

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÕES CIVIS**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

**ALESSANDRA DA SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE CRECHES**  
**DO PROGRAMA PROINFÂNCIA COM FOCO NA ENERGIA INCORPORADA**

**MONOGRAFIA**

**CURITIBA**

**2016**

**ALESSANDRA DA SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE CRECHES  
DO PROGRAMA PROINFÂNCIA COM FOCO NA ENERGIA INCORPORADA**

Monografia apresentada como requisito parcial  
à obtenção do título de Especialista em  
Construções Sustentáveis, do Departamento  
Acadêmico de Construções Cíveis, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. José Cerri

**CURITIBA**

**2016**

**ALESSANDRA DA SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE  
CRECHES DO PROGRAMA PROINFÂNCIA COM FOCO NA  
ENERGIA INCORPORADA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. Dr. José Alberto Cerri

Banca:

---

Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Júnior

---

Prof. Dr. Fernando Guajará Greenberg

Curitiba  
2016

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que norteia os meus caminhos e me indica os passos a seguir.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Cerri pelo apoio, orientação e bondade com que ajudou na condução desse trabalho.

A minha família, que é parte do que sou e que está sempre presente.

Aos meus colegas de sala e aos funcionários da universidade, que auxiliaram nesse processo de aprendizado.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para meu crescimento.

## RESUMO

Silva, Alessandra da. **Análise comparativa das tecnologias construtivas de creches do programa proinfância com foco na energia incorporada.** 2016. 44 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Até 2010 somente 18% das crianças até 3 anos estavam matriculadas em creches, o que causa um problema social visto que o maior motivo para as crianças serem matriculadas é a necessidade da mãe ingressar, ou já estar inserida, no mercado de trabalho. Um dos motivos para o número de matrículas pouco expressiva é devido à ausência, até 2007, de políticas públicas que destinassem recursos ao ensino infantil. Em 2007 foi instituído o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, que passou a destinar recursos a toda educação básica, da creche ao ensino médio. Esses recursos podem ser utilizados para financiar todas as etapas da educação infantil. Em 2007 também foi criado pelo Governo Federal o Proinfância – Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil, o qual oferece auxílio financeiro para os municípios. Desde então, foram disponibilizados projetos padrões e sugerido, além do uso do sistema construtivo convencional, o uso de Metodologias Inovadoras (MI), sejam elas o *light steel frame*, o Concreto PVC ou o Painel *Wall System*. Esse trabalho buscou identificar qual dos sistemas seria mais eficiente do ponto de vista da energia incorporada (E.I.) dos materiais. A partir dos valores de energia incorporada disponíveis em bancos de dados nacionais e internacionais, além das planilhas orçamentárias fornecidas pelo FNDE, foi calculado o valor da energia incorporada da edificação vinculada a cada tipo de tecnologia construtiva. Esse valor foi calculado com base somente na energia incorporada na produção dos principais materiais, os quais agregam maior quantidade de E.I. e que compõe a superestrutura. Como resultado foi constatado que o sistema *light steel frame* se destacou com a menor quantidade de energia incorporada. O sistema convencional foi que obteve o pior resultado.

**Palavras-chave:** energia incorporada. *Light steel frame*. Concreto PVC. Painel *wall system*.

## ABSTRACT

Silva, Alessandra da. **Comparative analysis of construction technologies program creches Proinfância focusing on embodied energy**. 2016. 44 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

By 2010 only 18% of children up to 3 years were enrolled in kindergartens, which causes a social problem because the main reason for children being enrolled is the need of the mother enter, or already be inserted in the labor market. One reason for the significant number of low enrollment is due to the absence, until 2007, public policies that resources destined to child education. It was established in 2007 the Fund for Maintenance and Development of Basic Education and Valuing of Education Professionals, which now provides funds to all basic education, kindergarten to high school. These features can be used to finance all stages of early childhood education. In 2007 it was also created by the Federal Government Proinfância - National Programme for Restructuring and Equipment Acquisition for Public School Network Early Childhood Education, which provides financial assistance to municipalities. Since then, were made available patterns and designs suggested, in addition to the conventional building system use, the use of innovative methodologies (MI), whether the light steel frame, PVC or Concrete Wall System Panel. This study sought to identify which system would be more efficient embodied energy point of view (E.I.) materials. From the built-in power values available in banks of national and international data, in addition to budget worksheets provided by the ENDF, we calculated the embodied energy of the value of the building linked to each type of construction technology. This value was calculated based only on the energy embodied in the production of primary materials, which provide larger amount of E.I. which forms the superstructure. As a result it was found that the light steel frame system stood out with the least amount of embodied energy. The conventional system was that performed the worst.

**Keywords:** embodied energy. Light steel frame. PVC concrete. Panel wall system

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura essencial do sistema construtivo .....	17
Figura 2 - Estrutura e composição dos painéis .....	19
Figura 3 – Montagem creche em Porto Alegre no Sistema <i>Panel Wall System</i> .....	19
Figura 4 – Parede com <i>shaft</i> .....	20
Figura 5 – Montagem dos perfis metálicos do Sistema <i>Light Steel Frame</i> .....	21
Figura 6 – Estrutura do sistema construtivo <i>steel frame</i> .....	21
Figura 7 – Elementos do Sistema <i>Light Steel Frame</i> .....	22
Figura 8 – Tubulações no Sistema <i>Light Steel Frame</i> .....	23
Figura 9 – Estrutura da parede do Sistema Concreto PVC .....	24
Figura 10 – Esquema de montagem do Sistema Concreto PVC .....	25
Figura 11 – Montagem do painéis de PVC .....	25
Figura 12 – Posicionamento das armaduras no painel de PVC .....	26
Figura 13 – Casa executada no sistema Concreto PVC .....	26
Figura 14 – Modelo Creche Tipo B .....	28
Figura 15 – Creche executada em <i>Light Steel Frame</i> em Boa Vista-RR .....	30
Figura 16 – EI nas edificações conforme Sistema Construtivo .....	38
Figura 17 – Comparativo entre a EI conforme sistema construtivo .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos dos projetos do programa Proinfância .....	15
Tabela 2 – Critérios para o desempenho do estabelecimento de ensino público .....	16
Tabela 3 – Produtividade do Sistema Concreto PVC e do Convencional .....	27
Tabela 4 – Composição dos Blocos .....	29
Tabela 5 – Área dos Blocos .....	29
Tabela 6 – Energia incorporada em materiais de construção brasileiros .....	34
Tabela 7 – Energia Incorporada conforme tecnologia adotada .....	37



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	09
1.1 OBJETIVO.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA .....	11
2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS SUGERIDOS PARA AS CRECHES DO PROGRAMA PROINFÂNCIA .....	13
2.1 A EDUCAÇÃO INFANTIL NO BRASIL .....	13
2.2 PROGRAMA PROINFÂNCIA .....	14
2.3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS .....	17
2.3.1 Sistema Construtivo Convencional .....	17
2.3.2 Tecnologia Pannel <i>Wall System</i> .....	18
2.3.3 Tecnologia <i>Light Steel Frame</i> (LSF) .....	20
2.3.4 Tecnologia Concreto PVC .....	24
3 METODOLOGIA .....	28
3.1 IDENTIFICAÇÃO DO MODELO ESTUDADO .....	28
3.2 ENERGIA INCORPORADA .....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	34
5 CONCLUSÕES .....	40
REFERÊNCIAS .....	41
ANEXO A - Planilhas Orçamentárias .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

As I e II guerras mundiais marcaram de fato o início da inserção das mulheres no mercado de trabalho assumindo a posição dos homens no mercado de trabalho formal e também contribuíram no esforço de guerra desempenhando diversas funções de apoio e de combate. Contudo, muitos homens não sobreviveram ou ficaram impossibilitados de retornar ao seu posto de trabalho e, as mulheres assumiram em definitivo a responsabilidade pela subsistência e manutenção das famílias (FIGUEIREDO, 2008).

Com o passar dos anos, as mulheres se capacitaram tecnicamente e conquistaram paulatinamente mais espaço no mercado de trabalho. Segundo a pesquisa Mensal de Emprego, realizada pelo IBGE (2008) nas seis regiões metropolitanas de abrangência da pesquisa, em janeiro de 2008 havia aproximadamente 9,4 milhões de mulheres trabalhando, ou seja, 43,1% das mulheres com 10 anos ou mais de idade. Em fevereiro de 2016 esse número aumentou para aproximadamente 46,7%, sendo que em 2003 esta proporção era de 40,1%.

Apesar dos avanços, as mulheres ainda enfrentam grandes desafios e barreiras ao emprego e a remuneração, como a diferença salarial. Entretanto, o maior deles se refere a idade produtiva e, associada a dificuldade, ou mesmo a inexistência, de um local adequado e seguro, para deixar seus filhos.

Uma das soluções que se apresentaram foram as creches, que datam do início do século XX, quando a Revolução Industrial e a utilização de maquinários possibilitaram o ingresso da mulher como força de trabalho (ARAÚJO, 2013).

Segundo Araújo (2013), durante muito tempo a creche teve caráter assistencialista, sendo destinada a população carente e sob-responsabilidade de entidades filantrópicas. No Brasil, a creche passou a ser reconhecida como local de desenvolvimento e educação infantil a partir da Constituição de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, a qual reconheceu as creches e pré-escolas como parte do sistema educacional.

Conforme dados do IBGE, a taxa de frequência de crianças de 0 a 3 anos em creches, em 2013, era de 23,2% e para De Barros Pacheco e Dupret (2004 p. 103-116), o principal motivo para matricular o filho na creche era para inserção da mãe no mercado de trabalho.

Por meio da Lei 13.005 (2014) foi criado o Plano Nacional de Educação (PNE), que estabeleceu as políticas educacionais dos próximos dez anos. Trata-se de um plano decenal e que estará em vigor até 2024. Dentre suas metas está a garantia ao direito a uma educação básica com qualidade. No que tange a educação infantil prevê a ampliação de ofertas em

creches de forma a atender, no mínimo, 50% das crianças de até 3 anos até o final da vigência deste PNE. Conforme dados do observatório do PNE (2016), em 2014 eram 29,6% das crianças de 0 a 3 anos na educação infantil.

Uma das dificuldades identificadas se refere a estruturação física, mas para isso existem programas de auxílio do governo.

Em 2007 o Governo Federal criou o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), que presta assistência financeira ao Distrito Federal e aos Municípios de todo o país. Foi instituído pela Resolução nº 6 como parte das ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) do Ministério da Educação.

A Resolução esclarece que os recursos financeiros do programa serão destinados à construção, reforma, aquisição de equipamentos e mobiliário para creches e escolas públicas das redes municipais de todos os estados e do Distrito Federal.

O programa fornece os projetos arquitetônicos e complementares, incluindo o memorial descritivo, os quais variam conforme o número de alunos atendidos, além de apresentar metodologias inovadoras que buscam otimizar o custo da construção, o prazo para execução e os parâmetros de qualidade a serem atingidos.

São sugeridas 3 tecnologias construtivas, as Metodologias Inovadoras (MIs), além da convencional, o Pannel *Wall System*, o Concreto PVC e o *Light Steel Frame* (LSF). No entanto, não foram instituídos indicadores que forneçam subsídios para tomada de decisão em relação aos sistemas construtivos.

Considerando as sugestões apresentadas, devem ser questionados os motivos pelos quais ocorre a adoção sistemática da tecnologia construtiva convencional, tradicional, conservadora, e por vezes ineficaz, em detrimento a novas tecnologias que agregam valor social, eficiência, menor custo além de consciência e respeito pelo meio ambiente. Essa edificação, além de ser um local de educação infantil, estimula o ensino da cultura sustentável a partir da própria edificação, com o uso de soluções que minimizem o impacto ambiental e promovam o uso racional dos recursos naturais.

Partindo desse princípio, uma edificação deve primar pelo conforto térmico e acústico, utilização de materiais que preservem os recursos naturais, menor impacto ambiental e eficiência energética, que é um assunto muito discutido na atualidade.

Com a busca pela eficiência energética dos edifícios, a energia incorporada nos materiais tem assumido maior relevância (TORGAL; JALALI, 2011).

A indústria da construção civil, para fabricação dos materiais, consome uma grande quantidade de energia e frequentemente é a principal fonte de emissões de gases poluentes, principalmente o Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos gases do efeito estufa (TAVARES, 2006).

Para Tavares (2006), energia incorporada é toda energia utilizada para a fabricação dos materiais, desde a extração ao destino final. O cuidado na escolha dos materiais, dos sistemas construtivos reduz a energia incorporada de uma edificação e conseqüentemente a emissão de CO<sub>2</sub>.

### 1.1 OBJETIVO

Comparar os sistemas construtivos sugeridos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) a fim de avaliar o impacto ambiental, com foco na energia incorporada, fornecendo um indicador que auxilie na tomada de decisão dos gestores municipais.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

É direito de toda criança com idade inferior a 6 anos o acesso a educação infantil (CF, 1988), no entanto essa meta ainda está longe do ideal. Políticas públicas têm sido adotadas a fim de contribuir para redução desse déficit. Uma dessas é o Programa Proinfância, que além da assistência financeira oferece projetos e memoriais de creches a serem construídas em todo país. Oferece ainda a possibilidade de utilizar metodologias inovadoras, sejam eles o *light steel frame*, o Concreto PVC ou o Painel *Wall System*, além do sistema convencional.

A indústria da construção consome aproximadamente 75% dos recursos naturais disponíveis no planeta segundo John et al (2001, apud STACHERA 2008) sendo grande responsável pela emissão dos gases de efeito estufa, que tem provocado graves distúrbios climáticos e danos ao meio ambiente, como aquecimento global e degelo das camadas polares (TAVARES, 2006). Esse valor se deve em grande parte a queima de combustíveis fósseis, muito utilizados na fabricação de materiais de construção.

Segundo dados do FNDE, até 2014 mais de 8000 creches haviam sido contratadas, sendo que 2533 estavam concluídas. O déficit de vagas em creches evidencia a grande necessidade de construções com essa finalidade.

Considerando que a energia incorporada é toda energia utilizada para fabricação dos materiais (TAVARES, 2006), a utilização do sistema construtivo adequado poderia significar uma redução significativa desse valor, minimizando as emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Socialmente falando é ainda uma oportunidade para disseminação dos conceitos de sustentabilidade, durabilidade, uso racional dos recursos e novas tecnologias, visto que há toda uma comunidade envolvida em torno de uma edificação com essa finalidade. Não somente atende as crianças como toda a comunidade, que poderão acompanhar a execução realizada de forma não convencional.

Pretende-se com essa pesquisa determinar a quantidade de energia incorporada em cada um dos sistemas construtivos sugeridos pelo FNDE.

Foi utilizado nesse trabalho o modelo tipo B, que tem área construída de 1323,58 m<sup>2</sup>. A quantidade de creches contratadas totaliza mais de 10.000.000 m<sup>2</sup> de área a ser construída.

## **2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS SUGERIDOS PARA AS CRECHES DO PROGRAMA PROINFÂNCIA**

Nesse capítulo será abordada a educação infantil no Brasil e o programa proinfância, que além de disponibilizar projetos e recursos também sugere sistemas construtivos inovadores.

Serão apresentados ainda os sistemas sugeridos pelo programa e suas principais características.

### **2.1 A EDUCAÇÃO INFANTIL NO BRASIL**

Historicamente o atendimento a criança com idade inferior a 6 anos visava sua guarda, principalmente daquelas oriundas de famílias com baixo poder aquisitivo. Esses estabelecimentos normalmente funcionavam sob a tutela de entidades religiosas ou filantrópicas.

A Constituição Federal (1988) estabeleceu como direito da criança e dever do Estado a garantia de educação infantil as crianças de 0 a 6 anos. A partir desse marco, a educação infantil deixou de ser caridade e se transformou em dever do poder público.

No entanto, apesar de legalmente garantido há 28 anos, ainda não foi totalmente implementado, tendo em vista as reduzidas vagas ofertadas.

Outro fato marcante foi a publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN 9394 (1996), que denomina creche a primeira etapa da Educação Básica para crianças até 3 anos e pré-escola para crianças entre 4 e 6 anos de idade. Apesar de ter ocorrido há 20 anos, ainda hoje, boa parte das instituições ainda não se encontram integradas aos sistemas de ensino.

A Emenda Constitucional 59/09 – EC 59 (2009), tornou obrigatória a universalização da educação dos 4 aos 17 anos até 2016. Para atender essa determinação, municípios como Curitiba remanejaram as vagas destinadas as crianças de até 3 anos para atendimento a essa demanda. O município de Curitiba divulgou a informação em 14/12/2015. A prefeitura alega que as vagas serão repostas com a conclusão e ampliação de creches no ano de 2016.

O Plano Nacional de Educação – PNE 2001-2010 Lei Nº 10.172 (2001) tinha como uma de suas metas atingirem 50% das crianças matriculadas em creches e de 80% daquelas em idade de pré-escolar. Segundo Flores e Mello (2012), ao final do período, somente 18,1% das crianças de 0 a 3 anos estavam matriculadas em creches e 67% daquelas entre 4 e 5 anos

estavam matriculadas em estabelecimentos de educação infantil. Os municípios alegaram não ter recursos próprios para atendimento da meta e um dos motivos prováveis é a falta de uma política pública que destinasse recursos ao ensino infantil, já que o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), instituído em 1996, reservava recursos somente para o Ensino Fundamental. Os recursos podem ser utilizados para construção, ampliação, conclusão ou reforma das instalações físicas das instituições de ensino.

O Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB, 2007) substituiu o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), que atende toda a educação básica, da creche ao ensino médio. Está vigente desde janeiro de 2007 e se estenderá até 2020. O Fundeb aumentou os recursos federais, além de financiar todas as etapas da educação básica.

Com a Lei 13.005 (2004), foi aprovado o novo Plano Nacional de Educação, vigente até 2024. O Plano fixa critérios e define parâmetros de qualidade nos espaços físicos da educação infantil, sendo que uma das metas prevê a ampliação da oferta de educação infantil em creches de forma a atender, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) das crianças de até 3 (três) anos até o final do plano.

Em 2007, foi criado pelo Ministério da Educação (MEC), o Programa Proinfância, como contribuição para reestruturação da educação infantil pública.

## 2.2 PROGRAMA PROINFÂNCIA

O Programa, criado em 2007, (FNDE/PROINFÂNCIA, 2016) presta assistência financeira para as instituições de educação infantil, pois considera que a construção de creches e pré-escolas, além da aquisição de equipamentos são indispensáveis à melhoria da qualidade da educação e a ampliação do atendimento. Esses recursos são distribuídos conforme a condição populacional, educacional e social dos municípios.

Com o apoio do Governo Federal, muitos Municípios se beneficiaram. Até 2014, segundo site do FNDE, foram 4.178 municípios e 8.787 creches do programa contratadas, sendo que 2.533 já foram concluídas, 3.983 estão em obras e as demais não foram iniciadas.

Esse número deve aumentar em 2016, visto que o Plano Nacional de Educação (2011) determinou que todas as crianças de 4 a 5 anos devem ter acesso a educação infantil, assim como atender no mínimo 50% das crianças de até 3 anos até 2024.

O FNDE fornece projetos-padrão (Tabela 1) que são definidos conforme a capacidade de atendimento e a localização do terreno, área urbana ou rural, além de disponibilizar o projeto básico e o orçamento.

Os projetos são denominados “Tipo B”, “Tipo C, Tipo 1 e Tipo 2” e os projetos elaborados pelos proponentes são nomeados projetos “Tipo A”.

Em 2016 foi disponibilizado o Projeto Tipo 3, a ser implantado preferencialmente em capitais e regiões metropolitanas.

Tabela 1 – Modelos dos projetos-padrão do programa Proinfância.

<b>PROJETO PADRÃO FNDE</b>			
TIPOLOGIAS	TERRENO (Dimensões mínimas)	ÁREA CONSTRUÍDA	DEMANDA ATENDIDA
Proinfância tipo 3 - Educação infantil	(45 x 28) m	1.465,95* <sup>1</sup>	188 alunos (Período Integral)
Proinfância tipo 2 - Educação infantil	(45 x 35) m	895,53 * <sup>1</sup>	94 alunos (Período Integral)
			188 alunos (dois turnos)
Proinfância tipo 1 - Educação infantil	(40 x 70) m	1.513,16 * <sup>1</sup>	188 alunos (Período Integral)
			376 alunos (dois turnos)
Proinfância tipo B - Educação infantil	(40 x 70) m	1323,58 * <sup>1</sup>	120 alunos (Período Integral)
			240 alunos (dois turnos)
Proinfância tipo C - Educação infantil	(45 x 35) m	781,26 * <sup>1</sup>	60 alunos (Período Integral)
			120 alunos (dois turnos)
* <sup>1</sup> área construída + projeção da cobertura			

Fonte: Adaptado de FNDE/Proinfância, 2016

Pode ser verificado que o Projeto Tipo 3 otimiza a área do terreno, o que viabiliza a construção de mais creches, já que em capitais e regiões metropolitanas há menor disponibilidade de terrenos com grandes dimensões e eles têm custo elevado.



Comparativamente, para uma creche Tipo 2, é utilizado um terreno 25% maior e será construída uma edificação 39% menor.

O programa oferece ainda a possibilidade de opção a tecnologia construtiva do modelo convencional para as denominadas tecnologias construtivas inovadoras ou, Metodologias Inovadoras (MI).

Segundo Ministério da Educação e Cultura (MEC), essas metodologias construtivas inovadoras são aquelas compostas por novos produtos e sistemas construtivos, que não apresentam normas técnicas reguladoras. Para regulação dessas metodologias é utilizada a NBR 15.575 (ABNT, 2013) Norma de Desempenho para edificações habitacionais – desempenho.

A NBR 15.575 (2013) define os requisitos e critérios para o desempenho técnico das edificações, entre elas, os estabelecimentos de ensino público, a fim de atender as exigências dos usuários (Tabela 2). Entre os requisitos estão a segurança, habitabilidade e sustentabilidade, o que visa garantir o bom desempenho técnico, a funcionalidade, a durabilidade e a adequação ambiental, entre outros.

Tabela 2 – Critérios para o desempenho do estabelecimento de ensino público

SEGURANÇA	DESEMPENHO MECÂNICO
	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
	SEGURANÇA NO USO E OPERAÇÃO
HABITABILIDADE	ESTANQUEIDADE
	DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO
	DESEMPENHO ILUMÍNICO
	SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR
	FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE
	CONFORTO TÁTIL
SUSTENTABILIDADE	DURABILIDADE
	MANUTENIBILIDADE E ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

Fonte: Adaptado de FNDE/Proinfância, 2016

O uso das MI pretende atender três premissas do Programa: menor custo, produtividade por meio da industrialização e, a qualidade da construção técnica.

Além disso, os sistemas secos proporcionam maior limpeza, o que reduz a quantidade de resíduos gerados e, promove a redução do desperdício.

Na transposição dos modelos convencionais para as MI, o modelo tipo B poderá ser alterado para Tipo 1 ou 2 e o Tipo C para o Tipo 2.

## 2.3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Segundo Pereira (2009 apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186), uma construção só poderá ser considerada mais sustentável quando houver harmonia entre os aspectos econômico, social e ambiental.

Quando combinados, sistemas construtivos sustentáveis e tecnologia tendem a diminuição de custos e menor impacto ambiental durante toda vida útil da construção, otimizando o uso de matérias-primas, possibilitando o uso racional dos recursos naturais (LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186).

Há uma busca pela industrialização na construção civil buscando agilidade e maior qualidade do produto final (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009 apud FIGUEIREDO, 2015). Segundo Schimidt (2013 apud FIGUEIREDO, 2015) “Prevalece no país a construção convencional, basicamente de perfil artesanal, baixa escala de produção, ambientalmente desengajada, de altos custos e de qualidade e durabilidade não satisfatórias”.

### 2.3.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

O sistema convencional, muito utilizado, é formado por tijolos e argamassa que são capazes de constituir elementos estruturais (LACERDA; GOMES, 2014), no entanto, usualmente é utilizado um conjunto de pilares e vigas que constituem a estrutura e que sustentam a construção formando um esqueleto de concreto e ferro (Figura 1). Nesse caso, os tijolos ou blocos são utilizados para vedação (OFICINA DE PROJETOS, 2010)



Figura 1: Estrutura essencial do sistema construtivo alvenaria  
Fonte: Arquitetando – Oficina de Projetos, 2010

Esse sistema, com pilares e vigas, tem boa aceitação pelos usuários, considerado durável, executado em base de concreto, a qual serve como contrapiso e, alvenaria com blocos para divisão dos ambientes. Normalmente as paredes são chapiscadas, rebocadas e são cortadas para passagem de tubulações hidráulica e elétrica, gerando desperdício de material e entulho (FREIRE, 2007; DOMARASCKI; FAGIANI, 2009 e, NASCIMENTO, 2004 apud LACERDA; GOMES, 2014).

Para Domarascki e Fagiani (2009 apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186) a produtividade do sistema é de 5,16 homem-hora/m<sup>2</sup> durante a etapa de fechamento, revestimento e estrutura da obra, que no caso desse sistema, representa 44% do valor do imóvel.

Nesse sistema são emitidos gases na atmosfera por meio da liberação de substâncias retidas durante extração das matérias-primas, pela queima de combustíveis e pelo tratamento dos resíduos (LACERDA; GOMES, 2014).

### 2.3.2 TECNOLOGIA PAINEL *WALL SYSTEM*

A tecnologia, totalmente desenvolvida no Brasil, atende aos padrões estabelecidos pelas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Ainda não há normas para o sistema. As avaliações têm sido parametrizadas por normas já existentes, como a NBR 10.636 (ABNT, 1989) e NBR 9.442 (para resistência ao fogo) (ABNT, 1986) e NBR 15.220 (para conforto térmico) (ABNT, 2003).

O sistema foi utilizado para reconstrução de 35 escolas no Estado de Alagoas entre 2011 e 2012. As escolas foram destruídas pelas chuvas e a reconstrução foi realizada em tempo recorde possibilitando o retorno das aulas.

Foi criado para habitações populares e posteriormente foi redirecionado para edificações de uso coletivo, como creches, escolas e hospitais (CORSINI, 2013). A empresa fornecedora do sistema informa que uma casa de 42 m<sup>2</sup> demora cerca de dez dias para ser montada. Sua produtividade é duas vezes maior que a do sistema concreto PVC e dezesseis vezes maior que do sistema convencional.

É um sistema modular composto por lâminas sanduíche de plástico, reforçadas com fibra de vidro e sustentadas por estruturas de aço, o núcleo estrutural é em EPS e gesso rígido (Figura 2). A combinação desses materiais propicia o isolamento térmico e acústico e, portanto, conservação de energia, além de resistência ao impacto, ao fogo e provoca baixa emissão de fumaça (CORSINI, 2013).

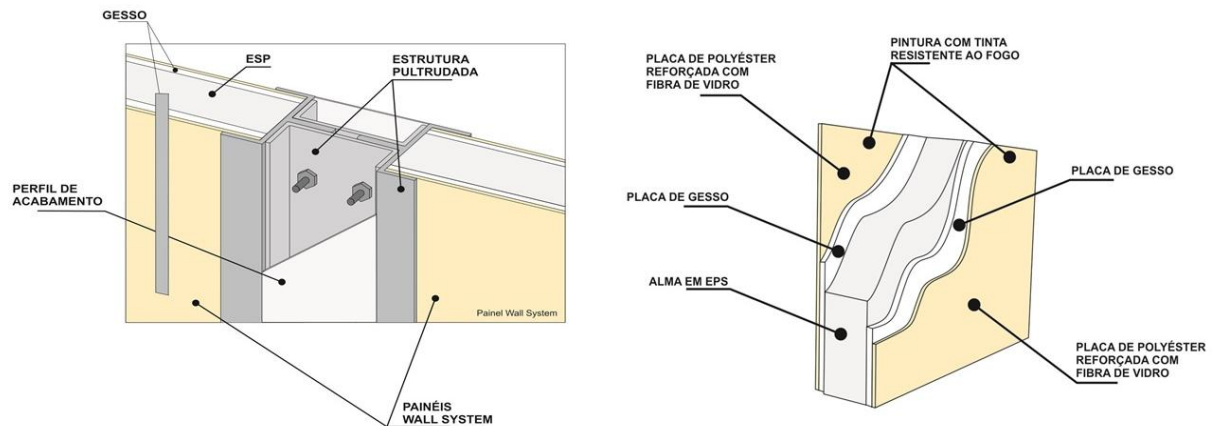


Figura 2 – Estrutura e composição dos painéis  
Fonte: FNDE/Proinfância, 2016

Conforme informado pelo fabricante, os painéis são fabricados por um processo que mistura laminação contínua com prensas de baixa pressão e são utilizados nas paredes e forros. O sistema foi homologado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) que atestou a durabilidade, a segurança estrutural e ao fogo, o conforto térmico e acústico, estanqueidade à água de chuva e avaliação pós-ocupacional.

Como se trata de um processo industrializado possui como grande vantagem a rapidez e eficiência em sua montagem (Figura 3).



Figura 3 – Montagem creche em Porto Alegre no Sistema Painel Wall System  
Fonte: Arquivo MVC Soluções em Plásticos, 2016

Além disso, se trata de uma obra limpa, sem desperdício, com alta resistência a umidade e com boa aparência estética tornando desnecessária a utilização de revestimentos cerâmicos.

O manual de uso, operação e manutenção do fabricante (FNDE, 2016) informa que as instalações elétricas e telefônicas são embutidas e dispostas em eletrodutos e as instalações

hidráulicas e sanitárias são previamente embutidas em *shafts* (Figura 4), que é um sistema de eixos verticais que permitem fácil acesso para manutenção.

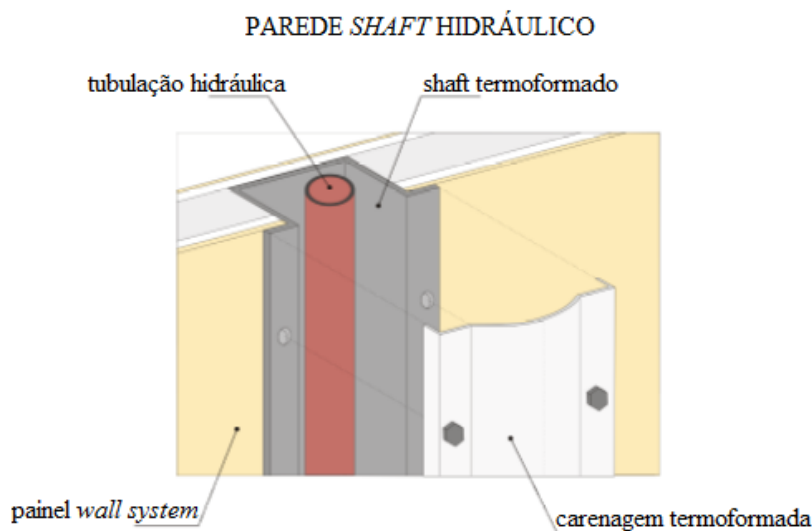


Figura 4 – Parede com *shaft*  
Fonte: FNDE/Proinfância, 2016

### 2.3.3 TECNOLOGIA *LIGHT STEEL FRAME* (LSF)

Sistema de construção a seco muito utilizado em países como EUA, Japão, Canadá, Argentina, Chile e continente Europeu (LIMA, 2014). É um sistema construtivo industrializado e racional e que devido às suas vantagens está se popularizando.

Segundo Lacerda e Gomes (2014), trata-se de uma estrutura em aço (*steel frame*) composta por diversos elementos individuais, que juntos formam um conjunto resistente às cargas solicitadas na edificação. Segundo Flasan (2013 apud LIMA, 2014), o "sistema se caracteriza por um esqueleto estrutural leve composto por perfis de aço galvanizado, que trabalham em conjunto para sustentação da construção, e é complementado por revestimentos em placas externas e internas, isolamentos termo-acústicos e forros."

Na Figura 5 é possível visualizar o esqueleto estrutural montado com perfis de aço. Pode se constatar também a limpeza e organização no local. Os perfis são industrializados, propiciando agilidade em sua execução.



Figura 5 – Montagem dos perfis metálicos do Sistema *Light Steel Frame*  
 Fonte: FNDE/Proinfância, 2016

A utilização de um grande número de elementos estruturais possibilita o uso de perfis mais esbeltos o que torna os painéis mais leves (RODRIGUES, 2006 apud GARCIA et al, 2013). Na Figura 6, pode-se visualizar, de forma esquemática, a estrutura do sistema composto por paredes, pisos e coberturas, os quais unificados formam a integridade estrutural da edificação e, que resistem aos esforços solicitados.

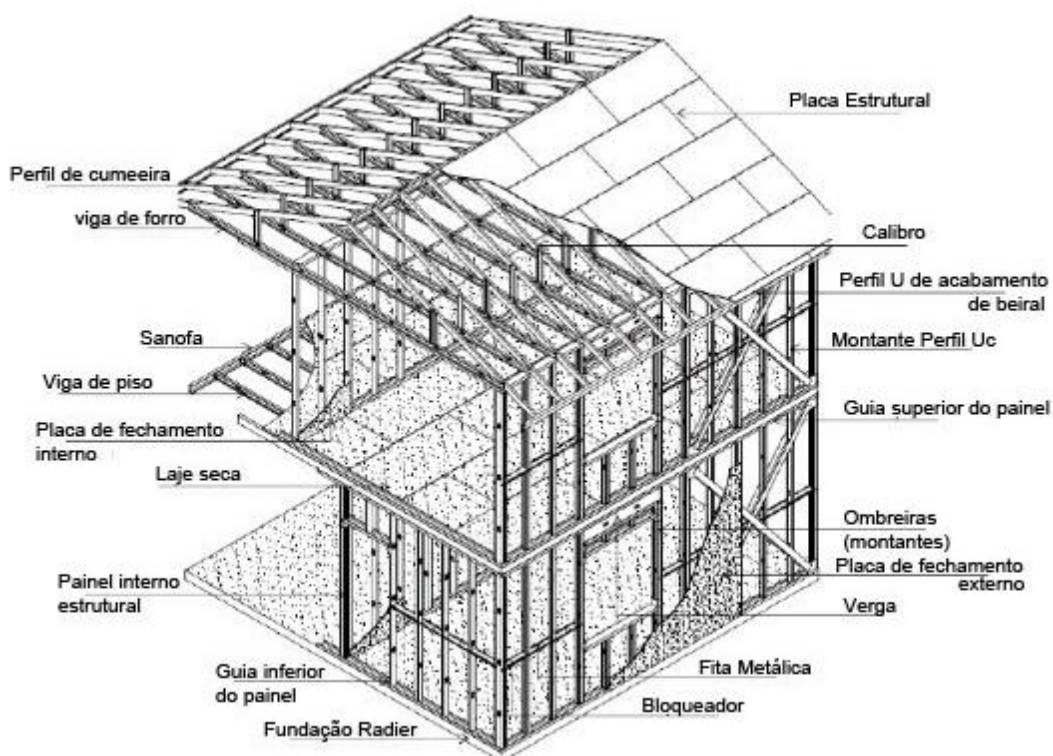


Figura 6 – Estrutura do sistema construtivo *light steel frame*  
 Fonte: Metálica, 2016

Primeiramente é executada a fundação, tipo radier, seguida da montagem da estrutura e da cobertura. Ao mesmo tempo, ou após a cobertura é executado o fechamento externo, as instalações elétricas e hidráulicas são embutidas e por fim é executado o acabamento (PORTAL METÁLICA 2012).

Para melhor isolamento térmico e acústico são utilizados materiais como lã de rocha mineral ou lã de vidro aglomerada com resinas sintéticas (LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186).

Os materiais mais utilizados nesse sistema construtivo são (CRASTO, 2005; GOMES, 2007; LP BRASIL, 2012; JUNIOR, 2012 apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186): perfis, painéis, estruturas e treliças de aço galvanizado; painéis OSB (*Oriented Strand Board*); placa cimentícia e chapas de gesso acartonado (Drywall).



Figura 7 – Elementos do Sistema *Light Steel Frame* em que a) Fechamento com placas de OSB e b) Fechamento com placas cimentícias

Fonte: a) Metálica, 2016 b) FNDE/Proinfância, 2016

As edificações que utilizam o sistema LSF normalmente utilizam como revestimento interno gesso acartonado ou placas de OSB e como revestimento externo placas cimentícias, Figura 7 a) e b).

Devido a facilidade de desconstrução, o sistema possui grande potencial de reciclagem, já que permite a separação dos diversos materiais com relativa facilidade.

Rodrigues (2006 apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186) destaca que, por ser um processo industrializado, as principais vantagens do *steel frame* são:

- ✓ Prazo de construção 30% menor;
- ✓ Execução independente do clima;
- ✓ Desempenho acústico e térmico cerca de 2 vezes superior ao convencional;
- ✓ Baixo custo e facilidade nas instalações complementares, elétricas, hidráulicas etc.;

- ✓ Elevado potencial de reciclagem e reuso dos materiais;
- ✓ Baixa contribuição na propagação de fogo;
- ✓ Garantia de qualidade visto que se trata de um processo de fabricação com mão de obra altamente qualificada;
- ✓ Precisão construtiva pois a unidade empregada é o milímetro.

A Figura 8 demonstra como a estrutura em aço facilita a passagem das tubulações, seja água, esgoto, ar condicionado, eletricidade, etc. As instalações são executadas sem desperdício de materiais e de mão de obra.



Figura 8 – Tubulações no Sistema *Light Steel Frame*  
Fonte: Metálica, 2016

Outras vantagens identificadas se referem ao acabamento final parecido ao da construção convencional, resistência, sustentabilidade e leveza.

Uma das desvantagens é a limitação estrutural de até cinco pavimentos e segundo Domarascki e Fagiani (2009) e Flasan (2014), a principal desvantagem é a utilização de mão de obra especializada, que ainda é restrita no Brasil (apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186).

A produtividade do sistema é de 1,38 homem-hora/m<sup>2</sup> durante a etapa de fechamento, revestimento e estrutura da obra. Uma das desvantagens do sistema é a capacidade estrutural de construção de até cinco pavimentos. A principal desvantagem do sistema é que ele exige mão de obra especializada, sendo que no Brasil ainda é difícil encontrar. (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009; FLASAN, 2014 apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186).



### 2.3.4 TECNOLOGIA CONCRETO PVC

O sistema, desenvolvido no Canadá, tinha como finalidade a industrialização das edificações de até cinco pavimentos (LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186).

Segundo Faria (2008 apud LIMA, 2014), as primeiras edificações com essa tecnologia no Brasil foram 130 unidades habitacionais de um condomínio em Canoas (RS), entre 2001 e 2002 e atualmente totalizam mais de 70.000 m<sup>2</sup> entre obras comerciais e residenciais.

O PVC (Policloreto de vinila) é obtido a partir de 57% de insumos provenientes do sal marinho ou da terra (sal-gema), e 43% de insumos provenientes de fontes não renováveis, como o petróleo e o gás natural. Para produção do PVC estima-se que são utilizados somente 0,25% do suprimento mundial de gás e petróleo, sendo um dos termoplásticos mais consumidos no mundo. Segundo Brasken (2006 apud LIMA, 2014), em 2005, o Brasil consumiu cerca de 2% da demanda mundial de resinas de PVC. Considerando que para sua obtenção são utilizados 43% de insumos oriundos de fontes não renováveis, há estudos e tecnologia disponível para a substituição desses por álcool vegetal. O processo de fabricação é marcado pelo baixo consumo de energia e pequena geração de resíduos, reduzindo os custos de operação e manutenção na sua aplicação.

Conforme memorial descritivo, parte integrante do projeto de transposição para o sistema concreto PVC, o sistema se caracteriza pela fundação tipo radier, pelas paredes estruturais em concreto e PVC (Figuras 9 e 10) e estrutura da cobertura metálica (FNDE, 2016).

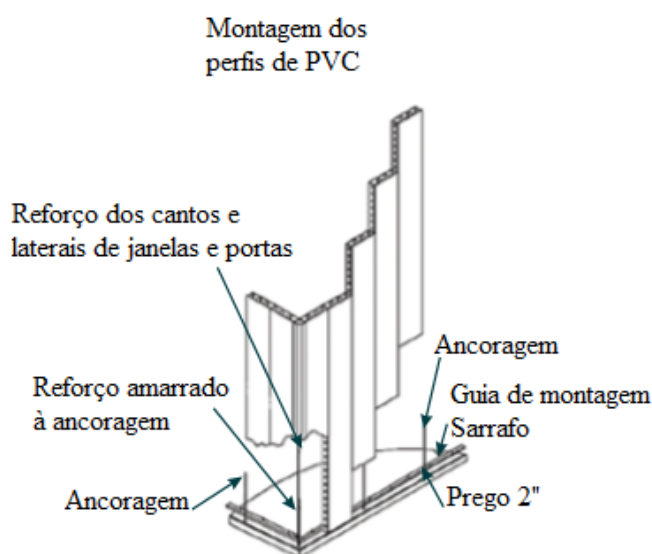


Figura 9 – Estrutura da parede do Sistema Concreto PVC  
 Fonte: Engenharia Civil – UFES (2012, apud LACERDA; GOMES, 2014)

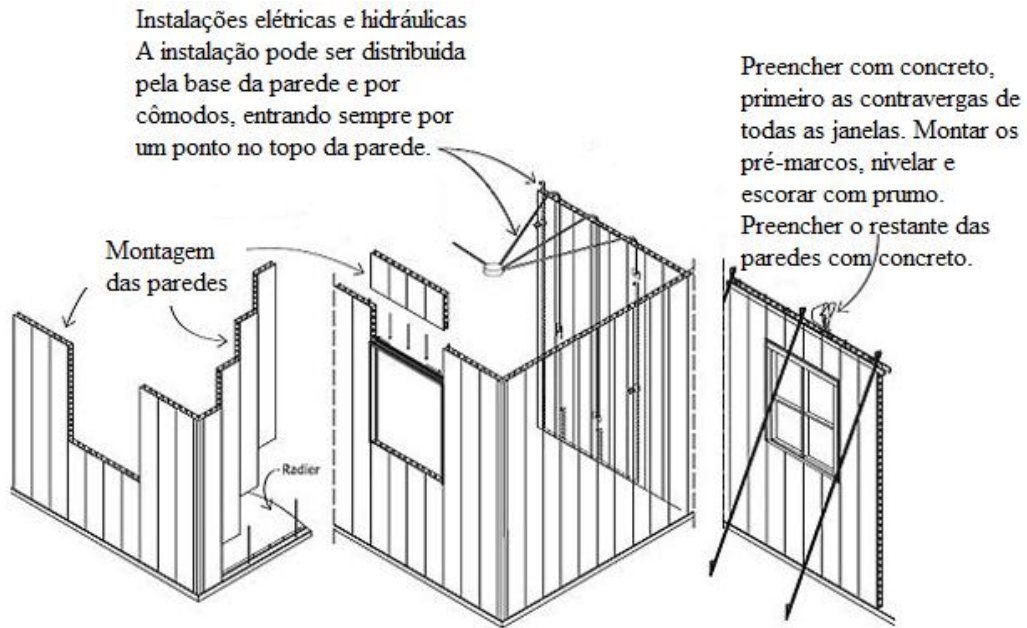


Figura 10 – Esquema de montagem do Sistema Concreto PVC.  
Fonte: ESPECIALIZE, 2014

É um sistema modular, no qual as paredes são formadas por painéis de PVC (Figuras 11 e 12), preenchidas com concreto e aço, que resulta em um produto de alta resistência e a vida útil em construções é superior a 20 anos (CICHINELLI, 2013).



Figura 11 – Montagem dos painéis de PVC  
Fonte: ESPECIALIZE, 2014



Figura 12 – Posicionamento das armaduras no painel de PVC  
Fonte: TÉCHNE, 2013

As placas de PVC das formas são incorporadas as paredes, podendo ser utilizada como acabamento (Figura 13), evitando assim o uso de revestimento cerâmico ou pintura.



Figura 13 – Casa executada no sistema Concreto PVC  
Fonte: TÉCHNE, 2013

O sistema objetiva a rapidez na execução da obra, sendo desnecessário o uso de equipamentos pesados e ferramentas especiais. Comparando com o sistema construtivo convencional verifica-se uma economia energética de até 75%, uma redução de 97% dos desperdícios e entulhos, tendo em vista se tratar de uma construção pré-fabricada, e um consumo de água 73% menor (BRASKEM, 2014; SCHMIDT, 2013 apud LACERDA; GOMES, 2014 p. 167-186). Sua produtividade é quase oito vezes maior que o sistema convencional em alvenaria. Segundo Cichinelli (2013) para executar uma casa de 43 m<sup>2</sup>, a produtividade estimada é de 2,41 homem-hora/m<sup>2</sup>, com prazo de 12,9 dias para sua execução.

Domarascki e Fagiani (2009, apud FIGUEIREDO, 2015) estimaram que para as etapas de fechamento, revestimento e estrutura a produtividade é de 0,70 homem-hora/m<sup>2</sup>.

Conforme Figueiredo (2015), a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2014) realizou um estudo para verificação da produtividade desse sistema em relação ao convencional e para uma residência de 43 m<sup>2</sup> foi obtido o resultado apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Produtividade do Sistema Concreto PVC e do Convencional

Casa 43 m <sup>2</sup>		
Sistema	Hh/m <sup>2</sup>	Prazo Execução
Concreto PVC	2,41	12,9 dias
Alvenaria Convencional	12,31	66,16 dias

Fonte: CBIC (2014 apud FIGUEIREDO, 2015)

Na alvenaria convencional o prazo de execução foi aproximadamente 5 vezes maior que o utilizado no sistema Concreto PVC.

Entre as vantagens desse sistema em comparação ao convencional pode ser citada a produtividade, rapidez, uso de material reciclável, leve, redução do desperdício, acabamento uniforme e menor consumo de água. Segundo Domarascki e Fagiani (2009 apud LIMA, 2014), outra vantagem é um ganho de área útil da edificação de até 7% e como desvantagem tem-se a forma como a concretagem é executada. O método é artesanal e influencia a qualidade do produto final.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DO MODELO ESTUDADO

Conforme visto anteriormente, os projetos Tipo B e Tipo C permitem a transposição para as chamadas MIs. Para esse estudo foi utilizado o Projeto Tipo B (Figura 14), fornecido pelo FNDE. A edificação possui área de 1323,58 m<sup>2</sup> e capacidade para atender 120 alunos em período integral ou 240 em dois turnos.

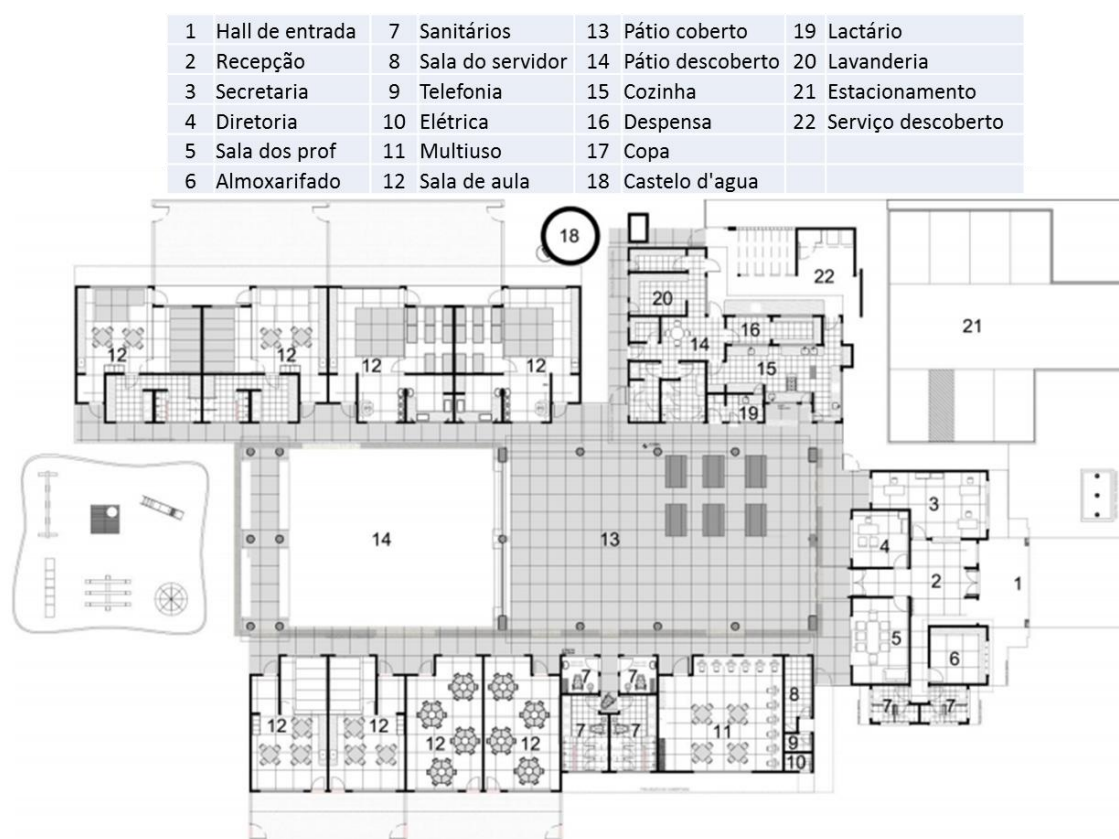


Figura 14 – Modelo Creche Tipo B  
Fonte: Adaptado de FNDE/Proinfância, 2016

Essas escolas são térreas e possuem 5 blocos distintos: bloco administrativo, bloco de serviços, bloco multiuso e 2 blocos pedagógicos (Tabela 4). Eles são interligados junto ao pátio por meio de um corredor. Conta ainda com *playground* e estacionamento.

Os projetos foram planejados de forma a atender as necessidades da criança e as diversidades identificadas no país, sejam econômicas, sociais, climáticas etc. Além disso, o projeto permite adaptações quanto a fundação e instalações visto que dependem do terreno e local onde serão implantadas as edificações.

Por meio da tabela 4 são identificados os 5 blocos que compõem a edificação e seus ambientes.

Tabela 4 - Composição dos Blocos

<b>Bloco Administrativo</b>	<b>Bloco de Serviços</b>	<b>Bloco Creche I e II – crianças de 0 a 3 anos</b>
Hall	Circulação interna	Fraldário (Creche I)
Recepção	Rouparia	Sanitário (Creche II)
Secretaria	Lavanderia	Atividades
Circulação interna	Copa Funcionários	Repouso
Diretoria	Depósito de Material	Alimentação (Creche I)
Sala de professores	Vestiário masculino	Solário
Almoxarifado	Vestiário feminino	
Sanitários adultos: masculino e feminino	Despensa	
	Cozinha	
	Buffet	
	Lactário	
	Área de Serviço externa	
<b>Bloco Creche III e pré-escola – crianças de 3 a 5 anos e 11</b>	<b>Bloco Multiuso</b>	
Atividades	Sala multiuso	
Repouso (Creche III)	02 sanitários infantis, feminino e masculino	
Solário	02 sanitários para adultos e deficientes físicos, feminino e masculino	
	Sala de apoio à informática (S.I.)	
	Sala de Energia Elétrica (S.E.E)	
	Sala de Telefonia (S.T.)	

Fonte: Adaptado de FNDE/Proinfância, 2016

E, na tabela 5 são discriminadas as áreas de cada bloco.

Tabela 5 – Área dos Blocos

AMBIENTES	ÁREA ÚTIL (m <sup>2</sup> )
Bloco Administrativo	120,29
Bloco de Serviços	146,64
Bloco Pedagógico 1	340,07
Bloco Pedagógico 2	238,3
Bloco Multiuso	101,6
Demais espaços	323,98
<b>TOTAL</b>	<b>1270,88</b>

Fonte: Adaptado de FNDE/Proinfância, 2016

O projeto permite a facilidade de acesso, segurança a áreas restritas, integração e visibilidade, garantindo conforto, saúde e segurança dos usuários. E, atendendo a legislação,

prevê ainda a acessibilidade nos ambientes por meio de rampa de acesso, piso tátil, sanitários para pessoas com deficiência física.

O projeto possui área útil de 1270,88 m<sup>2</sup> (Tabela 5) e sua fachada é padrão, independentemente do sistema construtivo utilizado (Figura 15).



Figura 15 – Creche executada em *Light Steel Frame* em Boa Vista-RR  
Fonte: Metálica, 2016

### 3.2 ENERGIA INCORPORADA

A construção civil, além da importância econômica e social, é também um grande consumidor de energia e de recursos naturais, sendo sua indústria grande responsável pela emissão dos gases que provocam o efeito estufa (MARCOS, 2009). São eles o metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ozônio troposférico (O<sub>3</sub>), clorofluocarbonetos (CFC's), além do vapor d'água, sendo o CO<sub>2</sub> um dos mais relevantes em termos radioativos. A emissão de CO<sub>2</sub> deriva principalmente da queima de combustíveis fósseis, do desmatamento e mudanças do uso da terra (MARCOS, 2009; STACHERA, 2008).

Esses gases fazem com que parte do calor que seria liberado no espaço seja retido na superfície, causando aumento de temperatura, o que provoca mudanças climáticas, aumento do nível dos oceanos, entre outros (TAVARES, 2006).

A poluição ambiental é hoje um problema debatido mundialmente. O Protocolo de Kyoto, que teve sua validade estendida até 2020, tem como objetivo a redução na emissão de gases que agravam o efeito estufa. Por intermédio do Protocolo, os países desenvolvidos se comprometeram a reduzir a emissão desses gases. Países em desenvolvimento, como o Brasil,

não tinham meta de redução, no entanto o país se propôs a minimizar suas emissões a fim de contribuir com esse objetivo.

O Brasil, signatário da UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima), anunciou em 2009, durante a COP – 15, uma meta voluntária de redução entre 36,1 e 38,9% das emissões totais de GEE projetadas até o ano de 2020. A meta foi formalizada por meio da Lei nº 12.187/09, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), e regulamentada pelo Decreto nº 7.390/10. Conforme legislação, o PDE é o documento que formaliza a estratégia a ser adotada a fim de cumprir essa meta no que se refere à produção e ao uso da energia. O Brasil tem uma matriz energética em grande parte renovável, e conforme Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2024 a previsão é que em 2024 as fontes renováveis sejam 45,2% da matriz energética. Conforme PDE (2015), a manutenção das fontes renováveis é a estratégia do setor para manter as emissões decorrentes da produção e uso de energia baixas e assim reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Após reunião do clima em Paris, realizada em dezembro de 2015, foram estabelecidas metas e o Brasil se comprometeu a reduzir 37,5% das suas emissões, comparadas com 2005, até 2025.

Quando se trata da indústria da construção civil, se identifica um setor tradicional que apresenta resistência quanto as questões de conservação ambiental (STACHERA, 2008). STACHERA (2008) analisou os materiais com grande emissão de gases do efeito estufa, principalmente o CO<sup>2</sup>, sendo eles o cimento, o cal, tijolos cerâmicos, agregados (areia e brita) e aço e concluiu que podem ser implantadas tecnologias adequadas a um custo mínimo se comparado com o benefício de tornar o setor mais ambientalmente correto. A utilização de materiais locais em detrimento aos tradicionalmente utilizados pode proporcionar ganhos ecológicos e possivelmente econômicos.

Segundo (GRAF, 2011) alguns fatores podem ser analisados para determinação dos materiais utilizados, como energia de produção, emissão de CO<sup>2</sup>, impacto da extração, toxicidade, transporte dentre outros. Nesse caso, o conceito de energia incorporada uma ferramenta importante para avaliação do impacto ambiental. É a energia utilizada para a fabricação dos materiais, da extração ao destino final e a fabricação dos materiais de construção é frequentemente a principal fonte de emissões de gases poluentes. É usada para mensurar o impacto ambiental das construções, sendo considerado um indicador da sustentabilidade (TAVARES, 2006). Pode ser utilizada na escolha dos materiais e é de grande relevância para atingir a eficiência energética.



Segundo Thormark (2001 apud GRAF; TAVARES 2010) a energia incorporada pode chegar a 40% de toda energia consumida durante a vida da edificação (para um ciclo de vida de 50 anos).

Segundo Tavares (2006), energia Incorporada Inicial compreende a soma de todos os insumos energéticos, diretos e indiretos, utilizados para erguer a edificação. Entre os indiretos estão a extração e beneficiamento das matérias primas, já os diretos são os realizados dentro dos limites da fábrica para a obtenção dos materiais de construção utilizados.

Durante a vida útil da edificação há a energia de manutenção, onde eventualmente há reposição de alguns componentes, e a energia operacional, que é toda energia utilizada com eletrodomésticos e equipamentos. No Brasil esse valor é reduzido, se comparado com outros países, devido ao pouco uso de climatização artificial. Há ainda a energia de desconstrução, que se refere a energia utilizada para demolição e desmontagem da edificação (URIBE, 2013; TAVARES, 2006).

Em estudo realizado em Portugal, Torgal e Jalali (2011) obtiveram como resultado que a parcela de energia incorporada nos materiais é relativamente pequena se comparada com a energia operacional, que é a energia necessária durante a vida útil do edifício, para iluminação, uso de equipamentos, climatização e outros. No entanto, a busca pela eficiência energética dos edifícios, torna a parcela referente aos materiais de construção cada vez mais relevante.

Conforme Tavares (2006), a energia incorporada pode ser definida como o total de requisitos energéticos de um produto ou serviço, sendo seu valor obtido usualmente por quatro métodos: Análise de Processo, Análise Estatística, Análise por matrizes Insumo x Produto e Análise e Análise híbrida, Treloar (2001 apud TAVARES 2006).

Análise de processo - Análise detalhada de todas as etapas de um processo de fabricação, tendo como grande inconveniente o tempo necessário;

Análise estatística - Realizada a partir de estatísticas, é bastante ágil, no entanto necessidade de um banco de dados confiável;

Análise por matrizes insumo x produto - Relacionam os resultados financeiros de setores da economia definindo o fluxo de moeda entre eles. Destacando-se os fluxos entre os setores produtores de energia e os consumidores de energia, estabelece-se a relação de cada unidade de energia com a unidade de moeda correspondente. Como desvantagem pode se destacar a falta de dados consistentes dos resultados econômicos dos setores relacionados;

Análise híbrida - Integra as vantagens dos métodos disponíveis e reduz as incertezas, são comumente realizadas com as análises de processo de forma a reduzir as incertezas das análises insumo x produto.

Nesse trabalho não será abordado o custo energético de transporte, no entanto cabe destacar as etapas consideradas mais relevantes. Segundo Tavares (2006) são elas o transporte dos materiais ao local da obra, o transporte dos trabalhadores e o transporte dos desperdícios (resíduos, recicláveis, retiráveis). Tavares (2006), em sua pesquisa, obteve a relação de 1,62 MJ/t/km e como efeito prático considerou a distancia de transporte em dobro, englobando assim o transporte do material e do desperdício.

Para Graf e Tavares (2010), o transporte, ou seja, a distância, é um fator que influencia nos cálculos, pois está diretamente relacionada a energia utilizada para o transporte. Materiais de fontes locais reduzem a energia incorporada e as emissões pelo transporte. Exemplifica citando o caso da madeira, que apesar de ser um material renovável pode ter alto impacto ambiental devido ao transporte. Possui a capacidade de reduzir a quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera até a queima ou decomposição, mas também há problemas quando ao modo de produção, que envolve o replantio, com falta de biodiversidade na produção e a exploração das espécies nativas com corte ilegal. Os plásticos são grandes responsáveis pela emissão de toxinas e CO<sub>2</sub> na atmosfera. O Cloreto de Polivinila (PVC) deve ser evitado por ter difícil descarte, mas pode ser reciclado e transformado em produtos de qualidade inferior.

O valor da energia incorporada é expresso em MJ ou GJ por unidade de massa (kg), ou através de superfície (m<sup>2</sup>) ou unidade de volume (m<sup>3</sup>) do material instalado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cálculo da energia incorporada foram utilizados os dados disponíveis em banco de dados e pesquisas nacionais e internacionais (Tabela 6).

Tabela 6 – Energia incorporada em materiais de construção brasileiros

(Continua)

Energia Embutida em materiais de construção brasileiros				
MATERIAIS	<sup>(2)</sup> EE (MJ/kg)	EE (MJ/m <sup>3</sup> ) <sup>(3)</sup>	Desperd. % <sup>(4)</sup>	Dens (kg/m <sup>3</sup> )
Aço chapa galvanizada	33,8	265330		7850
Aço chapa dobrada	30	235500		7850
Aço laminado CA 50A <sup>(1)</sup>	30	235500	10	7850
Aço reciclado	12,5			
Acrílico	80			
Água	0,02	20		1000
Alumínio lingote <sup>(1)</sup>	98,2	265140		2700
Alumínio anodizado	210	567000		2700
Alumínio reciclado extrudado	17,3			
Alumínio reciclado anodizado	42,9			
Areia	0,05	75,75	50	1515
Argamassa mistura	2,1	3906	40	1860
Asfalto	51	107865		2115
Batente madeira aparelhada	3,5	2100		600
Borracha natural latex	69	63480		920
Borracha sintética	135	160650		1190
Brita	0,15	247,5	40	1650
Cal virgem	3	4500	50	1500
Carpete	50		15	
Cêra	52			
Cerâmica azulejo	6,2	12400		2000
Cerâmica bloco de 8 furos <sup>(1)</sup>	2,9	4060	15	1400
Cerâmica branca	25	52075	5	2000
Cerâmica piso esmaltado	5	10000		2000
Cerâmica – revest, biqueima	6,20 12400,00 2000			
Cerâmica – revest, monoqueima <sup>(1)</sup>	5,10 10200,00 15 2000			
Cerâmica porcelanato	13	27300	15	2100
Cerâmica refratária	32,4			
Cerâmica telha	5,4	10260		1900

Tabela 6 – Energia incorporada em materiais de construção brasileiros

(Continua)

Chapa de compensado	8	4400	15	550
Chumbo lingote	21	238140		11340
Cimento Portland <sup>(1)</sup>	4,2	8190	40	1950
Cobre	75	669975		8933
Concreto armado	3,1			
Concreto bloco	1	2000	15	2000
Concreto simples	1,2	2760	10	2300
Dobradiça ferro	40	314800		7870
Fechaduras	55	467500		8500
Ferro fundido	32,8	246000		7500
Fibra de vidro	24	768		32
Fibrocimento telha	6	11520	10	1920
Fio termoplástico	83	201690	25	2430
Gesso	4	3200		800
Gesso acartonado	6,1			
Granito aparelhada	2	5400		2700
Lã mineral	19	2090		110
Latão	80	682400		8530
Madeira aparelhada seca forno	3,5	2100	15	600
Madeira aparelhada seca ar livre	0,5	300	15	600
Madeira laminada colada	7,5	4875	15	650
Madeira MDF	9	9000	15	1000
Mármore	1	2680		2680
Marmorite	0,48			
Palha	0,24	31,2		130
Papel <sup>(1)</sup>	18,54	17242,2		930
Papel kraft	37,7			
Papel de parede	36,4			
Placa de gesso	4,5	4500	35	1000
Poliamida nylon	125	143750		1150
Poliestireno expandido	112	6160		55
Poliétileno de alta densidade	95	90250		950
Polipropileno	83,8	92180		1100
Poliuretano espuma	74	2590		35
Porta madeira aparelhada	3,5	2275		650
Prata	128,2	1346100		10500
Selante formaldeído	80	120000		1500
Solo cimento bloco	0,6	1020		1700
Solvente tolueno	67,9	74690		1100
Telha de vidro	23,13	55512		2400
Tinta acrílica	61	79300	15	1.3 kg/l

Tabela 6 – Energia incorporada em materiais de construção brasileiros

(Conclusão)

Tinta óleo	98,1	127530	15	1.3 kg/l
Tinta PVA latex	65	84500	15	1.3 kg/l
Torneiras e registros	95			
Tubo PVC	80	104000	17	1300
Tubo de ferro galvanizado	33,8			
Vermiculita	1,37	167,14		122
Vidro plano	18,5	46250	5	2500
Vidro blindex	26,2			
Vinil	47			
Zinco	51	364140		7140

Fonte: Tavares, 2006

Considerou-se exclusivamente a energia incorporada pela fabricação dos materiais da edificação, que é a mesma em todo território.

Por meio das planilhas orçamentárias fornecidas pelo FNDE (ANEXO A), foi calculada a energia incorporada dos materiais com maior impacto na edificação.

Todos os sistemas construtivos indicados sugerem a utilização de fundação tipo radier, portanto para esse trabalho calculou-se a energia incorporada na superestrutura.

Considerando os materiais que mais respondem pelo conteúdo energético das edificações e restringindo o estudo a superestrutura foi calculada a energia incorporada nas edificações, conforme a tecnologia adotada.

Primeiramente verificou-se a dificuldade em identificar a energia incorporada de alguns materiais visto que algumas tecnologias são relativamente novas.

Não foi possível calcular a energia incorporada na edificação construída com o sistema *Painel Wall System*, pois não foi possível identificar o quantitativo dos materiais que constituem o sistema.

Outra dificuldade identificada foi que a planilha orçamentária disponibilizada no site do FNDE não especifica as dimensões de todos os materiais envolvidos, portanto foram adotados valores indicados no memorial descritivo, também fornecido pelo FNDE, e por fabricantes, em função do uso do material.

Foi considerada:

- parede de PVC de 64 mm, sendo formada por duas placas, com espessura de 1,8 mm cada (MVC, 2016);
- placa cimentícia com espessura de 10 mm e 17 kg/m<sup>2</sup>; (BRASIPLAC, 2012)

- parede de alvenaria com tijolos com espessura de 9 cm;
- Painéis de gesso acartonado com espessura de 12,5mm e 10 kg/m<sup>2</sup> (PLACO, 2016)

Conforme cálculos realizados e resultados apresentados na Tabela 7, entre as tecnologias sugeridas, o *light steel frame* se destacou com a menor quantidade de energia incorporada (Figura 16).

Tabela 7 - Energia Incorporada conforme tecnologia adotada

TECNOLOGIA ADOTADA	Unid	Quantidade	EI (MJ/kg)	EI (MJ/m <sup>3</sup> )	EI (MJ)
<b>CONVENCIONAL</b>					
Aço	kg	9416,2	30	-	282486
Concreto	m <sup>3</sup>	139,21	-	2760	384232,02
Tijolos cerâmicos de 08 furos e= 9 cm	m <sup>3</sup>	133,12	-	4060	540459,49
TOTAL					1207177,5
<b>CONCRETO PVC</b>					
Aço	kg	910,09	30	-	27302,7
Concreto	m <sup>3</sup>	114,36	-	2760	315633,6
Montagem de paredes em módulos de PVC e= 1,8 mm	m <sup>3</sup>	5,31	-	104000	552206,3
TOTAL					895142,6
TECNOLOGIA ADOTADA	Unid	Quantidade	EE (MJ/kg)	EE (MJ/m <sup>3</sup> )	EE (MJ)
<b>LIGHT STEEL FRAME</b>					
Aço	kg	9823,46	30		294703,8
Painéis de placa cimentícia e= 10 mm peso médio - 17 Kg/m <sup>2</sup>	Kg	23239	6		139434
Painéis de gesso acartonado ST (e=12,5mm) peso médio - 10 kg/m <sup>2</sup>	kg	13467	6,1		82148,7
Painéis de gesso acartonado RU (e=12,5mm) peso médio - 10 kg/m <sup>2</sup>	kg	5769,8	6,1		35195,78
TOTAL					551482,28

Fonte: Autoria própria

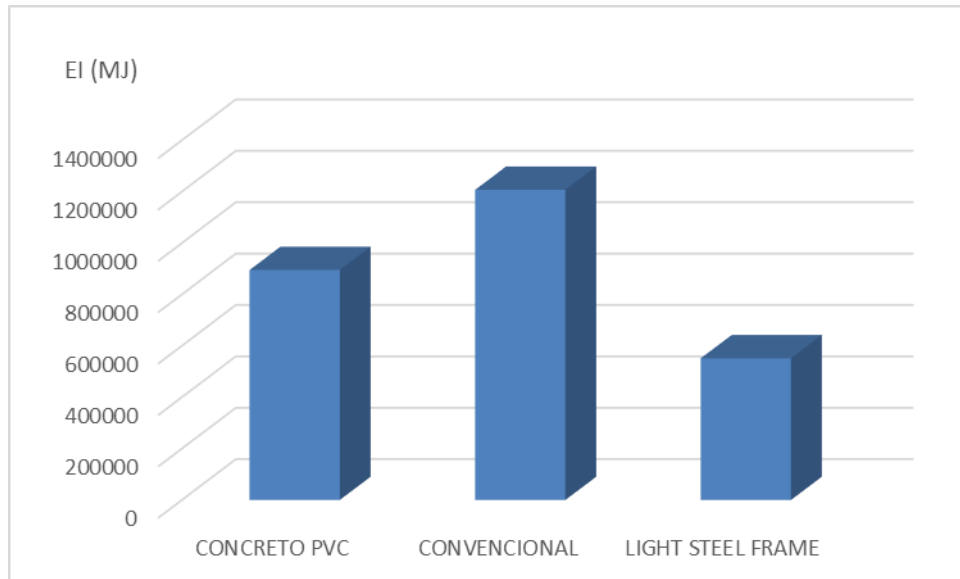


Figura 16 – EI nas edificações conforme sistema construtivo  
Fonte: Autoria própria

Equivale a 45,68% da consumida no sistema convencional e a 61,6% da consumida no sistema concreto PVC. Mesmo o sistema Concreto PVC mostrou uma redução de aproximadamente 26% em relação ao sistema convencional (Figura 17).

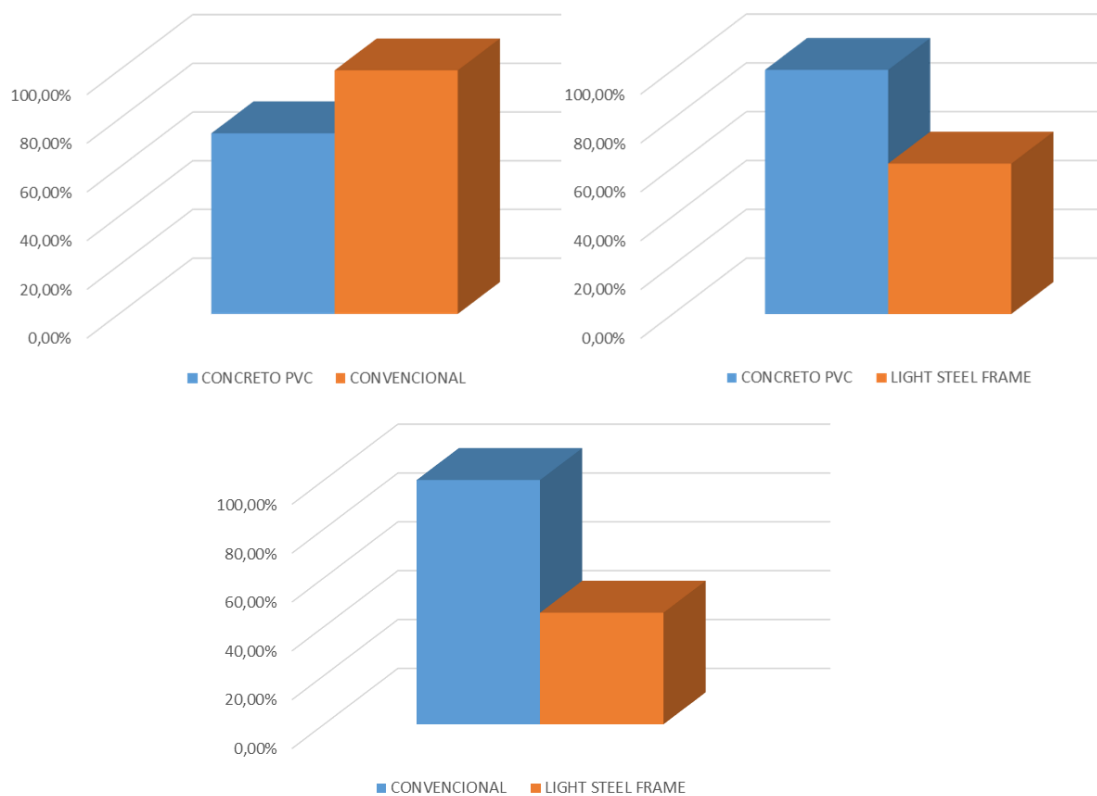


Figura 17 – Comparativo entre a EI conforme sistema construtivo  
Fonte: Autoria própria

O sistema convencional foi o que demonstrou maior consumo energético nessa fase.

Apesar dos resultados alcançados isso necessariamente não indica que o steel frame é o melhor método a ser adotado.

Além do requisito pesquisado, deve-se levar em conta a disponibilidade dos materiais, o custo e durabilidade da construção.

A maior diferença identificada foi entre o sistema convencional e o *light steel frame*, o que leva a crer que mesmo com outros fatores envolvidos é viável a sua utilização.

É também o que utiliza maior quantidade de aço, sendo esse um dos materiais mais reciclados no mundo. Podem ser utilizadas também placas OSB (*Oriented Strand Board*), em substituição as placas cimentícias. A madeira é uma fonte renovável, com capacidade de reduzir a quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

O sistema convencional apesar de largamente utilizado apresenta grandes desvantagens quando se refere à energia incorporada para fabricação dos materiais. Este sistema utiliza materiais que provocam grande degradação ambiental, como areia, pedra e tijolos e gera um grande desperdício de material e de mão de obra. Sua execução é demorada, dependendo das condições climáticas e com cronograma bastante impreciso, no entanto em algumas localidades pode impactar menos devido à facilidade para aquisição dos materiais.

O sistema Concreto PVC também se mostrou vantajoso, além de ser um sistema leve, de rápida execução e que permite um ganho de área. O PVC é também um material reciclável e que não exige acabamento, sendo desnecessária a pintura das paredes. No entanto, o problema do sistema é a durabilidade do acabamento superficial, pois risca e é de difícil manutenção.

Não foi possível calcular a energia incorporada na edificação com tecnologia *Painel Wall System*, no entanto verificam-se vantagens em sua aplicação, devido à rapidez na execução, sem desperdício e bom acabamento.



## 5 CONCLUSÕES

A necessidade de minimizar o déficit habitacional, reduzir os custos, os prazos e o impacto ambiental tem norteado o desenvolvimento de novos sistemas construtivos cada vez mais relacionados a tecnologia.

Todos os sistemas apresentados possuem vantagens e desvantagens que o qualificam para situações específicas.

Comparando os sistemas construtivos com foco na energia incorporada foi possível constatar que o *light steel frame* obteve o melhor resultado, no entanto é preciso destacar que foi considerada apenas a energia incorporada pela fabricação dos materiais.

Para esse trabalho não foi considerada a energia utilizada para o transporte, no entanto dependendo das distancias o sistema *light steel frame* poderia ser inviável, não somente do ponto de vista da energia incorporada, como também econômico.

Para o caso estudado, verifica-se que em regra as chamadas metodologias inovadoras apresentam vantagens em relação a convencional. São sistemas industrializados que reduzem significativamente o tempo de execução de uma obra. São obras secas, em que há pouco desperdício de material e pequena geração de resíduos. Os materiais utilizados têm potencial para reciclagem e reuso, o que reduz a energia incorporada e o impacto ambiental.

Como desvantagem em relação ao sistema convencional, verifica-se a dificuldade em realizar alterações ou adaptações durante a execução. Nesses sistemas, deve ser dada especial atenção ao projeto, pois alterações podem implicar em aumento significativo no custo.

Apesar do resultado obtido, cabe ressaltar que outros indicadores devem ser utilizados na escolha do sistema construtivo mais adequado. Deve se buscar um equilíbrio econômico, social e ambiental.

## SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando a iniciativa do Governo de sugerir a utilização de sistemas construtivos inovadores em edificações públicas, identifica-se a necessidade de avançar nos estudos de forma a fornecer subsídios que comprovem sua viabilidade, portanto sugere-se a continuidade desse estudo analisando a energia incorporada de manutenção nesses edifícios.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Maria Antonieta Nascimento; GAMA, Fernanda Souza; SILVA, Urbiana. **Creche de ontem e de hoje: O que os pais esperam dessa instituição?**. Revista Psicologia, Diversidade e Saúde, v. 2, n. 1, 2013.

ARQUITETANDO – **Oficina de Projetos**. 2010. Disponível em: <<http://arquitetandooficinadeprojetos.blogspot.com.br/2009/02/alvenaria-estrutural-e-de-vedacao.html>>. Acesso em: 09.out.2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575**: Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 15520**; Desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 10636**; Paredes divisórias sem função estrutural– Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 9442**: Materiais de construção – determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro. 1986

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Atualizada com as emendas constitucionais promulgadas. 1988.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015 2v.

\_\_\_\_\_. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996. Brasília-DF: Ministério da Educação, 1996.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 11.494 de 20 de junho de 2007. Regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação– FUNDEB. Centro de Documentação e Informação da Câmara dos Deputados. Disponível: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11494-20-junho-2007-555612-norma-actualizada-pl.pdf>, Consultado, v. 20, n. 08, p. 2013, 2007.

\_\_\_\_\_. Plano Nacional de Educação (PNE 2011-2020). Lei nº 13005 de 25/06/2014. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2011.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001: Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências.

BRASIPLAC. Placas cimentícias. Disponível em: < [www.cemear.com.br/wp-content/uploads/2012/09/Cat%C3%A1logo-Placas-Ciment%C3%ADcias-Brasiplac-Plus.pdf](http://www.cemear.com.br/wp-content/uploads/2012/09/Cat%C3%A1logo-Placas-Ciment%C3%ADcias-Brasiplac-Plus.pdf) > Acesso em: 09.out.2016

CICHINELLI, Gisele. **Sistema construtivo para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto**. Revista TÉCNICE, n. 199, out. 2013. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/199/artigo299968-1.aspx>>. Acesso em: 11.set.2016.

CORSINI, Rodnei. **Conheça o sistema construtivo wall system**. Infraestrutura urbana. Edição 30 - Setembro/2013. Disponível em: < > Acesso em 11.set.2016.

DE BARROS PACHECO, Ana Lucia Paes; DUPRET, Leila. **Creche: desenvolvimento ou sobrevivência?**. Psicologia Usp-SP, v. 15, n. 3, p. 103-116, 2004.

FIGUEIREDO, Davi Messias Corrêa de. **Viabilidade técnica do sistema construtivo concreto PVC em comparação ao sistema de alvenaria convencional**. 2015.

FIGUEIREDO, Roberto. **A mulher no mercado de trabalho industrial**. 2008. Disponível em: < [www.ebah.com.br/content/ABAAAAAH\\_sAF/trabalho-sociologia-a-mulher-no-mercado-trabalho](http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAAH_sAF/trabalho-sociologia-a-mulher-no-mercado-trabalho) > Acesso em: 09.out.2016

FLORES, Maria Luiza Rodrigues; MELLO, Debora Teixeira de. **Ampliação do acesso à educação infantil via PROINFÂNCIA: análises de uma política pública em colaboração**. In: Anais do III Congresso Iberoamericano de Política e Administração da Educação. 2012.

FNDE/PROINFÂNCIA. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Disponível em: <[www.fnde.gov.br/programas/proinfancia](http://www.fnde.gov.br/programas/proinfancia)> Acesso em: 14.set.2016.

GARCIA, Sheila, MARTINS, Marcele Salles, ROMANINI, Anicoli, & BERNARDES, Marina. **Análise de sistemas construtivos para implementação em habitação de interesse social**. Disponível em: <[https://www.imed.edu.br/Uploads/marcelesallesmartins\\_anicoliromanini\(%C3%A1rea3\).pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/marcelesallesmartins_anicoliromanini(%C3%A1rea3).pdf)> Acesso em: 14.set. 2016.

GRAF, Helena Fernanda. **Transmitância térmica & energia incorporada na arquitetura: sua relação nas superfícies do invólucro de uma edificação residencial unifamiliar conforme a Norma NBR 12721**. 2011. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

GRAF, Helena Fernanda; TAVARES, Sergio Fernando. **Energia incorporada dos materiais de uma edificação padrão brasileira residencial**. In: Anais do 1º Congresso de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade. 2010.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Pesquisa Mensal de Emprego Algumas características da inserção das mulheres no mercado de trabalho Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre 2003-2008. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme\\_mulher/Suplemento\\_Mulher\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_mulher/Suplemento_Mulher_2008.pdf)> Acesso em: 14.set.2016.

LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos; DE OLIVEIRA GOMES, Jefferson. **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte**. Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838, v. 7, n. 2, p. 167-186, 2014.

LIMA, Mariana Metello. **As vantagens dos novos métodos construtivos utilizados no Brasil para obras de padrão popular**. ISSN 2179-5568 – Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 7ª Edição nº 007 Vol.01/2014 Julho/2014.

MARCOS, Micheline Helen Cot. **Análise da emissão de CO<sub>2</sub> na fase pré-operacional da construção de habitações de interesse social através da utilização de uma ferramenta CAD-BIM**. 2009.130 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

MEC. **Ministério da Educação**. Disponível em: <[www.portal.mec.gov.br/fundeb](http://www.portal.mec.gov.br/fundeb)> Acesso em: 14.set.2016.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007. Estabelece as orientações e diretrizes para execução e assistência financeira suplementar ao Programa Nacional de Reestruturação e

Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil – PROINFÂNCIA. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de abril de 2007

MVC. **MVC – SOLUÇÕES EM PLÁSTICO**. Disponível em:

<[www.mvcplasticos.com.br/\\_pdf/mvc\\_poloplast\\_paineis\\_pdf\\_curvas.pdf](http://www.mvcplasticos.com.br/_pdf/mvc_poloplast_paineis_pdf_curvas.pdf). > Acessado em 11. set.2016.

OBSERVATÓRIO DO PNE. Disponível em: <[www.fnde.gov.br/programas/proinfancia](http://www.fnde.gov.br/programas/proinfancia) > Acesso em: 14.set.2016.>

PLACO. **Placas de drywall**. Disponível em: < [www.placo.com.br/products/placas-de-drywall](http://www.placo.com.br/products/placas-de-drywall) > Acesso em: 09.out.2016

PORTAL METALICA CONSTRUÇÃO CIVIL. **A leveza do Steel Framing**. Revista Técnica. 27/02/2012

\_\_\_\_\_. Tubulações para light steel framing. Adnauer Tarquínio Daltro; Tales de Mileto Pagioli; Marcos Vinicius de Carvalho Singulane; Data de publicação: 17/11/2011

\_\_\_\_\_. Deleine Christina Gessi Hass e Louise Floriano Martins. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**, UTFPR. Data de publicação: 18/04/2013

STACHERA, Theodozio Junior. **Avaliação de emissões de CO<sub>2</sub> na construção civil: um estudo de caso da habitação de interesse social no Paraná**. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 2008.

TAVARES, Sérgio. **Metodologia para Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. 2006, 252p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2006.

TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. **Energia incorporada em materiais de construção versus energia operacional**. Revista Internacional Construlink, v. 9, n. 27, p. 5-12, 2011.

URIBE PALACIO, Cristian David. **Análise Térmica e Energia Incorporada de Vedações para Habitações de Interesse Social. Estudo de Caso com Utilização do Steel Frame no Entorno do DF**. 2013, 108p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de tecnologia - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

**ANEXO A - Planilha orçamentária**

## Sistema Convencional

Ministério da Educação  
Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação  
Coordenação Geral de Infra-Estrutura - CGEST

Planilha Orçamentária - Projeto Padrão Tipo B

<b>FNDE</b> <small>Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação</small>	<b>Ministério da Educação</b>
--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------

Obra: Proinfância - Tipo B

Preço base: Sinapi Novembro/2012

Inserir percentual do bdi → 25.50

Planilha Orçamentária

S		EDIF B - Edificação principal do Proinfância B			un	1,00			
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PR. UNIT.(R\$)	PR. UNIT.(R\$) com bdi	VALOR (R\$)	
<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>									
1.1	74209/001	SINAPI	Placa da obra - padrão Governo Federal	m²	10,00		0,00	0,00	
1.2	C2851	SEINFRA	instalação provisória de água	un	1,00		0,00	0,00	
1.3	73960/001	SINAPI	instalação provisória de energia elétrica em baixa tensão	un	1,00		0,00	0,00	
1.4	C2849	SEINFRA	instalações provisórias de esgoto	un	1,00		0,00	0,00	
1.5	73805/001	SINAPI	Barracões provisórios (depósito, escritório, vestiário e refeitório) com piso cimentado	m²	60,00		0,00	0,00	
1.6	74077/001	SINAPI	Locação da obra (execução de gabarito)	m²	1.211,92		0,00	0,00	
<b>Subtotal</b>								<b>0,00</b>	
<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>									
2.1	55835	SINAPI	Aterro apiloado em camadas de 0,20 m com material argilo - arenoso (entre baldrame)	m³	405,00		0,00	0,00	
2.2	73965/015	SINAPI	Escavação manual de valas em qualquer terreno exceto rocha até h=1,50 m	m³	102,72		0,00	0,00	
2.3	79512/001	SINAPI	Regularização e compactação do fundo de valas	m³	181,53		0,00	0,00	
2.4	53527	SINAPI	Reaterro apiloado de vaia com material da obra	m³	115,44		0,00	0,00	
<b>Subtotal</b>								<b>0,00</b>	
<b>INFRA-ESTRUTURA: FUNDACIONES</b>									
<b>CONCRETO ARMADO PARA FUNDACIONES</b>									
3.1.1	73907/006	SINAPI	Lastro de concreto magro (e=3,0 cm) - preparo mecânico	m²	22,70		0,00	0,00	
3.1.2	5651	SINAPI	Forma de madeira comum para Fundões - reaproveitamento 5X	m²	150,00		0,00	0,00	
3.1.3	74254/002	SINAPI	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	698,60		0,00	0,00	
3.1.5	74137/004	SINAPI	Concreto para Fundação fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	m³	20,90		0,00	0,00	
<b>CONCRETO ARMADO PARA FUNDACIONES - VIGAS BALDRAMES</b>									
3.2.1	73907/006	SINAPI	Lastro de concreto magro, e=3,0 cm-reparo mecânico	m²	<b>35,28</b>		0,00	0,00	
3.2.2	5651	SINAPI	Forma de madeira comum para Fundões - reaproveitamento 5X	m²	626,10		0,00	0,00	
3.2.3	74254/002	SINAPI	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	1.454,00		0,00	0,00	
	73942/002	SINAPI	Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	310,00		0,00	0,00	
3.2.5	74137/004	SINAPI	Concreto para Fundação fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	m³	34,30		0,00	0,00	
<b>Subtotal</b>								<b>0,00</b>	
<b>SUPERESTRUTURA</b>									
<b>CONCRETO ARMADO - PILARES</b>									
4.1.1	72830	SINAPI	Forma em chapa de madeira compensada resinada- Pilares	m²	393,40		0,00	0,00	
4.1.2	74254/002	SINAPI	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	1.331,40		0,00	0,00	
4.1.3	73942/002	SINAPI	Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	563,10		0,00	0,00	
4.1.4	74137/004	SINAPI	Concreto Bombeado fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento e adensamento.	m³	22,00		0,00	0,00	
<b>CONCRETO ARMADO - VIGAS</b>									
4.2.1	74075/004	SINAPI	Forma madeira comp. resinada 12mm p/ Estrutura corte/Montagem/Escoramento/Desforma- Vigas	m²	656,50		0,00	0,00	
4.2.2	74254/002	SINAPI	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	1.632,00		0,00	0,00	
4.2.3	73942/002	SINAPI	Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	331,10		0,00	0,00	
4.2.4	74137/004	SINAPI	Concreto Bombeado fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento e adensamento.	m³	40,10		0,00	0,00	
<b>CONCRETO ARMADO - LAJES</b>									
4.3.1	74075/004	SINAPI	Forma madeira comp. resinada 12mm p/ Estrutura corte/Montagem/Escoramento/Desforma- Lajes	m²	959,80		-	-	
4.3.2	74254/002	SINAPI	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	4.518,30		-	-	
4.3.3	73942/002	SINAPI	Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm-Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	kg	1.040,30		-	-	
4.3.4	74137/004	SINAPI	Concreto Bombeado fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento e adensamento.	m³	75,40		-	-	
<b>CONCRETO ARMADO PARA VERGAS</b>									
4.4.1	73499	SINAPI	Verga pré-moldada em concreto armado fck 15Mpa - 10x10cm, conforme projeto.	m³	1,71		0,00	0,00	
<b>Subtotal</b>								<b>0,00</b>	
<b>PAREDES E PAINÉIS</b>									
<b>ELEMENTOS VAZADOS</b>									
5.1.1	C0804	SEINFRA	Cobogó de concreto (elemento vazado) - (10x40x40cm) assentado com argamassa traço 1:4 (cimento, areia)	m²	113,44		0,00	0,00	
<b>ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>									
5.2.1	73982/001	SINAPI	Alvenaria de vedação de 1/2 vez em tijolos cerâmicos de 08 furos (dimensões nominais: 19x19x09); assentamento em argamassa no traço 1:2:6 (cimento, cal e areia)	m²	1.373,27		0,00	0,00	
5.2.2	73987/001	SINAPI	Alvenaria de vedação de 1 vez em tijolos cerâmicos de 08 furos (dimensões nominais: 19x19x09); assentamento em argamassa no traço 1:2:6 (cimento, cal e areia)	m²	105,82		0,00	0,00	
5.2.3	6113	SINAPI	Encunhamento (aperto de alvenaria) em tijolo cerâmicos maciços 5x10x20cm 1 vez (esp. 20cm), assentamento c/ argamassa traço 1:6 (cimento e areia)	m	277,12		0,00	0,00	
5.2.4	73862/012	SINAPI	Divisórias em madeira com laminado com portas de 80x210cm, incluindo bandeira de vidro e ferragens	m²	59,56		-	-	
5.2.5	74229/001	SINAPI	Divisória de banheiros e sanitários em granito com espessura de 2cm polido assentado com argamassa traço 1:4	m²	58,44		0,00	0,00	
<b>Subtotal</b>								<b>0,00</b>	

## Sistema light steel frame

ITEM	SUBITEM	CODIGO	FORN	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUAN.	PRE. UNIT. (R\$)	PRE. UNIT. COM BDI (R\$)	VALOR (R\$)	TRANSFONIVEL	FICHA Nº
<b>4.1</b>											
<b>SERVICIOS PRELIMINARES</b>											
4.1.1	74209001	SINAPI		Placa de obra - padrão Governo Federal	m²	10,00	189,34	231,94	2.319,40		
4.1.2	C2861	SEINFRA		Instalação provisória de água	un	1,00	367,40	460,07	460,07		
4.1.3	73960001	SINAPI		Instalação provisória de energia elétrica em baixa tensão	un	1,00	687,23	841,85	841,85		
4.1.4	C2849	SEINFRA		Instalações provisórias de esgoto	un	1,00	449,06	560,09	560,09		
4.1.5	73805001	SINAPI		Banheiros provisórios (depósito, escritório, vestiário e refeitório) com piso cimentado	m²	30,00	408,82	500,81	15.024,18		
4.1.6	74077001	SINAPI		Locução de obra (execução de galpão)	m²	1.330,46	3,28	4,02	5.350,46		
<b>Subtotal item 1</b>											
<b>4.2</b>											
<b>MOVIMENTO DE TERRAS PARA FUNDACOES</b>											
4.2.1		MERCADO		Escavação manual em solo, profundidade 0,05m	m³	45,77	18,29	22,40	1.025,29		
4.2.2		MERCADO		Aplocamento profundo vala com naco 30kg	m³	915,38	1,72	2,11	1.929,96		
<b>Subtotal item 2</b>											
<b>4.3</b>											
<b>FUNDACOES</b>											
4.3.1		MERCADO		Cola plástica	m³	915,38	1,20	1,47	1.346,61		
4.3.2		MERCADO		Campo de terra (a=3,0 cm) - preparo manual	m²	915,38	3,90	4,78	4.373,23		
4.3.3		MERCADO		Fôrma de madeira comum para Fundações - reaproveitamento 5x	m²	124,03	21,52	26,38	3.269,97		
4.3.4		MERCADO		Tela aço soldada nervurada CA-60, Q-60, diâmetro do fio = 4,2 mm, largura = 2,46 x 6,0 metros de comprimento, espaçamento de malha = 15 x 15 cm	kg	1.346,06	6,72	8,23	11.074,53		
4.3.5		MERCADO		Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (14) e 12,5mm (1/2) -Fornecimento/corta perda de 10% / dobra / cotocação.	kg	4.347,30	5,50	6,74	29.289,93		
4.3.6		MERCADO		Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (14) e 12,5mm (1/2) -Fornecimento/corta perda de 10% / dobra / cotocação.	kg	183,60	5,50	6,74	1.237,01		
4.3.7		MERCADO		Concreto para Fundação fck=20MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	m³	143,06	330,00	404,26	57.829,34		
4.3.8		MERCADO		Concreto para Fundação fck=20MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	m³	2,58	350,00	424,75	1.083,31		
<b>Subtotal item 3</b>											
<b>4.4</b>											
<b>SUPERESTRUTURA</b>											
<b>ESTRUTURA EM AÇOS ESTRUTURAIIS EM LIGHT STEEL FRAME LSF</b>											
4.4.1.1		MERCADO		Fornecimento de estrutura metálica - aço estrutural	kg	9.823,40	8,80	10,78	106.896,90	x	3
4.4.1.2		MERCADO		Fabricação da estrutura metálica LSF - Paredes	m²	1.513,18	42,86	52,61	79.464,64	x	3
4.4.1.3		MERCADO		Montagem da estrutura metálica LSF - Paredes	m²	1.513,18	31,35	38,40	58.103,79	x	3
<b>Subtotal</b>											
<b>4.5</b>											
<b>SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO E EXTERNO - PAREDES</b>											
<b>ELEMENTOS VAZADOS</b>											
4.5.1											
4.5.1.1	C0804	SEINFRA		Cobogó de concreto (elemento vazado) - (10x40x40cm) asserado com argamassa traço 1:4 (cimento, areia)	m³	36,30	30,00	36,75	1.334,03		
4.5.2											
<b>ISOLAMENTO EM LA DE VIDRO</b>											
4.5.2.1		MERCADO		Isolação termo acústica - li de vidro E=2"	m²	1.372,11	19,52	23,91	32.813,11	x	6
4.5.2.2		MERCADO		Isolação termo acústica - li de vidro E=4"	m²	690,65	23,60	28,91	19.966,60	x	6
4.5.3											
<b>FECHAMENTO EXTERNO EM CHAPIS CIMENTICIA</b>											
4.5.3.1		MERCADO		Recolimento das placas cimenticias	m²	1.367,00	36,50	44,71	61.121,00	x	5
4.5.3.2		MERCADO		Colocação dos painéis de placas cimenticias.	m²	1.367,00	29,50	36,14	49.399,96	x	5
4.5.3.3		MERCADO		Tratamento de junta	m²	1.367,00	12,87	15,78	21.544,64	x	5
4.5.4											
<b>BARREIRA DE UMIDADE</b>											
4.5.4.1		MERCADO		Instalação da barreira de umidade	m²	975,18	13,71	16,80	16.381,66	x	6
4.5.5											
<b>FECHAMENTO EM GESSO ACARTONADO STANDARD (ST) E RESISTENTE A UMIDADE (RU)</b>											
4.5.5.1		MERCADO		Painéis de gesso acartonado (ST)	m²	1.366,70	21,00	25,73	34.843,66	x	6
4.5.5.2		MERCADO		Painéis de gesso acartonado (RU)	m²	576,98	23,00	28,18	16.256,41	x	6
4.5.6											
<b>DIVISÓRIA DE PVC</b>											
4.5.6.1		MERCADO		Divisória de PVC, E=40mm estruturação metálica colocada	m²	68,44	192,00	235,20	13.745,08	x	

## Sistema Concreto PVC



Fundo Nacional  
de Desenvolvimento  
da Educação

Ministério da Educação



Planilha Completa das Escolas do Proinfância "B" com Implantação

Preço base: Sinapi Dezembro/2012

BDI : 21,76%

## Planilha Orçamentária G3

PLANILHA FINAL COM TRANSPosição							
CODIGO	ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT.	custo uni t. S/BDI	custo unit C/BDI	RECEITA C/BDI(21,76%)
	<b>23</b>	<b>SONDAGEM DO TERRENO</b>	furo	1,00			1.125,22
	23.1	Perfuração e execução de ensaio penetrométrico	m	20,00	880,37	1.125,22	
	<b>24</b>	<b>PROJ B - ELABORAÇÃO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO</b>	un	1,00			9.010,00
	24.1	Elaboração de projeto de implantação de um projeto com área de projeção de cobertura de 1.282,57 metros quadrados	h	80,00	7.049,42	9.010,00	
	<b>26</b>	<b>EDIF B - EDIFICAÇÃO PRINCIPAL PROINFANCIA B</b>	un	1,00			1.611.610,00
	<b>26.1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					29.279,44
74209/001	26.1.1	Placa da obra - padrão Governo Federal	m²	10,00	225,44	288,15	2.881,45
C2851	26.1.2	Instalação provisória de água	un	1,00	647,95	828,15	828,15
73960/001	26.1.3	Instalação provisória de energia elétrica em baixa tensão	un	1,00	991,67	1.267,47	1.267,47
C2849	26.1.4	Instalações provisórias de esgoto	un	1,00	199,59	255,11	255,11
73805/001	26.1.5	Barracões provisórios (depósito, escritório, vestiário e refeitório) com piso cimentado	m²	60,00	186,41	238,25	14.295,07
74077/001	26.1.6	Locação da obra	m²	1.282,57	5,95	7,60	9.752,19
SINAPI	<b>26.2</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS PARA FUNDACOES</b>					28.031,55
55835	26.2.1	Aterro apiloado em camadas de 0,20 m com material argilo - arenoso	m³	83,63	26,26	33,56	2.806,62
73965/010	26.2.2	Escavação manual em qualquer terreno exceto rocha até h=1,50 m	m³	83,63	26,26	33,56	2.806,62
73710	26.2.3	Base para Pavimentação com Brita Graduada, inclusive compactação	m³	148,30	118,27	151,17	22.418,30
	<b>26.3</b>	<b>FUNDACOES EM RADIER E FUND. CX. D'AGUA</b>					78.177,37
5651	26.3.1	Forma de madeira comum para Fundações - reaproveitamento SX	m²	50,72	28,51	36,43	1.847,88
74254/002	26.3.2	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte / dobra / colocação.	kg	424,28	5,61	7,17	3.042,17
73994	26.3.3	Tela Soldada Tipo Q196 - Fornecimento/corte perda de 10% / dobra / colocação.	m³	3.620,27	4,86	6,22	22.505,95
74137/004	26.3.4	Concreto para Fundação fck=25MPa, incluindo preparo, lançamento, adensamento.	m³	112,72	352,48	450,51	50.781,37
	<b>26.4</b>	<b>SUPERESTRUTURA</b>					13.186,73
	<b>26.4.1</b>	<b>PORTICOS CONCRETO PVC- PATIO E ENTRADA</b>					
F. Serviço	26.4.1.1	Fornecimento de módulos em PVC, inclusive acessórios	m²	39,46	155,50	198,75	7.842,57
F. Serviço	26.4.1.2	Montagem de paredes em módulos de PVC	m²	39,46	13,93	17,80	702,55
74138/002	26.4.1.3	Concreto usinado bombeado estrutural FCK 20 Mpa.	m³	3,16	345,62	441,74	1.395,90
74254/002	26.4.1.4	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10%) / dobra / colocação.	kg	28,28	5,61	7,17	202,77
	<b>26.4.2</b>	<b>CENTRAL DE GÁS</b>					
74112/001	26.4.2.1	Laje maciça concreto fck=25mpa e=8cm, incl. forma plastificada da 18mm /escoramento mad serrada c/reap. 12x e 95,0kg aço CA-50 fck=25	m³	1,69	1.409,58	1.801,61	3.042,93
	<b>26.5</b>	<b>PAREDES OU ELEMENTOS DE VEDAÇÃO</b>					396.973,10
	<b>26.5.1</b>	<b>DIVISÓRIAS</b>					28.183,03
73862/012	26.5.1.1	Divisórias em madeira com laminado com portas de 80x210cm, incluindo bandeira de vidro e ferragens	m²	58,52	175,29	224,05	13.111,23
74229/001	26.5.1.2	Divisória de banheiros e sanitários em granito com espessura de 2cm polido assentado com argamassa traço 1:4	m²	38,67	304,94	389,75	15.071,79
	<b>26.5.2</b>	<b>PAREDES EM CONCRETO PVC</b>					366.293,42
F. Serviço	26.5.2.1	Fornecimento de módulos em PVC, inclusive acessórios	m²	1.435,45	155,50	198,75	285.292,02
F. Serviço	26.5.2.2	Montagem de paredes em módulos de PVC	m²	1.435,45	13,93	17,80	25.557,03
74138/002	26.5.2.3	Concreto usinado bombeado estrutural FCK 20 Mpa.	m³	111,20	345,62	441,74	49.121,62
74254/002	26.5.2.4	Armação aço CA-50, Diam. 6,3 (1/4) à 12,5mm(1/2) -Fornecimento/corte perda de 10%) / dobra / colocação.	kg	881,81	5,61	7,17	6.322,75
	<b>26.5.3</b>	<b>LIXEIRA</b>					2.496,65
73982/001	26.5.3.1	Alvenaria de vedação de 1/2 vez em tijolos cerâmicos de 08 furos (dimensões nominais: 19x19x09); assentamento em argamassa no traço 1:2:8 (cimento, cal e areia) - MURO	m²	20,61	27,09	34,63	713,62
5974	15.5.2.2	Chapisco de aderência em paredes internas e externas	m²	41,22	3,27	4,17	172,02
73927/005	15.5.2.3	Reboco tipo paulista para paredes internas e externas - espessura 2,0 cm	m²	41,22	19,01	24,30	1.001,52
73954/002	15.5.2.4	Pintura em latex acrílico 02 demãos sobre paredes internas, e externas e muros	m²	41,22	11,57	14,79	609,49



## Sistema Painei Wall System



Fundo Nacional  
de Desenvolvimento  
da Educação

Ministério da Educação

EMPRESA MVC - PREGÃO 94/SUL - SUDESTE - GRUPO 5 - ESTADO\_RS

Planilha Completa das Escolas do Proinfância "B" com Implantação

Preço base: Março/2013

Planilha Orçamentária - PROPOSTA VENCEDORA DO PREGÃO

ITEM	SUBITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.
<b>4</b>				<b>EDIF B - EDIFICAÇÃO PRINCIPAL PROINFANCIA B</b>	<b>un</b>	<b>1.00</b>
	<b>4.1</b>			<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>		
	4.1.1	74209/001	SINAPI	Placa da obra - padrão Governo Federal	m <sup>2</sup>	10.00
	4.1.2	73828/001	SINAPI	Instalação provisória de água	un	1.00
	4.1.3	73960/001	SINAPI	Instalação provisória de energia elétrica em baixa tensão	un	1.00
	4.1.4	73658	SINAPI	Instalações provisórias de esgoto	un	1.00
	4.1.5	73805/001	SINAPI	Barracões provisórios (depósito, escritório, vestiário e refeitório) com piso cimentado	m <sup>2</sup>	60.00
	4.1.6	74077/001	SINAPI	Locação da obra (execução de gabarito)	m <sup>2</sup>	1,319.86
	<b>Subtotal item 4.1</b>					
	<b>4.2</b>			<b>MOVIMENTO DE TERRA PARA FUNDAÇÕES</b>		
	4.2.1	73481	SINAPI	Escavação manual de valas	m <sup>3</sup>	61.02
	4.2.2	72961	SINAPI	Regularização e compactação do fundo de vala	m <sup>2</sup>	135.60
	<b>Subtotal item 4.2</b>					
	<b>4.3</b>			<b>FUNDAÇÕES</b>		
	<b>4.3.1</b>			<b>CONCRETO ARMADO PARA FUNDAÇÕES - RADIER</b>		
	4.3.1.1	74164/004	SINAPI	Lastro de Brita (e=3,0 cm)	m <sup>3</sup>	33.68
	4.3.1.2	5651	SINAPI	Forma, de Madeira, para concreto em Fundações - reaproveitamento 5X	m <sup>2</sup>	60.39
	4.3.1.3	mercado	CP	*Armação em tela soldada (Aço CA-50-60, diâm. de 3,4 a 5,0mm)	kg	2,724.00
	4.3.1.4	74138/004	SINAPI	Concreto usinado bombeado fck=30MPa, inclusive lançamento e adensamento, espessura = 10cm	m <sup>3</sup>	112.28
	<b>Subtotal item 4.3</b>			<b>* este item pode variar para uma maior quantidade conforme projeto de fundação específico para cada obra.</b>		
	<b>4.4</b>			<b>SUPERESTRUTURA</b>		
	<b>4.4.1</b>			<b>ESTRUTURA PULTRUDADA</b>		
	4.4.1.1	mercado		Estrutura Pultrudada, contemplando Pilares, Vigas, Acabamentos de Pilares, Cantoneira s. Barra Chata, Perfis "U" e "Y" de Piso e Borda respectivamente	kg	14,320.00
	4.4.1.2	mercado		Preenchimento, dos Pilares do pátio coberto, com material composto reciclado - 12x12 x280cm.	kg	1,048.32
	<b>Subtotal item 4.4</b>					
	<b>4.5</b>			<b>SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO E EXTERNO</b>		
	<b>4.5.1</b>			<b>ELEMENTOS VAZADOS</b>		
	4.5.1.1	mercado		Elementos vazados, quadriculados, em perfil pultrudado (Grade e.n. 50mm) - EP1(2,44 x1,79mx1pç), EP2(3,66x1,22mx3pç), EP3(2,44x1,22mx2pç), EP4(1,79x2,44mx1pç), EP5(1,79x2,44mx1pç), EP6(2,10x0,70mx2pç), EP7(2,00x0,73mx2pç).	m <sup>2</sup>	38.31
	<b>4.5.2</b>			<b>PAREDES DE VEDAÇÃO</b>		
	4.5.2.1	mercado		Parede de Vedação em Painei Wall System - composto de Placa interna e externa de Fibra, e enchimento interno com EPS e placa de gesso acartonado interno e externo, colados e compactados conforme fabricante	m <sup>2</sup>	1,135.05
	4.5.2.2	mercado		Parede Para duplicação em Painei Wall System - composto de Placa interna e externa de Fibra, e enchimento interno com EPS e placa de gesso acartonado interno e externo, colados e compactados conforme fabricante, com preenchimento por manta de lã de vidro na espessura de 50mm do vão entre os painéis dúplos.	m <sup>2</sup>	269.40
	4.5.2.3	mercado		Carenagens em plástico plástico reforçado com fibra de vidro (e= 2,00mm a 3,5mm), para platibandas.	m <sup>2</sup>	329.00
	4.5.2.4	mercado		Carenagem em plástico plástico reforçado com fibra de vidro (e= 2,00mm a 3,5mm), para fechamento do volume de exaustão.	pc	1.00
	<b>4.5.3</b>			<b>DIVISÓRIA</b>		
	4.5.3.1	mercado		Divisória em em Painei Wall System - composto de Placa interna e externa de Fibra, e enchimento interno com EPS e placa de gesso acartonado interno e externo, colados e compactados conforme fabricante, incluso painei de vidro incolor 6mm fixo.	m <sup>2</sup>	59.56
	4.5.3.2	79627	SINAPI	Divisória de banheiros e sanitários em granito com espessura de 2cm polido	m <sup>2</sup>	44.43
	<b>Subtotal item 4.5</b>					