, visto que nas três situações apresentadas o tipo de cobertura empregada é a mesma, os revestimentos, as instalações elétricas, hidráulicas e de águas pluviais utilizadas são equivalentes e apenas a Polibox possui incluso em seu valor as esquadrias, pois não foi possível subtraí-lo do valor referente as estruturas modulares.

Ressalta-se que apesar do custo, a construção modular possui inúmeras vantagens, como o conforto termoacústico devido aos isolamentos empregados na construção, diferentemente da construção convencional, o tempo inferior para a construção, a geração de resíduos praticamente nula, a intercambialidade dos módulos, bem como as questões sustentáveis ligadas ao método, visto que é considerado um método limpo.

## 5 CONCLUSÃO

Levando-se em consideração os aspectos apresentados, a construção modular é um método construtivo muito promissor para a construção civil e que ainda é pouco utilizado no Brasil apesar de suas notáveis vantagens, como o menor tempo para a execução e a quantidade reduzida de resíduos gerados pela construção, podendo ser considerado sustentável.

Buscou-se através deste trabalho identificar a possibilidade de utilização do método construtivo modular para a edificação de educação infantil FNDE Proinfância Tipo 2 projetada para o método convencional, realizando-se inicialmente uma adaptação do projeto a fim de se adequar aos módulos da empresa Polibox, a qual é especializada na construção de escolas modulares e atua a diversos anos no mercado, atendendo principalmente o a região sul do Brasil.

O projeto adaptado mostrou-se satisfatório, visto que o layout original pode ser mantido em praticamente todos os cômodos da edificação e não houve alterações nos materiais de acabamento utilizados, pois as empresas do ramo modular apresentam diversas alternativas de revestimentos similares aos utilizados em construções de alvenaria.

Os orçamentos realizados com base na planilha do Ministério da Educação e no projeto adaptado resultaram em valores superiores para a construção da edificação com o método modular para as duas empresas consideradas, a Polibox e a Home Lux & Work, dessa maneira, ao avaliarmos apenas os valores envolvidos na construção, o método convencional ainda se mostra mais satisfatório por ser 11,31% e 25,56% inferior ao método modular para cada empresa, respectivamente.

Entretanto, ressalta-se que o custo é apenas um ponto de análise, sendo que o método modular é conhecido por possuir uma execução mais rápida, sendo este um fator que ainda demanda estudos, então de acordo com os dados do Ministério da Educação e da empresa Polibox a construção pelo método modular seria 37,50% mais rápida do que pelo método convencional.

Com base no que foi apresentado pode-se salientar que o método modular se torna viável para a execução do projeto FNDE Proinfância Tipo 2 devido à redução no prazo executivo, apesar de este apresentar um custo superior, pois a edificação finalizada em um tempo inferior significa que as atividades também poderão ser iniciadas antes do esperado, atendendo as necessidades do município e da população.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873 - Coordenação modular para edificações**. Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros básicos de infra-estrutura para instituições e ensino de educação infantil. Brasília, DF: MEC, SEB, 2006. 50 p.
- CAIADO, Kneipp de Figueiredo. **Estudo e concepção de edifícios em módulos pré-fabricados estruturados em aço**. 2005. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CAIXA. **SINAPI insumos e composições**. 012020. ed. Florianópolis/SC: Caixa, 2020. Disponível em: [http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_662](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662). Acesso em: 10 mar. 2020.
- G1. Ciência e Saúde. **China inaugura segundo hospital feito para receber pacientes com coronavírus**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/02/08/china-inaugura-segundo-hospital-feito-para-receber-pacientes-com-coronavirus.ghtml>. Acesso em: 24 fev. 2020.
- HERVAL D'OESTE. **Lei Complementar n. 221, 2006**. Herval D'Oeste, SC, 2006.
- HOME LUX & WORK. **Catálogo Módulos**. São Paulo. 201-. Disponível em: <https://www.homeluxarquitectura.com.br/construcao-modular>. Acesso em: 26 maio 2020.
- LIMA, André Luiz de Alcântara Lima. **Construção de edificações em módulos pré-fabricados em LSF – Light Steel Framing**: Ensaio Projetual. 2008. 207 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.
- MODULAR BUILDING INSTITUTE. **Why Modular?** Virginia, 201-. Disponível em: [https://www.modular.org/HtmlPage.aspx?name=why\\_modular](https://www.modular.org/HtmlPage.aspx?name=why_modular). Acesso em: 28 fev. 2020.
- MUSA, Muhamad Faiz *et al.* TOWARDS THE ADOPTION OF MODULAR CONSTRUCTION AND PREFABRICATION IN THE CONSTRUCTION ENVIRONMENT: A CASE STUDY IN MALAYSIA. **Arpn**: journal of Engineering and Applied Sciences, Malásia, v. 11, n. 13, p. 8122-8131, jul. 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Muhamad\\_Musa2/publication/305550264\\_Towards\\_the\\_adoption\\_of\\_modular\\_construction\\_and\\_prefabrication\\_in\\_the\\_construction\\_environment\\_A\\_case\\_study\\_in\\_Malaysia/links/581376f608ae90acb23b7741.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Muhamad_Musa2/publication/305550264_Towards_the_adoption_of_modular_construction_and_prefabrication_in_the_construction_environment_A_case_study_in_Malaysia/links/581376f608ae90acb23b7741.pdf). Acesso em: 26 fev. 2020.
- NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. 5. ed. São Paulo: Gustavo Gili do Brasil, 1976. 431 p.

NOVELLI, Rafael Passos. **O que é Construção Convencional**. 2018. Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/o-que-e-construcao-convencional/>. Acesso em: 26 fev. 2020.

POLIBOX. **Memorial Descritivo**: edificações modulares. Guaramirim, SC: Polibox, 2019. 8 p.

SANTA CATARINA. **Lei Complementar n. 170, de 07 de agosto de 1998**. Florianópolis, SC, 1998.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual de Construção em Aço**: Steel framing: Arquitetura. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/Cbca, 2012.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA – SEINFRA. **Tabela de custos sem desoneração**. 026. ed. Fortaleza/CE: Secretária de Infraestrutura, 2020. Disponível em: <https://www.seinfra.ce.gov.br/tabela-de-custos/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. Consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2006. 367 p.