



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CAMPUS DO SERTÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL CARVALHO DA SILVA**

**ESTUDO DE CASO DO DESENVOLVIMENTO DE UMA CONSTRUÇÃO  
MODULAR OFF SITE APLICADA NA CRECHE CRIA LAGOA NOVA - PIRANHAS**

Delmiro Gouveia/AL

2023

GABRIEL CARVALHO DA SILVA

**ESTUDO DE CASO DO DESENVOLVIMENTO DE UMA CONSTRUÇÃO  
MODULAR OFF SITE APLICADA NA CRECHE CRIA LAGOA NOVA - PIRANHAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do grau  
de Bacharel em Engenharia Civil pela  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL,  
Campus do Sertão.

Orientador: Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes

Delmiro Gouveia/AL

2023

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4 2209

S586e Silva, Gabriel Carvalho da

Estudo de caso do desenvolvimento de uma construção modular *off-site* aplicada na Creche Cria Lagoa Nova - Piranhas / Gabriel Carvalho da Silva. - 2023.

59. : il.

Orientação: Odair Barbosa de Moraes.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas.  
Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Construção civil. 2. Construção modular. 3. Sistema de construção. 4. Método *off-site*. 5. Construção pré-fabricada. I. Moraes, Odair Barbosa de. II. Título.

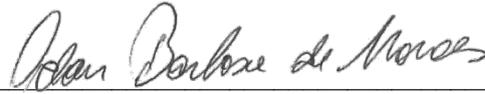
CDU: 624.012.35

## Folha de Aprovação

GABRIEL CARVALHO DA SILVA

Estudo de caso do desenvolvimento de uma construção modular off site aplicada na creche  
cria Lagoa Nova - Piranhas

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
banca examinadora do curso de Engenharia  
Civil da Universidade Federal de Alagoas –  
UFAL, Campus do Sertão e aprovada em 05 de  
Outubro de 2023.

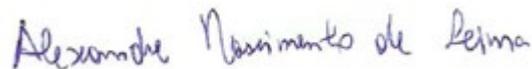


(Orientador(a) - Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes, UFAL – Campus do Sertão)

### Banca examinadora:



(Examinadora Externa – Eng. Priscila Rosseto)



(Examinador Interno – Prof. Msc. Alexandre Nascimento de Lima, UFAL – Campus do  
Sertão)

## RESUMO

Contraopondo-se aos métodos tradicionais que enrijecem a construção civil brasileira, emergem inovações no mercado que cada vez mais modificam este setor. Conforme as necessidades específicas de cada projeto, torna-se possível escolher e combinar técnicas devidamente eficazes de otimizar os processos, minimizando os prazos. Dentre estas inovações, destacamos a construção modular, que é embasada na construção pré-fabricada ou construção à seco, a qual proporciona um melhor resultado quanto a qualidade e rapidez de montagem, assim como, mitiga a criação de resíduos e o desperdício de materiais. A construção pré-fabricada torna possível desenvolver uma linha de montagem e replicá-la em distintos contextos e adversidades, devido ao fato desse tipo de metodologia construtiva ser *off-site*, isto é, fora do canteiro. Com base nesse contexto essa pesquisa tem como objetivo caracterizar a implantação de uma obra em construção modular, destacando os seus elementos e as fases de implantação. Foi realizado um estudo de caso buscando analisar fatores técnicos, apontando suas principais vantagens. O levantamento de dados foi realizado através de informações disponibilizadas por uma empresa que desenvolve obras modulares. Os resultados obtidos demonstram um alto potencial de desenvolvimento do método modular, trazendo consigo, um curto prazo de execução e uma boa qualidade do produto final.

**Palavras-chave:** Construção civil. Construção modular. Método off-site. Sistema de Construção.

## ABSTRACT

In contrast to the traditional methods that make Brazilian construction difficult, innovations are emerging in the market that are increasingly changing this sector. Depending on the specific needs of each project, it becomes possible to choose and combine effective techniques to optimize processes, minimizing deadlines. Among these innovations, we highlight modular construction, which is based on prefabricated construction or dry construction, which provides better results in terms of quality and speed of assembly, as well as mitigating the creation of waste and waste of materials. Prefabricated construction makes it possible to develop an assembly line and replicate it in different contexts and adversities, due to the fact that this type of construction methodology is off-site, that is, outside the construction site. Based on this context, this research aims to characterize the implementation of a modular construction project, highlighting its elements and implementation phases. A case study was carried out seeking to analyze technical factors, highlighting their main advantages. Data collection was carried out using information provided by a company that develops modular works. The results obtained demonstrate a high potential for developing the modular method, bringing with it a short execution time and a good quality of the final product.

**Keywords:** Civil construction. Modular construction. Offsite method. Building system.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura dos módulos.....	19
Figura 2: Fundação .....	20
Figura 3: Piso Painei Wall.....	21
Figura 4: Módulos com a cobertura.....	22
Figura 5 :Sobre-cobertura.....	23
Figura 6: Placa de GRC .....	24
Figura 7: Parede interna com drywall e OSB .....	25
Figura 8: Instalação elétrica e hidráulica sendo executada na fabrica.....	26
Figura 9: Instalação dos módulos .....	27
Figura 10: Localização da obra .....	29
Figura 11: Execução da terraplanagem .....	30
Figura 12: Bloco de fundação.....	31
Figura 13: Concretagem da fundação.....	32
Figura 14: Fábrica dos módulos .....	32
Figura 15: Carregamento para transporte .....	33
Figura 16: Içamento dos módulos .....	33
Figura 17: Instalação do forro .....	34
Figura 18: Instalação do forro .....	35
Figura 19: Reboco do muro .....	36
Figura 20: Revestimento cerâmico na cozinha.....	36
Figura 21: Revestimento cerâmico do piso .....	37
Figura 22: Reservatório d'água .....	38
Figura 23: Instalação elétrica sendo executada .....	40
Figura 24: Instalação de dados e voz.....	41
Figura 25: Haste de aterramento.....	42
Figura 26: Extintor e placa de sinalização de saída.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Orçamento .....	45
Tabela 2: Cronograma .....	46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	11
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	12
1.2.1	Objetivos gerais.....	12
1.2.2	Objetivos específicos.....	12
<b>1.3</b>	<b>Estrutura do trabalho</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
<b>2.1</b>	<b>Sistemas construtivos sustentáveis</b> .....	14
<b>2.2</b>	<b>Construções metálicas</b> .....	17
<b>2.3</b>	<b>Construção modular em aço <i>off-site</i></b> .....	18
2.3.1	Estrutura .....	19
2.3.2	Fundação .....	20
2.3.3	Piso .....	21
2.3.4	Cobertura.....	22
2.3.5	Fechamento vertical .....	23
2.3.6	Paredes externas e internas.....	24
2.3.7	Isolamento .....	25
2.3.8	Instalações .....	26
2.3.9	Logística e instalação .....	27
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	28
<b>3.1</b>	<b>Descrição da edificação</b> .....	29
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	29
<b>4.1</b>	<b>Implantação</b> .....	29
<b>4.2</b>	<b>Movimentação de terra</b> .....	30
<b>4.3</b>	<b>Infra-estrutura e supra-estrutura</b> .....	30
<b>4.4</b>	<b>Módulos pré-fabricado</b> .....	32
<b>4.5</b>	<b>Cobertura, forros e proteções</b> .....	34
<b>4.6</b>	<b>Revestimento de paredes</b> .....	35
<b>4.7</b>	<b>Instalações</b> .....	38
4.7.1	Instalações hidrossanitárias .....	38
4.7.2	Instalações elétricas.....	39

4.7.3	Instalações de lógica (dados e voz).....	40
4.7.4	SPDA.....	41
4.7.5	Ar-condicionado.....	42
4.7.6	Prevenção contra incêndio.....	42
4.7.7	Rede de gás.....	44
<b>4.8</b>	<b>Serviços finais</b> .....	<b>44</b>
<b>4.9</b>	<b>Análise de custos e produtividade</b> .....	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>52</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem sido um tema recorrente para a construção civil, visto que o meio ambiente tem sido afetado por ela por meio da utilização de métodos construtivos tradicionais, muitas vezes antiquados, e pelo uso de materiais não recicláveis feitos a partir de recursos não renováveis. Ainda nesse sentido, as grandes movimentações de terra, tem gerado alterações no relevo natural e o uso de materiais não recicláveis tem impactado negativamente sobre os recursos naturais e na geração de resíduos e poluições (FERREIRA, 2012). Ao optar por sistemas construtivos industrializados, como o sistema modular, viabiliza-se um menor impacto ambiental, visto que demandaria de uma menor produção de insumos da construção convencional, que demanda elevados gastos de energia (PAULA; TIBURCIO, 2012).

A construção modular *off-site* é caracterizada pela diminuição das atividades no canteiro de obras, levando o processo construtivo para o ambiente industrial e criando um sistema baseado em módulos pré-fabricados que, posteriormente, são transportados ao local da obra e montados, originando uma estrutura completa (TERRACOTTA VENTURES, 2020a).

Esse modelo construtivo é uma tendência em evidência no Brasil, pois além de apresentar uma grande diversidade de técnicas, proporciona vantagens para o setor pela sua rapidez, sustentabilidade, qualidade e controle, versatilidade, minimização de desperdícios, entre outros benefícios.

Diante do exposto, este trabalho busca identificar as principais vantagens da construção modular *off-site*, por meio da análise de um estudo de caso na construção da Creche Cria localizada em Lagoa Nova, distrito de Piranhas - Alagoas.

## 1.1 Justificativa

As obras *off-site* surgem como uma opção sustentável, em que módulos são produzidos na fábrica em uma linha de montagem (favorecendo a produtividade e qualidade) conforme a necessidade do cliente e depois são transportados para o canteiro apenas para montagem, longe dos transtornos causados por intempéries no local da obra.

O método de construção modular é muito utilizado em países desenvolvidos, porém, no Brasil ainda tem sido pouco empregado, devido à escassez de informação, que induz ao preconceito quanto as construções desse tipo e da necessidade de mão de obra especializada.

Em meio desses obstáculos, e à necessidade de modificação nos métodos construtivos, o estudo de métodos ágeis de uma obra *off-site* de construção modular se faz de suma importância.

## **1.2 Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo geral

Caracterizar a implantação de uma obra em construção modular *off site*, destacando os seus elementos e as fases de implantação.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os aspectos técnicos do processo construtivo;
- Identificar informações sobre custos de investimentos, tempo de obra, bem como matéria-prima disponível e mão de obra especializada;
- Avaliar as vantagens do método de construção modular *off site*.

## **1.3 Estrutura do trabalho**

Além desta introdução ao tema e da conclusão, este trabalho está estruturado em 3 capítulos principais: Referencial teórico, metodologia e estudo de caso. No Capítulo 2 é apresentado o referencial teórico sobre a construção modular, partindo dos sistemas construtivos sustentáveis e abordagens tanto gerais, como detalhadas sobre a construção modular em aço do tipo *off site*.

No capítulo 3, expõe-se a metodologia adotada no presente trabalho para analisar o desenvolvimento da construção, para enfim apresentar o capítulo 4, o estudo de caso, com a caracterização da obra em estudo e exploração de cada etapa de construção, com descrição de cada uma delas, assim como do seu custo e cronograma.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo está dividido em 3 seções com temas complementares e considerados de suma importância para o desenvolvimento deste trabalho: sistemas construtivos sustentáveis, construções metálicas e construção modular em aço off-site.

### 2.1 Sistemas construtivos sustentáveis

A sustentabilidade engloba preocupações nos âmbitos econômicos, ambientais e sociais, para atingir um desenvolvimento sustentável contínuo da sociedade. A sustentabilidade inserida na construção civil compreende as principais características sanitárias e ambientais associadas com as tipologias de edifícios. Está inserido nesta tipologia a produção, utilização, desconstrução, e os ciclos de matérias-primas e energéticos criando consequências significativas no planeta (VACCARI, 2014).

Cavalcante (2022) define construção sustentável como a maneira de construir edifícios e casas em harmonização plena com o meio ambiente, buscando nas etapas de pré-construção, produção e pós-construção, minimizar os impactos que são ocasionados à natureza, aplicando de maneira eficaz os recursos e os bens naturais como, por exemplo, energia e água, minimizando, o máximo possível, os resíduos criados com foco na redução dos impactos da construção.

As construções sustentáveis são denominadas por Carvalho (2013) *apud* Cavalcante (2022) como edifícios verdes e necessitam ser projetadas como organismos vivos, se adaptando constantemente ao local de sua construção. Devem ser habilitadas a suprirem as essencialidades tanto de energia quanto de água originário de recursos naturais. Para isso, é importante focar nas seguintes atitudes sustentáveis: i) conservação de matérias primas e recursos; ii) eficácia energética; iii) eficácia no uso de água; iv) localização e qualidade ambiental interna.

A sustentabilidade é um enorme desafio contemporâneo. Desempenhando uma função essencial, o segmento da construção civil determina um desenvolvimento sustentável mundial e nas tradicionais economias. A construção classificada como sustentável possui distintas metodologias e diversas prioridades em muitos países. Sendo que identificam características

econômicas, culturais e sociais como uma fração de seus empreendimentos sustentáveis, porém questionada como importante somente em determinados países (VACCARI, 2014).

O foco atual no processo construtivo demonstra um viés sustentável, isto é, procuram-se métodos de construção que não ocasionem danos severos ao meio ambiente, que causem poucos resíduos e que tenha custo baixo. Esse direcionamento tem sido constantemente abordado no que se refere a conceitos almejados da construção civil brasileira e mundial. Diante disso, o sistema de construção modular tem sido inserido paulatinamente no contexto brasileiro (PASSINI et al., 2014).

Destacamos aqui neste contexto, a construção em aço. Assim como os demais exercícios industriais, esse tipo de construção está relacionado diretamente com diversos quesitos de sustentabilidade como resíduos, uso de energia e outros aprimoramentos que devem ser realizados constantemente. Devido ao fato da construção sustentável ser determinada como um grupo do desenvolvimento sustentável e reter uma vasta diversidade de questionamentos, devemos considerar alguns aspectos como reutilizar os ativos construídos presentes, desenvolvimento de projetos para reduzir o desperdício, diminuição de elementos e utilização de energia e minimização da poluição (LARUCCIA, 2014).

A sustentabilidade objetiva utilizar recursos naturais de maneira inteligente para sanar as exigências do cliente, associando atividades e ações que, tanto em médio quanto a longo prazo contribuem para a preservação do meio ambiente, precavendo a utilização excessiva de água, florestas, evitando também o aumento do aquecimento global. O pensamento sustentável apoia-se também na ideia dos “5Rs”: Repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar. Por meio do cumprimento dessas ações pode-se propiciar a minimização de utilização de energia elétrica, o aproveitamento da água originária da chuva e o descarte adequado de produtos classificados como recicláveis e como orgânicos. Destaca-se que a implantação de processos sustentáveis, que minimizem a utilização indiscriminada de recursos naturais resulta em economia para o cliente (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

A degradação do meio ambiente nos últimos anos trouxe uma atenção cada vez maior para o tema da sustentabilidade. Para evitar o processo de degradação e poluição, diversos projetos de preservação e uso consciente foram propostos. O consumo nas atividades comuns da construção civil atualmente é mais difundido e realizado em maior quantidade nos mercados, mas isso não significa que seja difícil colocar em prática atividades sustentáveis (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

É comum observar essas aplicações em regiões urbanas, residências que utilizam energia solar especialmente para aquecer piscinas, outras residências que reaproveitam a água de máquinas e da chuva para utilizar futuramente em pequenas hortas e nos quintais, muitas cidades incentivam a reciclagem buscando nas residências o descarte adequado. Entretanto, existe inúmeras atividades que são usadas tanto individual quanto em conjuntos (LARUCCIA, 2014).

Essas ações impactam o mundo a ponto de redirecionar as ações e os projetos de instituições empresariais e sociedades, com o intuito de associar o crescimento econômico ao desenvolvimento social e à preservação do meio ambiente. Nessa contextualização, está o centro do desenvolvimento sustentável, as atuais gerações adotando comportamentos e ambientes cientes como maneira de sobreviver, assim como, as futuras. Desse modo, é de suma relevância a compreensão em adotar padrões de consumo que induzem a compra, aplicação e descarte de maneira responsável (VACCARI, 2014).

Essa postura reflete por toda sociedade global, em distintos setores, como instituições empresariais, escolas, ongs e na área da construção civil, pois resíduos de construções constituem-se em amplo problema, visto que são materiais de difíceis decomposição como, por exemplo, sobras de ferro, de concreto, restos de materiais, madeira, tijolos e areia, impactando significativamente o meio ambiente (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Os maiores desafios para o segmento da construção em países que ainda estão em desenvolvimento é enfrentar os desafios de habitações adequadas, urbanização ágil e ineficácia de infraestrutura, assim como, desenvolver métodos que sejam responsáveis tanto social quanto economicamente. Conseqüentemente, em um país que se encontra em desenvolvimento, a construção civil sustentável inicia-se sobre um ponto distinto e necessita enfatizar-se nas características sociais sustentáveis (VACCARI, 2014).

Alves (2015) realizou uma comparação no que se refere ao emprego de processos inéditos e de novas tecnologias de construção e o sistema convencional relacionado a valores, produção, impacto ao meio ambiente e desperdícios perante a demanda do mercado e da sociedade. Neste estudo, o sistema de construção convencional não se apresenta como a opção mais vantajosa para sistemas que objetivam uma construção mais limpa. No entanto, sistemas que utilizam containers têm apresentado possibilidades e características positivas, como a segurança, a economia, e o impacto ambiental. Dessa forma, o uso da construção modular deve ser considerado como uma alternativa para a sustentabilidade na construção civil.

Apesar de ser considerado atual, o método de construção modular está em uso desde o início do século XIX. Já naquela época, colonizadores do continente americano começaram a construir casas em madeira e devido ao rápido crescimento populacional, foi crucial desenvolver métodos mais produtivos e rápidos na construção de casas, razão pela qual a madeira foi escolhida. Este método tem uma estrutura de seção transversal composta por pequenos pedaços retos de madeira conhecidos por *balloon framing*.

As construções em madeira conhecidas como "construção modular" evoluíram para uma metodologia mais comum nos Estados Unidos. Após um século e com o avanço da indústria de alumínio no país, o protótipo de um conjunto habitacional modular utilizando revestimento de alumínio em vez de madeira foi apresentado na Feira Mundial de Chicago 2012 (SANTIAGO, 2012).

Devido à sua maior resistência que o concreto armado, o aço estrutural permite a utilização de recursos estruturais em áreas de menor densidade, possibilitando construções maiores com menos materiais primários. Ao contrário das armaduras, o material pode ser facilmente reutilizável ou reciclável no final da vida útil do edifício. O maior grau de industrialização desse sistema construtivo em relação à construção convencional em concreto armado permite que o material seja facilmente reciclado ao final de sua vida útil. Nessas construções o aço faz papel estrutural e os perfis de alumínio para auxiliar na fixação de placas *Drywall* e de madeira (vedação).

## 2.2 Construções metálicas

A construção em aço e alumínio permite eficiência, durabilidade e reciclagem. Essas propriedades oferecem a oportunidade de criar inúmeros créditos ambientais secundários, como material, eficiência, baixo peso e a alta reciclabilidade dos insumos, estando diretamente relacionados ao menor uso de recursos, menor uso de energia e deterioração. Boa durabilidade funcional resulta em menos reconstrução e, como resultado, melhora a sustentabilidade.

De acordo com o Instituto Americano de Construção em Aço (AISC, 2009), o alumínio tem o maior teor de reciclado de todos os materiais de construção com 93,3%. Outras características do alumínio são uma alta relação resistência-peso, a capacidade de ser reciclado um número infinito de vezes sem qualquer degradação na resistência ou qualidade, uma redução nas emissões de dióxido de carbono por tonelada de alumínio produzido de 47% desde 1990, e

redução nas emissões de gases com efeito na sulfatação de 45 % desde 1975 (PRUDÊNCIO, 2013).

Todas essas características mostram que o alumínio é um material de construção desejável por várias razões, incluindo custo-benefício e relativa facilidade de projeto e construção. Existem fatores adicionais que devem ser levados em consideração, como, por exemplo, a extração de matéria prima. Devido à alta reciclabilidade do material, essa preocupação é cada vez menor no caso específico do alumínio. Já o aço estrutural pode ser reutilizado novamente sem sofrer nenhum tipo de redução de resistência, pois as edificações estão sendo demolidas (PRUDÊNCIO, 2013).

Fazendo uma analogia as construções em alvenaria, o aço faz o papel estrutural (vigas e pilares), permitindo que todos os esforços da construção sejam transmitidos a si e o alumínio função de vedação, pois faz parte dos elementos que fazem o fechamento dos vãos, permitindo que sejam fixados em si as placas de revestimento interno.

### **2.3 Construção modular em aço *off-site***

A construção modular *off-site* é um sistema pré-fabricado em linha de montagem onde os módulos são produzidos e transportados até o local da obra. As instalações elétricas, hidrossanitárias, revestimentos cerâmicos e esquadrias podem ser adicionadas em fábrica. Esse sistema pode constituir a totalidade da obra ou apenas parte dela. Quanto maior o nível de industrialização no processo de construção, menor a quantidade de atividades no canteiro, resumindo-as à montagem e interligação das unidades, formando um sistema estrutural único (DEBONI, 2018).

Santiago (2012) lista as seguintes vantagens da utilização do sistema construtivo modular em edifícios: i) A alta resistência e alto nível de controle de qualidade do alumínio; ii) o alto grau de precisão dimensional ; iii) a facilidade de manuseio e montagem; iv) a durabilidade e preservação da estrutura ; v) o baixo nível de desperdício ; vi) a facilidade de hidráulica e instalações elétricas ; vii) a facilidade de aplicação das ligaduras; viii) a rapidez com que a construção pode ser concluída; e ix) o alto grau de flexibilidade nos projetos arquitetônicos

A seguir são descritos os principais elementos que constituem uma construção em aço *off-site*.

### 2.3.1 Estrutura

Os monoblocos são pré-fabricados, executados com pilares e vigas de aço, perfil W 150 x 13,0, com encaixes perfeitos, fabricados em aço galvanizado de alta qualidade e resistente a diferentes tipos de esforços, com pintura bicomponente que garante resistência à corrosão, a Figura 1 retrata como estão dispostos os componentes estruturais de aço.

Figura 1: Estrutura dos módulos



Fonte: Visia, 2023.

O teto do monobloco é composto por perfis longitudinais e transversais perimetrais, com perfis de reforço e sustentação para o forro, em aço galvanizado. A união do piso com o teto se realiza mediante solda de pilares de aço galvanizado especialmente dobrados e encaixes perfeitos para garantir uma união entre as duas estruturas.

### 2.3.2 Fundação

Por ser leve, o sistema de construção modular e os componentes de fechamento exigem muito menos da fundação do que os demais sistemas construtivos. As fundações para a instalação do módulo poderão ser executadas em piso nivelado tipo radier ou em apoios pontuais, do tipo sapatas ou estacas, nos cantos da estrutura do piso, evitando o contato com água, ou umidade proveniente do solo. (SANTIAGO, 2012). A Figura 2, mostra uma fundação de apoios pontuais sendo concretada.

É fundamental que as fundações sejam executadas respeitando a locação de projeto para evitar problemas de alinhamento ao instalar os monoblocos. O objetivo das sapatas corridas ou viga baldrame é comunicar os esforços da estrutura diretamente ao solo. O objetivo do radier é disseminar os esforços de construção de maneira uniforme em toda a área projetada. (CAMPOS, 2014).

Figura 2: Fundação



Fonte: Visia, 2023.

### 2.3.3 Piso

O piso do monobloco pode ser executado de duas maneiras: laje de concreto ou Painel Wall. Piso em Painel Wall de 40 mm de espessura com miolo de madeira, contraplacado por placas cimentícias em CRFS (cimento reforçado com fio sintético), estruturado por perfis laminados tipo I de 4" (101,6 mm), como mostra a Figura 3, a seguir.

Figura 3: Piso Painel Wall



Fonte: Visia, 2023.

As características do Painel Wall são as seguintes:

- Peso 32 kg/m<sup>2</sup>
- Densidade aproximada 800 kg/m<sup>3</sup>
- Resistência a carga distribuída (3 apoios) 500 kgf/m<sup>2</sup>
- Resistência a cargas verticais concentradas 150 kgf
- Resistência a impactos 22.360 Joules (26 impactos)
- Coeficiente global de transmissão de calor 2,18 Kcal/m<sup>2</sup> x h x °C

Comportamento ao fogo:

- Isolamento térmico 50 min, com propagação superficial da chama  $I_p = 2$  (Classe A / NBR 9442/2019) (DEBONI,2018).

#### 2.3.4 Cobertura

A cobertura, ou telhado, é um elemento construtivo que serve ao propósito funcional e estético de proteger o edifício da ação das intempéries. Por ser construída de acordo com as convenções do sistema, a cobertura possibilita a realização de diversos projetos (SANTIAGO, 2012 ).

O sistema de cobertura dos monoblocos é constituído por camadas, cuja sequência, do exterior ao interior, é a seguinte: telha metálica trapezoidal TP40 0,65mm ASTM A7952 CN TQ 1045 mm x 5925 mm, camada de isolamento termo-acústico de lã de vidro Feltro Midfelt com 100 mm de espessura e forro em placas de OSB (Painel de Tiras de Madeira Orientadas) e gesso acartonado, como mostra a Figura 4, (variações podem ocorrer devido às especificações de projeto, por exemplo, do forro ser executado em Placa Cimentícia e posterior forro modular mineral fixados por parafusos à estrutura) (DEBONI, 2018).

Figura 4: Módulos com a cobertura



Fonte: Visia, 2023

O monobloco possui perfis calha para coleta de água pluvial com esgotamento por tubos de queda de PVC posicionados dentro dos pilares. A cobertura não é projetada para resistir ao peso de pessoas para inspeção e realização de reparos e manutenção, devendo-se prever a colocação de tábuas e proteções para executar tais tarefas.

Figura 5 :Sobre-cobertura



Fonte: Visia, 2023.

A sobre-cobertura em si será instalada na obra, conforme retrata a Figura 5, de acordo com projeto específico. As descidas pluviais devem ser canalizadas e direcionadas para rede pública ou para sistema de reuso.

### 2.3.5 Fechamento vertical

Segundo Santiago (2012), as paredes internas e externas de um edifício compõem seu sistema de fechamento vertical. Os componentes de fechamento em um sistema construtivo modular devem ser feitos de materiais leves que sejam compatíveis com a ideia de uma arquitetura construída para suportar cargas leves.

Os componentes utilizados na construção das vedações devem atender aos critérios de desempenho estabelecidos pela ISO 6241:1984, que identifica os requisitos mínimos para habitação da edificação como segurança estrutural, segurança contra incêndio, conforto acústico, conforto visual, adaptabilidade ao uso, higiene, durabilidade e economia.

### 2.3.6 Paredes externas e internas

As paredes externas dos módulos são compostas por uma placa de GRC (cimento reforçado com fibra de vidro), de 10 mm de espessura, como visto na Figura 6, ao qual se incorpora um bastidor metálico galvanizado através de conectores metálicos, lã de vidro, camada de OSB (Painel de Tiras de Madeira Orientadas) e gesso acartonado. Os painéis poderão apresentar diferentes aspectos em função das necessidades do ambiente constituído.

Figura 6: Placa de GRC



Fonte: Visia, 2023

As paredes internas são executadas com Drywall (fixado em guias e montantes) e em alguns casos revestido com placas OSB, conforme a Figura 7. Existem 3 tipos de placas de gesso que podem ser utilizado:

- Standard – cor branca;
- Resistente ao impacto – cor amarela;
- Resistente a umidade – cor verde.

Figura 7: Parede interna com drywall e OSB



Fonte: Brasil ao cubo, 2023

### 2.3.7 Isolamento

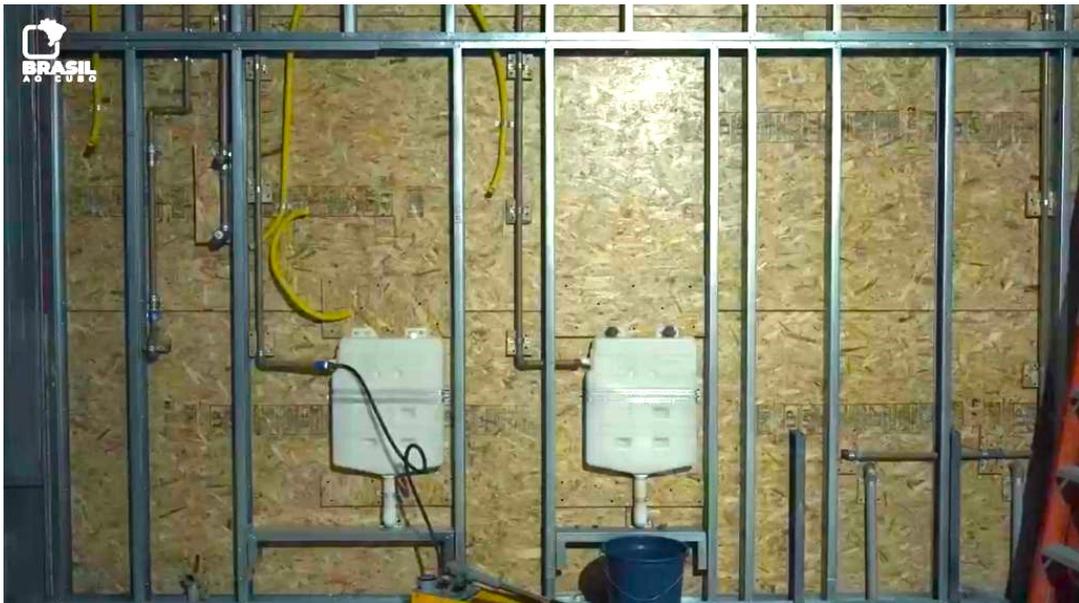
No isolamento, o espaço entre as paredes é totalmente composto por lã de vidro, absorvendo o som e minimiza sua transmissão entre as paredes. O isolamento termostático com mantas pode melhorar a qualidade térmica do ambiente, dificultando a circulação do calor entre os diferentes ambientes. Além das mantas, placas EPS (Poliestireno Expandido) podem ser utilizadas para evitar a transferência de calor entre os ambientes interno e externo da edificação (CAMPOS, 2014).

### 2.3.8 Instalações

Os mesmos materiais utilizados na construção convencional são indicados para instalações sanitárias, de gás e elétricas. Materiais como, por exemplo, tubos de PVC (policloreto de vinila), tubos de cobre, PP (polipropileno), PE (polietileno) e PEX (polietileno reticulado) são previstos no projeto e instalados na área interna antes de sua conclusão (CAMPOS, 2014).

O monobloco sai de fábrica com todas as instalações elétricas concluídas. Na obra deve se proceder com as conexões das instalações entre módulos e alimentação da edificação, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Instalação elétrica e hidráulica sendo executada na fábrica



Fonte: Brasil ao cubo, 2023

As instalações hidrossanitárias são parcialmente executadas em fábrica. O monobloco é entregue na obra com pontos de consumo previamente projetados e locados conforme necessário. A rede de esgoto também é feita parcialmente em fábrica, coletando os diversos pontos do módulo e direcionando para um único ponto que deve ser ligado nos pontos de coleta da obra. Do mesmo modo, os dutos de escoamento dos aparelhos de ar-condicionado, tem suas coletas direcionadas (DEBONI, 2018).

### 2.3.9 Logística e instalação

Os módulos são embalados em plástico filme (stretch) e cobertos por lonas durante todo o processo logístico. Essa proteção deve ser mantida o maior tempo possível, evitando contato do módulo com o meio exterior, intempéries e qualquer elemento que possa prejudicar a qualidade do produto.

Para recebimento, os acessos devem estar firmes, nivelados e adequadamente compactados para não interferir na segurança e integridade dos monoblocos. Após o recebimento e a inspeção, é realizado o içamento dos módulos através de um guindaste, conforme a Figura 9.

Figura 9: Instalação dos módulos



Fonte: Visia, 2023

### 3 METODOLOGIA

O trabalho consiste em um estudo de caso em uma obra para construção de uma creche padrão em construção modular no estado de Alagoas. Partiu-se inicialmente de uma revisão bibliográfica para o entendimento do atual estágio de discussão da construção civil, com ênfase na construção sustentável e na contribuição da construção modular para esse modelo.

A abordagem foi feita de maneira quantitativa e qualitativa, sendo que a primeira, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), tem o ambiente como fonte direta dos dados, não requerendo o uso de métodos e técnicas estatísticas, enquanto na segunda é considerado tudo o que pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Seguidamente, prosseguiu-se com a análise e interpretação dos dados e informações, estabelecendo a relação com a pesquisa bibliográfica e documental.

A natureza da pesquisa é aplicada, uma vez que a mesma gera conhecimentos para a realização prática, a solução de problemáticas específicas. A pesquisa aplicada, de acordo com Rodrigues (2017), é o método pelo qual é aplicada a uma investigação, comprovando ou rejeitando teorias estimuladas.

O objetivo da presente pesquisa se classifica como descritiva, em conformidade com Gil (2012), sendo que as pesquisas descritivas possuem o intuito de avaliar propriedade e parâmetros próprios de um grupo específico que constitui uma ação prática.

Os procedimentos adotados no presente trabalho, podem ser classificados como documental, bibliográfico e estudo de caso. A pesquisa documental determina a coleta de dados originária de documentos ou dados levantados por meio dos instrumentos e técnicas de aquisição e coleta (GIL, 2012). A pesquisa bibliográfica, disserta sobre a realização de um embasamento através de documentos publicados e existentes, que consistem em referenciar teorias e teses (SILVEIRA; GERHARDT, 2019). Desse modo, o estudo de caso é utilizado por caracterizar um aprofundamento de uma avaliação elaborada a poucos objetivos com parâmetros e aspectos determinados que propiciam seu aprofundamento.

O estudo de caso propriamente dito foi realizado a partir de documentos e dados fornecidos pela empresa DBN – Deboni Sistemas Construtivos LTDA. O objeto de estudo trata-se da Creche Cria Piranhas, Distrito Lagoa Nova, localizada na Av. José Luiz Filho, S/N. com início em 07/01/2022 e finalizada 26/11/2022.

O método embasado na coleta de dados objetiva realizar pesquisas, aglomerar documentações e provas, buscar informações e dados relacionado ao tema ou um grupo de dados de maneira a agrupá-las para simplificar a análise posterior. Desse modo, foram aplicados dois processos de levantamento de dados distintos, embasados no propósito estabelecido pela presente pesquisa.

Os dados referentes a execução da construção possibilitaram por meio do acompanhamento da realização da obra no local, sendo registradas por meio de fotografias, as técnicas de realização de cada etapa. O processo para composição de custos e dos indicadores de produção dos métodos, foram adquiridos a partir de documentos disponibilizados pela empresa construtora.

### **3.1 Descrição da edificação**

A construção da edificação (ANEXO 1) é composta por 4 setores: serviços, administrativo, educacional e pátio e outros, composto por moveis e equipamentos, além de ser um projeto que tem outras unidades no estado, totalizando 30 construções.

O setor de serviços é composto por: cozinha, rouparia, lavanderia, vestiário de funcionários feminino, vestiário funcionários masculino, copa funcionários, circulação, despensa, lactário, higienização, sanitário PNE masculino, sanitário PNE feminino, totalizando 100,30 m<sup>2</sup>, seu uso é voltado ao preparo as refeições.

O setor administrativo é constituído por: sala administração, sala diretoria, arquivo / depósito, sala professores, com uma área de 49,4 m<sup>2</sup>, com o seu voltado a manter um bom controle sobre os funcionários, pais e alunos da edificação.

O setor educacional é formado por: creche 1 (0 a 1 ano) com área de repouso, fraldário, área de alimentação, sanitário PNE infantil, creche 2 (1 a 2 anos) com pátio de sol, creche 3 (2 a 4 anos) com pátio de sol, 2 sanitários infantis, sala multiuso com pátio de sol, 2 salas pré escola (04 a 06 anos) com pátio de sol e almoxarifado, no total de uma área de 385,8 m<sup>2</sup>, sendo o uso destinado a amamentação, descanso e educação das crianças.

As áreas adjacentes a esses setores e o pátio são: pátio coberto, horta, jardim, playground, circulação, acesso coberto, hall, castelo d'água, estacionamento para 10 vagas,

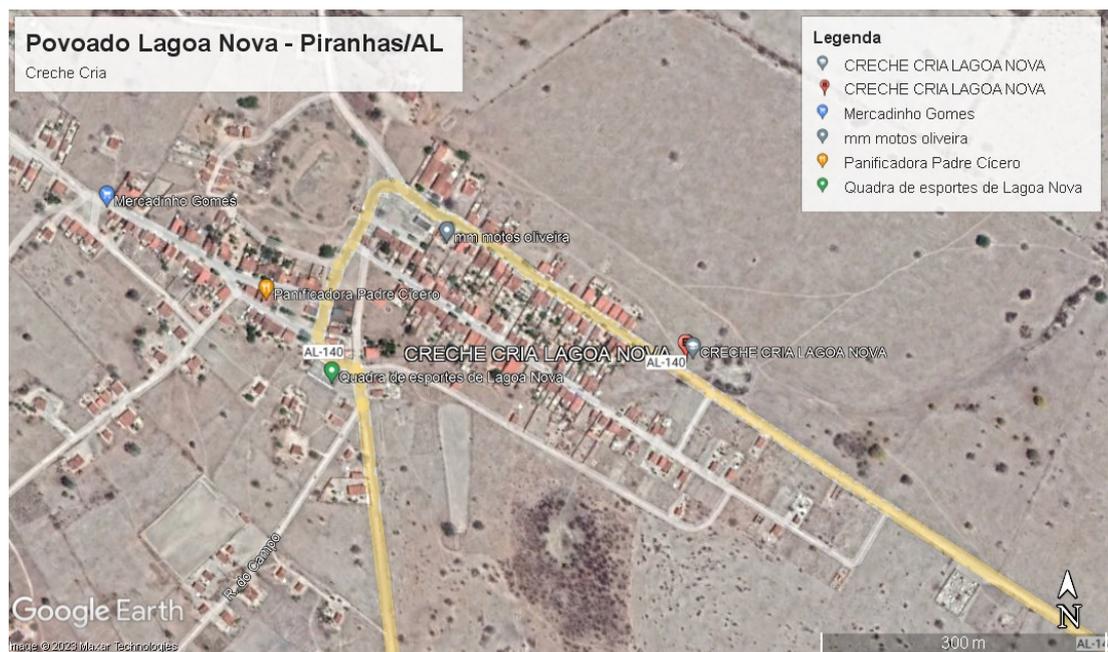
estacionamento para carga e descarga; casa GLP, caso do lixo, pátio descoberto, bandeira / mastros, pórtico principal e infantil, com área de 1.056,5 m<sup>2</sup>.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Implantação

A obra está localizada no distrito Lagoa Nova, Piranhas-AL, localizada na Av. José Luiz Filho, S/N, conforme a Figura 10. Possui 1550,2 m<sup>2</sup> de área construída e perímetro de 157,5 metros. Na implantação foi implementado a locação de um container, instalações provisórias para os colaboradores e locação de um gerador. A locação da obra foi realizada de acordo com as medidas especificadas em projeto, com o uso de equipamentos topográficos. Logo após, foram esticadas linhas que representam os eixos da edificação.

Figura 10: Localização da obra



Fonte: Google Earth, 2023

Fazer o levantamento topográfico do terreno foi essencial para observar atentamente as suas características procurando identificar as prováveis influências do relevo sobre a edificação, já que a posição altimétrica do edifício tem influência no conforto ambiental assim como influencia no escoamento das águas superficiais sempre de um ponto mais alto, para um mais baixo.

A relação harmoniosa com o entorno garantindo conforto ambiental dos seus usuários (conforto higrotérmico, visual, acústico, olfativo/qualidade do ar), via análise de impactos e efeitos climáticos; qualidade sanitária dos ambientes.

#### **4.2 Movimentação de terra**

A movimentação feita de terra, como mostra a Figura 11, permitiu perfeito escoamento das águas superficiais, evitando empossamentos. Foi necessário, executar valas de contenção, preenchidas com brita, para auxiliar na absorção das águas pluviais pelo solo para evitar acúmulo de água no local da obra.

Figura 11: Execução da terraplanagem



Fonte: Autor, 2022

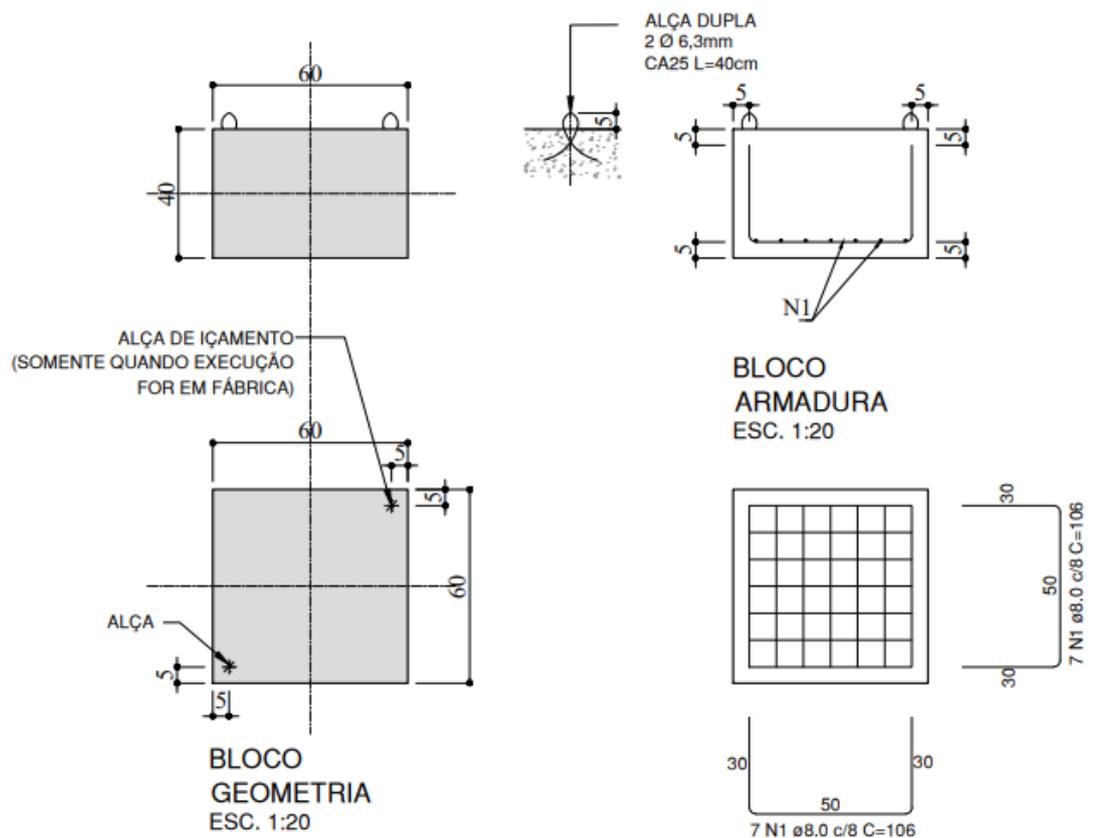
#### **4.3 Infraestrutura e supraestrutura**

O projeto das fundações considera um apoio em solo firme, resistente e com rigidez uniforme ao longo de todo o perímetro, de maneira a evitar recalques diferenciais por

deformações elásticas. Não devendo ser utilizado areia para nivelamento das bases das fundações.

As fundações têm dimensão 60x60 cm e 40cm de altura, conforme a Figura 12, e foi impermeabilizada logo após sua cura da concretagem, com neutrol. A estrutura da edificação foi feita com pilares e vigas em perfis metálicos galvanizados e pintados. O teto foi estanque, isolado acústica e termicamente.

Figura 12: Bloco de fundação



Fonte: DBN, 2022

Logo após a conclusão das caixas de madeira, veio a concretagem através do concreto usinado de 20 MPa , conforme a Figura 13.

Figura 13: Concretagem da fundação



Fonte: Autor, 2022

#### 4.4 Módulos pré-fabricado

Em sintonia com a início da obra, a fabricação dos monoblocos era efetuada em Maceió contemplando paredes, painéis, esquadrias de alumínio, instalações elétricas e hidráulicas, logo assim que finalizados, enviados a obra, conforme mostram as Figuras 14 e 15.

Figura 14: Fábrica dos módulos



Fonte: Autor, 2022

O transporte foi realizado através de carretas, com carga de 2 monoblocos e seu carregamento realizado através de Munck.

Figura 15: Carregamento para transporte



Fonte: Autor, 2022

Ao chegar na obra os módulos foram instalados com um guindaste de capacidade 70 Ton, como mostra a Figura 16, seguindo um plano de montagem para garantir a segurança dos envolvidos, evitar situações que possam afetar a integridade dos monoblocos e cronograma proposto.

Figura 16: Içamento dos módulos



Fonte: Autor, 2022

#### 4.5 Cobertura, forros e proteções

Todo o sistema de coberturas foi executado de acordo com as recomendações do projeto, que se encontra no Anexo 1, com relação aos materiais, equipamentos e serviços, bem como todas as normas e recomendações dos fabricantes dos materiais a serem utilizados no sistema de coberturas, utilizando-se sempre a melhor técnica para todos os trabalhos, sendo que foram refugadas todas as telhas trincadas, empenadas, ressecadas, ou com outros defeitos, e demais peças ou acessórios com defeitos que comprometam a cobertura.

A cobertura da edificação foi composta por pontaletes e perfis metálicos apoiando telhas metálicas tipo TP40, na cor natural.

Para cobertura do pátio central, foi utilizado o fechamento em 2 tipos de telhas: isotérmica e translúcida.

A coleta de água pluvial se dá através de calhas metálicas com esgotamento por tubos de queda, aparentes na fachada da circulação. Após a desmobilização, foi dado início a instalação dos elementos metálicos da obra, para dá sustentação a cobertura, suporte para o forro dos corretores e pátio, e platibandas.

Os forros localizados dentro dos módulos, foram executados sem rebaixo, encostados no teto, em gesso acartonado, contínuos e acabamento com pintura acrílica nas cores padrão da Creche, permitindo sua lavagem e desinfecção, conforme a Figura 17.

Figura 17: Instalação do forro



Fonte: Autor, 2022

Nas circulações externas também foi instalado forro em gesso acartonado, nos mesmos padrões, em painéis de gesso acartonado, como na figura 18.

Figura 18: Instalação do forro



Fonte: Autor, 2022

#### 4.6 Revestimento de paredes

As paredes perimetrais, referente ao revestimento externo da edificação, foram executadas com uso de painéis arquitetônicos modulares, com camada de isolamento térmico e acústico, atendendo a NBR 15575 – Norma de Desempenho, em especial quanto à segurança, sustentabilidade e habitabilidade. Os painéis, são de placas cimentícias. O muro foi executado de alvenaria de bloco de vedação 14x19x39 cm, com chapisco e reboco, conforme a Figura 19, em cima de uma viga baldrame 14x30 cm em todo perímetro e com estacas na profundidade de 1,5 m, espaçadas em 4,0 m.

Figura 19: Reboco do muro



Fonte: Autor, 2022

As paredes internas foram executadas, em painéis de gesso acartonado, com camada de isolamento termoacústico de lã de vidro. Este sistema é composto por estrutura em montantes/perfis de chapa zincada, revestidas com placas de gesso acartonado de 12,5 mm de espessura, parafusadas mediante parafusos especiais para gesso. As juntas foram tratadas com massa e fita de papel para juntas.

As paredes internas da cozinha, banheiros, lavabo, vestiário e das áreas de serviços receberam revestimento de cerâmica esmaltada branca, tamanho 60x30cm do piso ao teto, com junta de 2mm, como mostra a Figura 20.

Figura 20: Revestimento cerâmico na cozinha



Fonte: Autor, 2022

Na parte inferior das paredes, até a altura de 90cm, nas placas externas e áreas molháveis, será utilizado a placa de gesso resistente a umidade (verde), e nos ambientes internos e circulações receberam pintura acrílica semibrilho nas cores indicadas no projeto específico.

Os pisos da sala de aula foram executados em Piso Cerâmico 60 x 60, observando todos os detalhes previstos no projeto, tais como juntas, caimentos, cotas e rodapés, como na figura 21.

Figura 21: Revestimento cerâmico do piso



Fonte: Autor, 2022

O piso do pátio de sol e pátio coberto será executado em concreto polido, pintado. Nas calçadas o acabamento do piso deverá ser de concreto. As circulações externas receberam soleiras em granito. As demais áreas descobertas foram em piso de paver ou forração em grama.

## 4.7 Instalações

### 4.7.1 Instalações hidrossanitárias

O sistema de abastecimento de água potável da creche é considerado como um sistema de abastecimento indireto, ou seja, um sistema no qual a água proveniente da concessionária é reservada. Nesse sistema, o abastecimento da rede pública não segue diretamente aos pontos de consumo, sendo armazenada em reservatórios, como o da figura 22, que têm por finalidade principal garantir o suprimento de água da edificação em caso de interrupção do abastecimento pela concessionária local de água e uniformizar a pressão nos pontos e tubulações da rede predial.

Figura 22: Reservatório d'água



Fonte: Autor, 2022

O sistema predial de esgoto sanitário foi separado em absoluto em relação ao sistema predial de águas pluviais, dessa maneira não deve existir nenhuma ligação entre os dois sistemas, conforme o Anexo II.

As instalações de esgoto foram executadas em PVC rígido, originando-se nos pontos que coletam os despejos líquidos dos lavatórios, vasos sanitários, mictórios, ralos, entre outros, e segue para os ramais de coleta. Dos ramais de coleta o esgoto segue para a fossa séptica, filtro anaeróbio e por fim deve ser conectado à rede existente.

A ventilação da rede de esgoto sanitário executada em PVC, serve para manter as pressões nas tubulações iguais à pressão atmosférica, para que desta maneira não ocorra contrafluxo ou deterioração nas tubulações e também para liberar os gases provenientes da biomassa em decomposição. Por esse motivo os tubos de ventilação têm saída na parte superior do telhado e em nenhuma hipótese devem ser fechadas e/ou obstruídas.

A caixa de gordura é destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma. As caixas de inspeção foram feitas alvenaria, com tampa de concreto e dimensões conforme detalhes de projeto.

As instalações destinadas a coletarem as águas da chuva originam-se nas calhas, conduzem a água para os tubos de queda que a transporta até as caixas de inspeção distribuídas nas imediações da edificação e conduzidas para rede existente. Nesta rede deverão ser conectados todos os drenos dos aparelhos de ar-condicionado.

#### 4.7.2 Instalações elétricas

Esta proposta parte da concepção de um projeto eficiente do ponto de vista energético, utilizando iluminação moderna e eficiente, atendendo aos índices luminotécnicos normatizados, garantindo conforto visual aos trabalhos a serem executados.

Os desenhos do projeto definem o arranjo geral de distribuição de luminárias, pontos de força, comandos, circuitos, chaves, proteções e equipamentos. Os elementos são, sempre que possível, centralizados ou alinhados com as estruturas. Os pontos de força foram especificados em função das características das cargas atendidas e dimensionadas no projeto, conforme o Anexo III.

Os circuitos a serem instalados seguem aos pontos de consumo por eletrodutos, condutores e caixas de passagem. Todos os materiais e equipamentos especificados foram de qualidade superior, de empresas com presença sólida no mercado, com produtos de linha, de

forma a garantir a longevidade das instalações, peças de reposição e facilidade de manutenção sem, no entanto, elevar significativamente os custos.

As instalações elétricas foram instaladas de sobrepor, exceto na cozinha e áreas de serviços, atendendo os pontos de consumo., conforme a figura 23. Todos os materiais atendem as Normas Brasileiras específicas e apresentam facilidades de manutenção e monitoramento.

Figura 23: Instalação elétrica sendo executada



Fonte: Autor, 2022

Os pontos de energia estão em conformidade ao projeto e na quantidade suficiente para suprir as necessidades de cada ambiente. Nas salas de aula e em todos os ambientes com forro de gesso acartonado, circulações e sanitários as luminárias foram de sobrepor.

#### 4.7.3 Instalações de lógica (dados e voz)

Para satisfazer as necessidades de um serviço adequado de voz e dados para a creche, o projeto de instalações de Cabeamento Estruturado tem tomadas, já inclusos os pontos destinados a telefones distribuídas nos ambientes, como na figura 24. As instalações de

telefonia e cabeamento foram ser instaladas aparente, atendendo os pontos de consumo, conforme o anexo IV.

Figura 24: Instalação de dados e voz



Fonte: Autor, 2022

#### 4.7.4 SPDA

O projeto de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) foi baseado principalmente nas normas NBR 5419/2005, NBR 5410/2008 e na NR-10 e, desta maneira, foi considerado o nível de proteção II, indicado para escolas e locais públicos, para a elaboração do projeto, como mostra o anexo V.

É necessário ressaltar que um SPDA não impede a ocorrência de descargas atmosféricas, porém reduz significativamente os riscos de danos a materiais e pessoas, sendo que o projeto, a instalação, os materiais e as inspeções devem atender a norma NBR 5419/2005.

O método utilizado neste projeto é de utilização de condutores em malha ou gaiola (método Faraday) com descidas externas à edificação, conforme a figura 25. A escolha do método com as características apresentadas a seguir deve-se à sua funcionalidade e facilidade de execução.

Figura 25: Haste de aterramento



Fonte: Autor, 2022

#### 4.7.5 Ar-condicionado

O projeto de climatização para as instalações justifica-se pela necessidade de atendimento às condições de conforto em locais específicos, as quais não alcançadas apenas por ventilação natural. Dentre as alternativas tecnológicas para a climatização, no presente projeto, considerando-se as limitações orçamentárias e as dificuldades logísticas de aquisição de certos componentes, optou-se pela utilização de soluções simples e de baixo custo. Tais soluções foram aplicadas adotando-se o uso de equipamentos simples do tipo split. Foram instalados condicionadores de ar (dreno e elétrica) na Administração, Sala Multiuso e Sala dos Professores.

#### 4.7.6 Prevenção contra incêndio

Como regra geral, são exigidos para a edificação os seguintes sistemas:

- Sinalização de segurança;
- Extintores de incêndio;
- Iluminação de emergência;
- SPDA – Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;

Para todas as áreas da edificação os extintores são do tipo Pó Químico Seco – PQS, classe de fogo A-B-C, conforme a figura 26. A locação e instalação desses extintores devem constar na planta baixa e nos detalhes do projeto.

Figura 26: Extintor e placa de sinalização de saída



Fonte: Autor, 2022

As sinalizações de segurança estão localizadas para auxílio no plano de fuga, orientação e advertência dos usuários da edificação e são ser indicadas nas pranchas do projeto.

O sistema de iluminação de emergência adotado terá de ser de blocos autônomos 2x7W e 2x55W, com autonomia de 2 horas, instalados nas paredes, conforme localização e detalhes indicados em projeto.

#### 4.7.7 Rede de gás

A instalação predial de gás combustível foi projetada conforme prescrição da NBR 13.523 e NBR 15.526 atendendo à cozinha da Escola. O projeto da creche tem um fogão semi-industrial de 6 bocas com forno, com queimadores duplos para ser considerado no cálculo de demanda, conforme o anexo VI.

O sistema de gás combustível compreende um conjunto de aparelhos, tubulações e acessórios, destinados a coletar e transportar o gás combustível, garantindo o encaminhamento do mesmo para seu destino.

#### 4.8 Serviços finais

A obra foi entregue em perfeito estado de limpeza e conservação. Todos os equipamentos estavam funcionamento em perfeito com as instalações definitivamente ligadas às redes de serviços públicos (água, esgoto, luz).

Foram lavados convenientemente, e de acordo com as especificações de manutenção, os pisos porcelanato, cimentados, bem como os revestimentos de parede e ainda: aparelhos sanitários, vidros, ferragens e metais, tendo sido removidos quaisquer vestígios de tintas, manchas e argamassa.

#### 4.9 Análise de custos e produtividade

Originário das coletas de dados quantitativos foi possível analisar o valor pago a empresa por todos os custos da obra. O estudo de caso possui o intuito de explorar o custo global da obra. Na Tabela 1 é apresentado o orçamento geral da obra.

O custo da superestrutura da obra corresponde a quase 40% do valor total, esse valor representa os módulos da construção, com estruturas de aço e todo o processo de montagem dos mesmos, como locação de guindaste. O segundo de item de maior valor é o sistema de cobertura da obra, com estrutura metálica em aço e telhamento com telha termoacústica

A concepção do design dos módulos padronizados e com repetibilidade de dimensões reduz o desperdício de tempo e insumo, podendo atenuar os custos totais.

Tabela 1: Orçamento

Item	Descrição	Total	% em relação ao valor total
1	PROJETOS	R\$ 113.644,97	2,398%
2	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	R\$ 258.374,35	5,451%
3	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 121.433,19	2,562%
4	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CANTEIRO	R\$ 72.442,51	1,528%
5	MOVIMENTO DE TERRA	R\$ 94.920,00	2,003%
6	FUNDAÇÕES	R\$ 182.117,39	3,842%
7	SUPERESTRUTURA	R\$ 1.893.346,86	39,944%
8	ALVENARIA DA MURETA/MURO EXTERNO	R\$ 19.772,48	0,417%
9	ESQUADRIAS	R\$ 192.042,52	4,052%
10	SISTEMAS DE COBERTURA	R\$ 437.216,54	9,224%
11	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 10.053,58	0,212%
12	REVESTIMENTOS INTERNO E EXTERNO	R\$ 49.607,52	1,047%
13	SISTEMAS DE PISOS	R\$ 129.452,54	2,731%
14	PINTURAS E ACABAMENTOS	R\$ 88.220,50	1,861%
15	INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	R\$ 33.287,57	0,702%
16	DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	R\$ 11.082,57	0,234%
17	INSTALAÇÃO SANITÁRIA	R\$ 75.177,81	1,586%
18	LOUÇAS, ACESSÓRIOS E METAIS	R\$ 48.786,14	1,029%
19	INSTALAÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL	R\$ 12.705,73	0,268%
20	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	R\$ 38.773,46	0,818%
21	INSTALAÇÃO ELÉTRICA - 220V	R\$ 144.265,76	3,044%
22	INSTALAÇÕES DE CLIMATIZAÇÃO	R\$ 13.926,31	0,294%
23	INSTALAÇÕES DE REDE ESTRUTURADA	R\$ 21.296,00	0,449%
24	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)	R\$ 36.698,58	0,774%
25	FACHADA	R\$ 223.035,19	4,705%
26	SERVIÇOS FINAIS	R\$ 169.270,89	3,571%
27	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$ 3.999,25	0,084%
28	EQUIPAMENTOS E MÓVEIS	R\$ 245.049,79	5,170%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 4.740.000,00</b>	<b>100,000%</b>

Fonte: DBN, 2022.

A transição do canteiro de obras para a fábrica oportuniza um horizonte de custos de construção inferiores. Em regime industrial, como mencionado, segundo Olearczyk (2014), o aproveitamento da mão de obra é tal que com menor tempo de serviço, obtém-se resultados mais avançados no cronograma, como podemos observar a seguir na Tabela 2.

Tabela 2: Cronograma

Nome da Tarefa	Duração	Início	Término
<b>Execução da obra</b>	213 dias	Qua 02/02/22	Sex 25/11/22
<b>IMPLANTAÇÃO</b>	20 dias	Qua 23/02/22	Ter 22/03/22
<b>Locação de Container</b>	15 dias	Qua 02/03/22	Ter 22/03/22
<b>Instalações Provisórias</b>	6 dias	Qua 23/02/22	Qua 02/03/22
<b>MOVIMENTAÇÃO DE TERRA</b>	2 dias	Ter 22/02/22	Qua 23/02/22
<b>Terraplanagem</b>	2 dias	Ter 22/02/22	Qua 23/02/22
<b>INFRA-ESTRUTURA e SUPRA-ESTRUTURA</b>	33 dias	Qua 23/02/22	Sex 08/04/22
<b>Armadura em Aço</b>	14 dias	Ter 01/03/22	Sex 18/03/22
<b>Escavação</b>	20 dias	Qua 23/02/22	Ter 22/03/22
<b>Concreto</b>	7 dias	Ter 22/03/22	Qua 30/03/22
<b>Forma em Madeira</b>	14 dias	Ter 01/03/22	Sex 18/03/22
<b>Impermeabilização</b>	3 dias	Qua 06/04/22	Sex 08/04/22
<b>MÓDULOS PRÉ-FABRICADO</b>	48 dias	Qua 02/02/22	Sex 08/04/22
<b>Fabricação dos monoblocos</b>	43 dias	Qua 02/02/22	Sex 01/04/22
<b>Transporte Módulos</b>	1 dia	Sex 08/04/22	Sex 08/04/22
<b>Instalação dos monoblocos</b>	1 dia	Sex 08/04/22	Sex 08/04/22
<b>PAREDE E PAINEL</b>	28 dias	Seg 04/04/22	Qua 11/05/22
<b>Alvenaria paredes</b>	28 dias	Seg 04/04/22	Qua 11/05/22
<b>ESQUADRIAS</b>	39 dias	Ter 08/02/22	Sex 01/04/22
<b>Esquadrias Alumínio</b>	39 dias	Ter 08/02/22	Sex 01/04/22
<b>COBERTURAS, FORROS E PROTEÇÕES</b>	61 dias	Qua 18/05/22	Qua 10/08/22
<b>Cobertura</b>	61 dias	Qua 18/05/22	Qua 10/08/22
<b>REVESTIMENTO DE PAREDES</b>	135 dias	Qua 11/05/22	Ter 15/11/22
<b>Chapisco e Reboco</b>	7 dias	Qua 11/05/22	Qui 19/05/22
<b>Divisórias em Granito</b>	75 dias	Qua 01/06/22	Ter 13/09/22
<b>Pisos cerâmico, soleira e rodapé</b>	20 dias	Qui 23/06/22	Qua 20/07/22
<b>Pintura</b>	84 dias	Qui 21/07/22	Ter 15/11/22
<b>INSTALAÇÕES</b>	137 dias	Sex 08/04/22	Seg 17/10/22
<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>	137 dias	Sex 08/04/22	Seg 17/10/22
<b>Louças e equipamentos</b>	35 dias	Ter 30/08/22	Seg 17/10/22
<b>Tubos e conexões hidráulicas</b>	128 dias	Sex 08/04/22	Ter 04/10/22
<b>Fossa, filtro e sumidouro</b>	17 dias	Sex 17/06/22	Seg 11/07/22
<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	41 dias	Qui 09/06/22	Qui 04/08/22
<b>Tubos e conexões elétrica</b>	9 dias	Qui 09/06/22	Ter 21/06/22
<b>Quadros e DJ</b>	9 dias	Qui 09/06/22	Ter 21/06/22
<b>Acabamentos elétrica</b>	41 dias	Qui 09/06/22	Qui 04/08/22
<b>Fiação</b>	9 dias	Qui 09/06/22	Ter 21/06/22
<b>INSTALAÇÕES DE LÓGICA (VOZ E DADOS)</b>	9 dias	Qui 09/06/22	Ter 21/06/22
<b>Instalações de equipamentos</b>	9 dias	Qui 09/06/22	Ter 21/06/22
<b>Tubos e Cabeamento</b>	9 dias	Qui 09/06/22	Ter 21/06/22
<b>SPDA</b>	45 dias	Sex 08/04/22	Qui 09/06/22
<b>AR CONDICIONADO</b>	4 dias	Seg 01/08/22	Qui 04/08/22
<b>Ar condicionado</b>	4 dias	Seg 01/08/22	Qui 04/08/22
<b>PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO</b>	1 dia	Seg 08/08/22	Seg 08/08/22
<b>Extintores e Sinalização</b>	1 dia	Seg 08/08/22	Seg 08/08/22
<b>REDE DE GÁS</b>	4 dias	Seg 12/09/22	Qui 15/09/22
<b>Rede de Gás</b>	4 dias	Seg 12/09/22	Qui 15/09/22
<b>URBANIZAÇÃO PARA O COMPLEXO</b>	23 dias	Sex 02/09/22	Ter 04/10/22
<b>Pavimentação Intertravada</b>	23 dias	Sex 02/09/22	Ter 04/10/22
<b>Instalação de Meio Fio</b>	8 dias	Sex 02/09/22	Ter 13/09/22
<b>Plantação de Grama</b>	8 dias	Sex 09/09/22	Ter 20/09/22
<b>SERVIÇOS FINAIS</b>	82 dias	Qui 04/08/22	Sex 25/11/22
<b>Limpeza</b>	5 dias	Seg 21/11/22	Sex 25/11/22
<b>Adesivagem</b>	2 dias	Seg 14/11/22	Ter 15/11/22
<b>Equipamentos e Móveis</b>	37 dias	Qui 04/08/22	Sex 23/09/22

Fonte: Autor, 2022.

Com base no cronograma da obra, o serviço de instalações hidrossanitárias, mais precisamente de tubos e conexões foi o mais demorado, visto que se para finalizar é necessário testar todas as conexões e isso só foi possível depois de todos os módulos montados e o sistema de água fria conectado ao reservatório de água. A pintura foi o segundo serviço que mais demorou visto que a obra depois de pronta teve que passar por algumas alterações a pedido do contratante, como mudança de cor no forro das salas. O terceiro serviço que mais retardou a obra foi a entrega dos granitos, por falta de material do fornecedor.

Os processos industriais carregam maior faixa de previsibilidade de ocorrências negativas, fruto do vasto uso de automação para precisar as tolerâncias. Assim, o planejamento e a gestão dos processos ganham maior grau de certeza (DEAKIN, 2020). A sensibilidade e notificação de possíveis falhas de forma rápida, ainda no processo produtivo, aumenta a chance de correção imediata.

Estudos desenvolvidos por Bertram et al. (2019) pela Mckinsey & Company apontam uma economia de tempo de 20% a 50% no cronograma da construção modular, que, quando comparado ao cronograma da construção tradicional (*in loco*), oferece maior flexibilidade, simultaneidade para execução de tarefas e maior previsibilidade, resultando na aceleração dos processos.

É notório que a grande vantagem da obra modular é a agilidade, pois os módulos chegam com paredes e pisos prontos, além de parte das instalações elétricas e hidráulicas.

## 5 CONCLUSÃO

O avanço dos sistemas construtivos no Brasil, desenvolveu tecnologias capazes de executar obras com rapidez e alta qualidade. Através do sistema modular temos esse viés como premissas, visto que temos cada etapa da obra bem definida, facilitando o planejamento da construção e gerenciando de forma assertiva os projetos, identificando qual ferramentas serão necessárias para concluir todas as atividades.

A falta de planejamento nesse modelo construtivo tende a prejudicar ainda mais a sua entrega final, uma vez que todas as etapas estão ligadas, acarretando atrasos no andamento da obra. O acompanhamento das fases de construção é capaz de identificar possíveis erros e problemas, como retrabalhos, possíveis excessos e falta de materiais, além de assegurar a utilização correta de insumos.

Com base nos dados e informações apresentados o presente trabalho objetivou fazer uma análise descritiva do sistema construtivo modular, na construção de uma creche no município de Piranhas – AL, no distrito de Lagoa Nova, considerando os fatores econômicos e técnicos da sua execução, identificando as principais vantagens do método utilizado e o seu potencial dentro da construção civil, principalmente em termos de qualidade, racionalização e produtividade.

O método mostrou-se bastante produtivo, como vantagens o tempo de entrega, execução, impacto social, flexibilidade e qualidade do produto final, pois seu processo fabril possui alta eficiência e rapidez na construção. Além de ser uma obra com um teor significativo de redução de resíduos gerados, significando uma melhoria em questões ambientais, sendo considerado um método mais sustentável, do que por exemplo, o de alvenaria tradicional, em que o número de resíduos descartados é muito maior.

Apesar de apresentar pontos negativos em relação a custo e logística, além de requerer diversas mudanças nos padrões construtivos atuais e melhorias nos padrões de planejamento e design, a metodologia construtiva modular tem grande potencial de crescimento, uma vez que a sua utilização no país ainda é recente, sendo assim, capaz de atingir resultados ainda maiores quanto melhor conhecida e explorada, resultando em soluções relevantes tanto ao setor quanto ao mercado.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L.P.; Análise comparativa da relação custo-benefício dos sistemas construtivos de madeira e aço. **Revista Especialize**. IPOG. Goiânia. vol 01, n. 10, dez, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 2004.
- AZEVEDO, V. S.; COSTA, Ronald Alves da; ROCHA, Romulo Costa. O uso de contêineres na construção de prédios educacionais e universitários é um exemplo de estrutura construída de forma sustentável composta por sistemas construtivos modulares. São Paulo. **Congresso Latino –Americano da Construção Metálica**. 20 a 22 de setembro de 2016.
- BARBOSA, P. C.; **estudo da interação entre paredes alveolares estruturalmente sólidas e cabos de concreto perfurantes**. Dissertação Mestrado em Engenharia de Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.
- BRASIL. **Programa Minha Casa Minha Vida. Entenda as novas regras do Minha Casa Minha Vida**. 2017. Disponível em:  
<http://www2.planalto.gov.br/acompanheplanalto/noticias/2017/02/entenda-as-novas-regras-do-minha-casa-minha-vida>. Acesso 16 de junho de 2022.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reciclagem de resíduos de construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**. v 61, n. 2, p. 178-189, 2015.
- CAMACHO, J. S.; **Projetos de edifício de alvenaria Estrutural**. São Paulo, 2006.
- CAMPOS, P. F.; **Light Steel Framing: utilizando a modelagem virtual como procedimento de projeto e planejamento na construção residencial**. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP. São Paulo, 2014.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, **Relatório MCMV Parte 1**, p. 34. 2017. Disponível em:  
<http://polis.org.br/wp-content/uploads/MCMV.pdf> Acesso 17 de junho de 2022.
- CAVALCANTE, G. S.; 2022. Práticas sustentáveis da construção civil: um estudo de caso da construção do Hospital Regional do Alto Sertão em Delmiro Gouveia – AL. Disponível em:  
<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/8594> Acesso em: 20 de outubro de 2022.
- CAVALHEIRO, O. P.; **Alvenaria Estrutural: Antiga e moderna**. Universidade Federal de Santa Maria. Coordenador do Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Alvenaria Estrutural (GPDAE), 1999.
- COSTA, R. Y.; **Dimensionamento da mão de obra na execução de edifícios em alvenaria estrutura**. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos. Curso de Engenharia Civil. São Carlos, 2011.
- DEBONI, C.; **Sistema Construtivo Fast Flex, Módulos Industrializados**. Ivoti: DBN (Deboni Sistemas Construtivos Ltda). 2018. 34p.

FERREIRA, M. M.; **Execução de uma Sapata em larga escala : Estudo Fundacional** . Brasil 2009 <http://www.cimentoitambe.com.br/o-espaco-conquistado-pela-alvenaria-estrutural/>

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Edição: São Paulo, editora atlas s.a.2012

KATO, R. Bentes.; Comparação do sistema construtivo convencional com o sistema construtivo de alinhamento estrutural de acordo com a teoria da construção estendida. Dissertação. Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LARUCCIA, M. M.; Sustentabilidade, efeitos ambientais e construção civil. **ENIAC Pesquisa**, Guarulhos (SP), p. 69-84, v. 3, n. 1, jan.-jun. 2014.

MACHADO, R. D.; **A área que alvenaria estrutural conquistou**. [s.n.] Curitiba, 2010.

MIRANDA, D; ZAMBONI, L. R.; Estudo comparativo do sistema alvenaria convencional e do sistema construtivo *light steel frame* em residências comuns. Curso de Engenharia Civil. Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2016.

MOLITERNO, A.; Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira. São Paulo, 2003.

NONATO, L. F. C. **Alvenaria estrutural e suas ramificações**. Departamento de **Engenharia de Materiais e Construção**. Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2013.

PASSINI, P. S.; et al. **Stell Frame na construção civil**. Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014

PEDRON, A. P. B.; **Estudo sobre o impacto da evidenciação de informações ambientais na rentabilidade e valor das empresas listadas na BM&FBOVESPA**. 2014. 95p. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PRUDÊNCIO, M. V.; Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e *Light Steel Framing*. 2013. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2003. 174 p.

ROCHEDO, C. S.; Estudo comparativo do dimensionamento de um edifício de alvenaria estrutural de oito pavimentos: empregando blocos cerâmicos e blocos de concreto. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2012.

RODRIGUES, W. C.; **Metodologia Científica**. Paracambi: FAETEC/IST, 2017.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 3. ed. rev. São Paulo: Érica, 2014.

SANTIAGO, A. K. et al.; **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012. 151p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

SCHMITZ, I. B. T. A. **Estudo da Reciclagem da Pasta de Gesso para Construção Civil. Relatório de Pesquisa**. Recife: Universidade de Pernambuco, 2008 SINDUSCON – GO. Custos Unitários Básicos de Construção. (NBR 12.721:2006 - CUB 2006) - Janeiro/2018

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2019.

SIMAS, R. E.; **Estudo da Racionalização da Alvenaria Para Construção de Habitações**. Universidade do Vale do Itajaí, Monografia (Engenharia Civil), Itajaí, 2011. TÉCHNE. Sistema de gestão e coordenação de projetos. Mensal. Edição n. 110. São Paulo: PINI, mai, 2016.

VACCARI, L. C.; **O hiato entre atitude e comportamento ecologicamente conscientes: um estudo com consumidores de diferentes gerações**. 2014. 246p. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9442/2019**: Materiais de Construção - Determinação Do índice de Propagação Superficial de Chama Pelo Método Do Pannel Radiante. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5419/2005**: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.

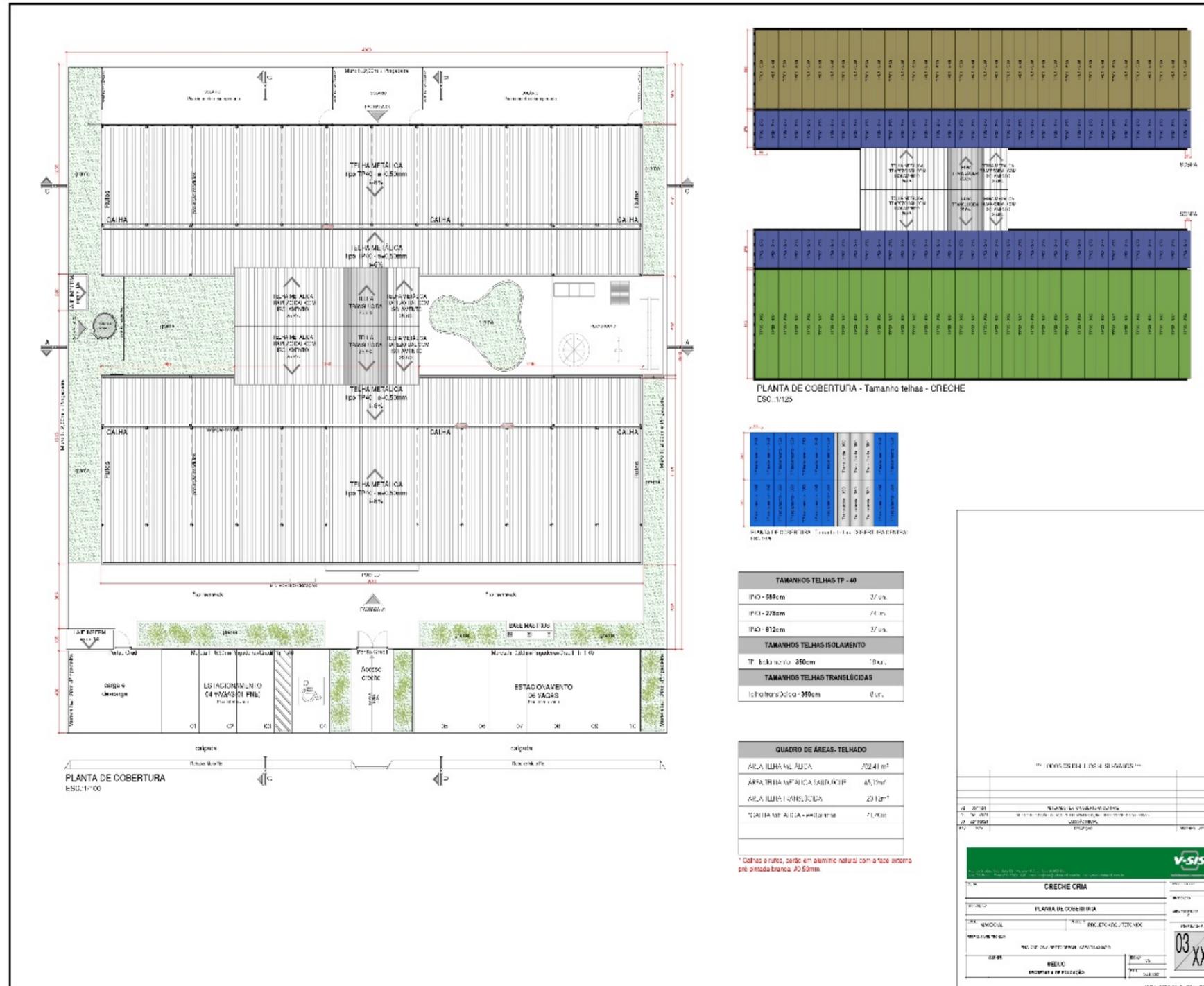
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410/2008**: Instalações elétricas de baixa tensão. São Paulo, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13523/2019**: Central de gás liquefeito de petróleo — GLP. Rio de Janeiro, Paulo, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15526/2016**: Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2016.

ANEXOS

ANEXO I – PLANTA DE COBERTURA



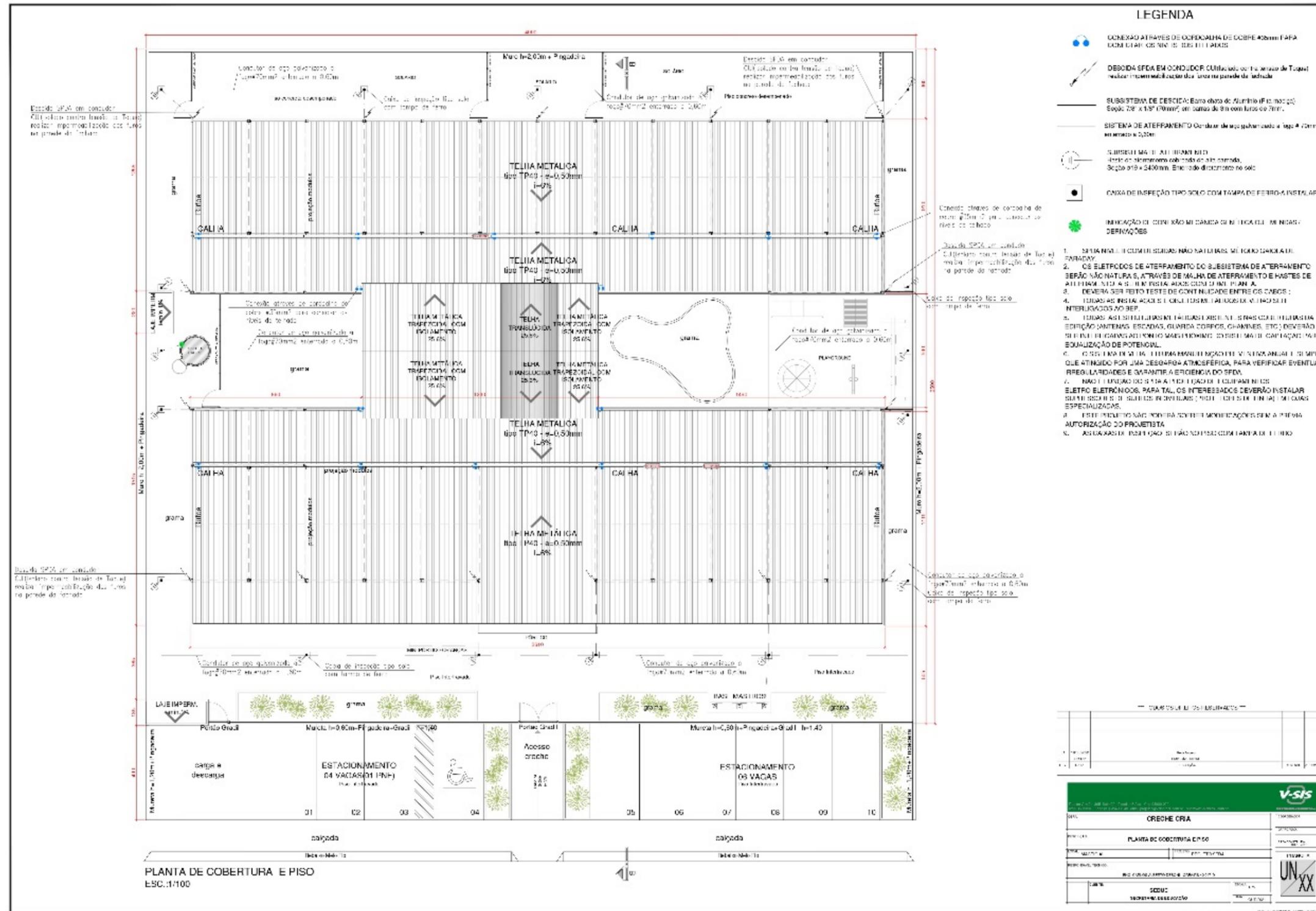
Fonte: DBN, 2022







ANEXO V – PROJETO SPDA



Fonte: DBN, 2022

