



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JOAQUIM FERREIRA COSTA FILHO

**ANALISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DO SISTEMA
CONSTRUTIVO DE CONCRETO PVC COMPARADO AO SISTEMA
TRADICIONAL: CASO DE UMA CRECHE EM JARDIM/CE**

JUAZEIRO DO NORTE

2025

JOAQUIM FERREIRA COSTA FILHO

ANALISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DO SISTEMA CONSTRUTIVO
DE CONCRETO PVC, COMPARADO AO SISTEMA TRADICIONAL: CASO DE UMA
CRECHE EM JARDIM/CE.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil pela Universidade Federal do
Cariri.

Orientador: Prof. Dr. Dimas de Castro e Silva
Neto

JUAZEIRO DO NORTE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Cariri
Sistema de Bibliotecas

C838a Costa Filho, Joaquim Ferreira .

Análise da viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo de concreto pvc comparado ao sistema tradicional: caso de uma creche em Jardim /CE / Joaquim Ferreira Costa Filho. - 2026.

63 f. il.: color. 30 cm.

(Inclui bibliografia, p.52-57).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Cariri.
Centro de Ciências e Tecnologia, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Juazeiro do Norte, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Dimas de Castro e Silva Neto.

1. Sistema construtivo. 2. Concreto PVC. 3. Creche municipal. 4. Jardim-CE.
I. Silva Neto, Dimas de Castro e - orientador. II. Título.

CDD 629

Bibliotecária: Maria Eliziana Pereira de Sousa – CRB 15/564

JOAQUIM FERREIRA COSTA FILHO

ANALISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DO SISTEMA CONSTRUTIVO
DE CONCRETO PVC, COMPARADO AO SISTEMA TRADICIONAL: CASO DE UMA
CRECHE EM JARDIM/CE.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil pela Universidade Federal do
Cariri.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/10/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Dimas de Castro e Silva Neto – UFCA
Orientador

Prof. Dr. Aerson Moreira Barreto – UFCA
Avaliador

Prof. Dr. Prof. Esequiel Mesquita– UFC
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Solange e Joaquim, por serem meu principal ponto de apoio nos momentos difíceis.

A atenção do meu orientador Prof. Dr. Dimas de Castro e Silva Neto.

Ao Eng. Cassio Medeiros por ser tão solícito e contribuir bastante a este trabalho.

A minha esposa Maria Selma por trazer leveza aos desafios, reconheço toda sua paciência comigo. E em especial a minha filha Maria Valentina, cuja existência impulsiona cada passo que dou.

RESUMO

A construção civil brasileira, em grande parte, ainda opta por sistema de construção tradicional, com edifícios em estrutura de concreto armado simples, e alvenaria de vedação ou taipa comum. Cerca de 88,6% dos edifícios brasileiros (65,7 milhões de casas) foram construídos pelo sistema tradicional. Entretanto a busca pelo desenvolvimento e a necessidade social brasileira incentiva o governo a investir em sistemas construtivos alternativos como o Light Steel Frame, Container, Wood Frame, Alvenaria Estrutural, Estrutura Metálica e Construção off-site. Esses sistemas alternativos são empregados em construções de cunho social como casas populares, creches, escolas e postos de saúde. Diversos municípios no sul do Ceará vêm adotando o sistema Concreto PVC para construção de escolas e creches devido a rápida conclusão. O sistema consiste em construir o edifício a partir de painéis modulares de PVC e posteriormente preenchê-las com concreto e aço, e o próprio painel de PVC é o elemento de acabamento das paredes. Este trabalho busca entender as normas técnicas, os materiais utilizados, o processo construtivo, as vantagens e desvantagens do sistema Concreto PVC, e sobre um estudo de caso definir o custo, tempo e viabilidade de uma creche pública na cidade de Jardim-CE construída pelo sistema construtivo Concreto PVC em comparação a sua construção caso optassem pelo sistema tradicional com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação comum. O estudo concluiu que o sistema Concreto PVC é 4,4 vezes mais rápido e 2,04 vezes mais caro que o sistema tradicional. Apesar do custo elevado, mostrou-se viável para obras públicas como a creche deste estudo, pois permite construções rápidas que atendem as necessidades da população em um tempo rápido.

Palavras chaves: Sistema construtivo Concreto PVC, Creche municipal de Jardim-CE

ABSTRACT

The Brazilian construction industry, however, still largely relies on traditional construction systems, with buildings made of simple reinforced concrete structures and masonry or common rammed earth walls. About 88.6% of Brazilian buildings (65.7 million houses) were built using traditional methods. Nevertheless, the pursuit of development and the country's social needs have encouraged the government to invest in alternative construction systems such as Light Steel Frame, Container, Wood Frame, Structural Masonry, Metal Structures, and Off-site Construction. These alternative systems are mainly used in social projects such as affordable housing, daycare centers, schools, and health posts. Several municipalities in southern Ceará have been adopting the Concrete PVC construction system for building schools and daycare centers due to its rapid completion. The system consists of assembling modular PVC panels that are later filled with concrete and steel, with the PVC panels themselves serving as the wall finishing element. This study aims to understand the technical standards, materials used, construction process, and the advantages and disadvantages of the Concrete PVC system, and through a case study, to determine the cost, construction time, and feasibility of a public daycare center in the city of Jardim-CE built using the Concrete PVC system, compared to its construction using the traditional system with reinforced concrete structure and masonry infill walls. The study concluded that the Concrete PVC system is 4.4 times faster but 2.04 times more expensive than the traditional method. Despite the higher cost, it proved to be viable for public works, such as the daycare center analyzed, as it allows for rapid construction that effectively meets the population's needs in a shorter period of time.

Keywords: Concrete PVC construction system, Municipal daycare center in Jardim-CE

LISTA DA FIGURAS

Figura 1 -	Exemplo de casa popular construída com painéis de PVC	21
Figura 2 -	Foto da fachada de Centro de Educação Infantil	23
Figura 3 -	Imagem de casa de alto padrão construída pelo sistema Concreto PVC...	23
Figura 4 -	Ilustração de perfil e em corte das guias de piso e do aço de ancoragem ..	29
Figura 5 -	Início da montagem das paredes	29
Figura 6 -	Instalações hidrossanitários externas e shafts.....	31
Figura 7 -	Localização do município de Jardim.....	34
Figura 8 -	Planta baixa da creche fornecida pela prefeitura de Jardim.....	35
Figura 9 -	Projetos da creche construída em Concreto PVC.....	36
Figura 10 -	Planta baixa do projeto	36
Figura 11 -	Desenho isométrico paredes de Concreto PVC finalizada	44
Figura 12 -	Gráfico de Gantt sobre o sistema construtivo tradicional	48
Figura 13 -	Gráfico de Gantt sobre o sistema construtivo Concreto PVC	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Descrição, dimensões e quantidades das esquadrias e vãos.....	38
Tabela 2 -	Dados sobre alvenaria de bloco cerâmica.....	38
Tabela 3 -	Quantitativo de chapisco por ambiente.....	39
Tabela 4 -	Quantidade de emboço por ambiente.....	40
Tabela 5 -	Quantidade de revestimento cerâmico por ambiente.....	40
Tabela 6 -	Quantidade de reboco por ambiente.....	41
Tabela 7 -	Continuação da tabela "Quantidade de reboco por ambiente".....	41
Tabela 8 -	Quantidade de acabamento pintura interna.....	42
Tabela 9 -	Quantidade de acabamento pintura externa.....	43
Tabela 10 -	Quantitativo geral de serviços da alvenaria tradicional.....	43
Tabela 11 -	Quantitativo geral de serviços da alvenaria tradicional.....	45
Tabela 12 -	Continuidade do quantitativo geral de serviços da alvenaria tradicional.....	46
Tabela 13 -	Tabela de custo dos serviços do sistema Concreto PVC.....	46
Tabela 14 -	Quantitativo de tempo para o sistema de alvenaria tradicional.....	47
Tabela 15 -	Continuação da tabela "Quantitativo de tempo para o sistema de alvenaria tradicional".....	48

LISTA DE ABREVEATURAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DATEC	Documento de avaliação técnica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	JUSTIFICATIVA	9
1.2	OBJETIVOS	10
1.2.1	Objetivo Geral	10
1.2.2	Objetivos específicos	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Desenvolvimento das edificações	11
2.2	Sistemas construtivos	12
2.3	Sistema construtivo tradicional	14
2.4	Normas técnicas da alvenaria tradicional	15
2.5	Materiais empregados na alvenaria tradicional	15
2.5.1	Blocos e tijolos	15
2.5.2	Argamassas	16
2.6	Processo do sistema construtivo tradicional	17
2.6.1	Transporte e armazenamento de material	17
2.6.2	Elevação de alvenarias.....	18
2.6.3	Integração com elementos estruturais.....	19
2.6.4	Integração com demais sistemas.....	19
2.6.5	Integração com esquadrias e aberturas	20
2.6.6	Revestimento	20
2.7	Sistema construtivo Concreto PVC	21
2.7.1	Características gerais	21
2.8	Normas técnicas do sistema concreto PVC	24
2.9	Materiais empregados no sistema concreto PVC	24
2.9.1	Concreto autoadensável	24
2.9.2	Painéis de PVC	25
2.10	Sistema construtivo do Concreto PVC	27
2.10.1	Transporte e armazenamento painéis de PVC	27
2.10.2	Fundação.....	28
2.10.3	Preparo para montagem dos painéis de PVC.....	28
2.10.4	Montagem dos painéis de PVC.....	29
2.10.5	Integração com esquadrias e aberturas	30

2.10.6	Integração com sistema elétrico.....	30
2.10.7	Integração com sistema hidráulico	31
2.10.8	Integração com sistema GLP	32
2.10.9	Concretagem do painéis de PVC	32
2.10.10	Integração com laje e cobertura.....	33
3	METODO	34
3.1	Método da pesquisa.....	34
3.2	Contextualização da pesquisa	35
4	RESULTADOS	37
4.1	Quantitativo de serviço sobre o sistema construtivo tradicional	37
4.1.5	Quantitativo de revestimento cerâmico	40
4.1.6	Quantitativo de reboco.....	40
4.1.7	Quantitativo de acabamento em pintura interna e externa.....	42
4.1.8	Quantitativo geral para sistema construtivo tradicional	43
4.2	Quantitativo de serviço sobre o sistema Concreto PVC	44
4.3	Levantamento de custos.....	44
4.3.1	Custos da alvenaria tradicional de acordo com a tabela SEINFRA 27.1	45
4.3.2	Custos da alvenaria sob o sistema construtivo Concreto PVC.....	46
4.4	Levantamento de tempo.....	47
5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Descreve Santiago (2008) que a construção civil no Brasil em sua maioria se caracteriza pelo uso de sistema construtivo tradicional com estrutura de concreto armado e alvenaria. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio - PNAD de 2022 apontam que 88,6% dos edifícios brasileiros (65,7 milhões) são construídos com alvenaria comum ou taipa, confirmando a descrição de Santiago em 2008.

Para Ribeiro (2003) continuidade do sistema construtivo tradicional é diretamente influenciada por fatores como a disponibilidade de mão de obra, a fácil aquisição de materiais e a simplicidade na execução. Ressalta Santiago (2008) que em face da crescente demanda e do avanço tecnológico, diversas correntes dentro desse setor têm demonstrado abertura para a adoção de soluções industrializadas. Sistemas construtivos com abordagens mais racionalizadas estão ganhando espaço à medida que a tecnologia é cada vez mais aceita pelos segmentos produtivos e, especialmente, pelos consumidores.

Conforme Gomes e col. (2023), a indústria da construção civil no Brasil enfrenta um período de transformações significativas e adaptações. Nesse contexto, estão sendo adotadas diferentes sistemas de construção com o objetivo de otimizar a produtividade, reduzir custos e minimizar o desperdício. Essas mudanças refletem uma busca por maior eficiência e sustentabilidade no setor, incluindo o uso de tecnologias inovadoras, práticas mais sustentáveis e uma abordagem mais integrada ao longo de todo o ciclo de vida das edificações.

Conforme Castelo, Viana & Vieira (2023), análises sobre o setor ressaltam a urgência da modernização e o uso de sistemas pré-fabricados ou industrializados para reverter a queda na produtividade da construção civil brasileira. Como exemplificado por Péres, Dotto e Dotto (2020) o governo aprovou o Programa Proinfância em 2007 com o objetivo de atender metas do Plano Nacional de Educação (PNE) e suprir a necessidade de escolas e creches em todo o Brasil até 2024, entretanto devido à demora na entrega de obras pelo sistema construtivo tradicional, o governo brasileiro optou por investir em sistemas construtivos inovadores como o sistema Light Steel Frame, Wall System e Global Housing System (Concreto PVC).

O sistema Concreto PVC é um sistema construtivo que utiliza painéis de cloreto de polivinila (PVC) como fôrma (molde) em toda edificação, onde após ser preenchida por concreto e aço o painel de PVC se torna o acabamento das paredes, resultando em uma estrutura monolítica e de alta resistência. Originário do Canadá, esse sistema otimiza significativamente o processo construtivo, reduzindo o tempo de execução da obra (LOPES, 2015).

Deste modo, este trabalho busca analisar a viabilidade do sistema construtivo Concreto PVC, quando comparado ao sistema tradicional de construção com edifício executado em estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação, através do estudo dos seus projetos técnico e executivo, explorando as normas, detalhando os processos construtivos, e identificando o custo-benefício da sua aplicação, no estudo do caso de uma creche, no município de Jardim-CE.

1.1 JUSTIFICATIVA

A escolha pelo sistema construtivo deve ser feita análise de vantagens técnicas, de custo e prazo. A análise técnica avalia o potencial de uma tecnologia ou sistema construtivo em atender aos requisitos de desempenho exigidos. A análise de custo deve considerar o custo inicial de aquisição e instalação, incorporando a análise do ciclo de vida, de modo a garantir a viabilidade econômica em longo prazo, considerando a durabilidade e os custos de manutenção (OLIVEIRA, MITIDIERI FILHO E MELHADO, 2023).

Conforme Thomaz (2001), diante da necessidade de investimentos e inovações no setor na construção civil, a adoção de sistemas industrializados emergiu como uma solução viável para cumprir os prazos estipulados e diminuir custos, ao mesmo tempo em que assegura a qualidade da obra e o cumprimento das normas regulamentadoras.

Para Moraes (2015) diante de diversos sistemas construtivos, o sistema construtivo Concreto PVC é um sistema de produção que mesmo apresentando qualidades na durabilidade, resistência a intempéries, isolamento térmico e acústico não recebe a atenção devida, necessitando de mais estudos e divulgação.

Determina Oliveira (2023) que há pouca informação sobre o sistema Concreto PVC, e não há dados públicos suficientes para determinar o custo de mão de obra, custo de material, tempo de execução tornando a viabilidade de investimento restrito caso a caso. Explica Guimarães (2014), que embora pouco difundido, o sistema construtivo Concreto PVC vem sendo aplicado em obras públicas como escolas e casas populares, pois está sendo considerado um bom investimento a longo prazo, destacando a necessidade de mais conhecimento sobre sistema com interesse social e econômico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo de Concreto PVC, comparado ao sistema construtivo tradicional, tendo como estudo de caso a construção de uma creche, no município de Jardim, no Ceará .

1.2.2 Objetivos específicos

Este trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Comparar o tempo de execução do sistema construtivo tradicional e Concreto PV
- Comparar os custos diretos do sistema construtivo tradicional e Concreto PVC
- Analisar a viabilidade técnica e econômica do sistema Concreto PVC

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desenvolvimento das edificações

Para Sousa (2003), o material mais resistente e facilmente encontrado no planeta Terra é, sem dúvida, a pedra, com isso, as antigas civilizações usavam a mesma como a principal matéria prima na construção civil. Observa-se que a pedra foi utilizada em templos, pontes, igrejas, estradas etc. Os egípcios foram a primeira civilização cujos registros comprovam que possuíam ferramentas suficientemente duras, capazes de romper e trabalhar a superfície das pedras.

Segundo Mohamad (2021), as principais construções que marcaram a humanidade graças a seus aspectos estruturais e arquitetônicos eram compostas por unidades de blocos de pedra ou cerâmicos intertravados com ou sem material ligante, o que pode ser visto em construções como as pirâmides do Egito, o Coliseu Romano, na Itália, e a catedral de Notre Dame, na França. Esses são alguns exemplos de edificações que se destacam em relação ao tipo de material, à forma tipológica da construção e à segurança estrutural.

As primeiras casas de alvenaria no Brasil datam do período colonial, quando os colonizadores portugueses começaram a estabelecer assentamentos permanentes no território. Antes disso, as construções eram feitas principalmente com materiais locais, como madeira e palha. O início da construção de casas de alvenaria no Brasil está associado às cidades e vilas que foram fundadas pelos colonizadores. As casas eram frequentemente feitas de pedra, argamassa e taipa (uma mistura de terra, areia e outras substâncias) e geralmente possuíam um estilo arquitetônico simples, muitas vezes influenciado pelo estilo colonial português (PORTO e FERNANDES, 2015).

A partir da concepção em 1849 de um simples barco com argamassa de cimento, areia e fios de arame criado por Joseph-Louis Lambot se inicia a ideia de concreto armado. No final do século XIX e início do século XX, François Hennebique desenvolve um sistema de construção que utilizava barras de aço internas para reforçar o concreto, proporcionando ao mesmo maior resistência e capacidade de suporte, criando a viga armada semelhante as atuais e possibilitando edifícios maiores (PORTO e FERNANDES, 2015).

O desenvolvimento da sociedade e da construção civil estão intrinsecamente ligados e influenciam um ao outro de maneira direta. À medida que a sociedade avança, novas tecnologias e materiais são adotados, resultando em edificações mais eficientes e seguras, que melhor atendem às necessidades humanas. Por outro lado, a evolução na construção civil

impulsiona o desenvolvimento humano, proporcionando infraestruturas mais modernas e funcionais. Portanto, é natural que os sistemas de construção evoluam e sejam substituídos ao longo do tempo, já que essa evolução é fundamental para acompanhar e impulsionar o progresso da sociedade como um todo (GUIMARÃES, 2014).

2.2 Sistemas construtivos

Sistemas construtivos envolvem um conjunto de processos, critérios e tecnologias utilizados na construção, baseados nas matérias-primas e em sua aplicação. Para obter um resultado satisfatório, é crucial desenvolver um sistema construtivo coeso que cada elemento ou etapa gere vantagens práticas (executivas, tempo e custo) com os demais sistemas e fases de uma obra (GOMES; LACERDA, 2014).

Segundo Sabbatini (1989), a eficiência da indústria da construção civil deve ser um elemento que contribua com o ritmo da indústria como um todo. Uma construção eficiente se destaca pela minimização do desperdício de recursos em todas as suas formas, abrangendo materiais, mão de obra, energia, finanças e tempo, todos disponíveis localmente.

Moschetti (2011) afirma que a adoção de sistemas industrializados na construção agiliza e simplifica o processo construtivo, resultando em diversos benefícios. Além de otimizar a utilização da mão de obra, esses sistemas possibilitam um retorno mais rápido do investimento, devido à aceleração do cronograma de execução. Outras vantagens englobam a redução de resíduos, a minimização das perdas de concreto, a facilitação no gerenciamento do projeto e a prevenção de erros na aquisição de materiais.

Conforme Taniguti (1999) a partir de 1970 novos sistemas construtivos começaram a ter desenvolvimento no Brasil, ganhando destaque, sobretudo, com a introdução "drywall" para uso em vedações verticais. Por outro lado, a partir de 1990 houve maior abertura para os sistemas construtivos industrializados ou pré-fabricados, que em sua maioria, são compostos por concreto armado e/ou alvenarias com função estrutural além de vedação.

Diniz e Moura (2015) descreve que além do sistema construtivo tradicional temos os sistemas industrializados Light Steel Frame, Container, Wood Frame, Alvenaria Estrutural e Construção off-site que são exemplos de sistemas difundidos no mundo e que estão presentes em construções pontuais no Brasil.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) o Light Steel Frame (LSF), ou Estrutura em Aço Leve, é um sistema construtivo industrializado e racionalizado, onde o esqueleto da construção é montado com perfis de aço galvanizado (revestido com zinco) dobrados a frio. O

fechamento das paredes (vedação) é feito com a fixação de placas cimentícias (vedação de ambiente externo) ou placas de gesso acartonado (vedação ambiente interno).

Descreve Andrade (2019) que o sistema construtivo por Container reutiliza contêineres metálicos, originalmente usados para transporte marítimo, como módulos estruturais de edificações. Podem ser empilhados, justapostos ou modificados para criar diferentes layouts. A vantagem desse sistema está na sustentabilidade e rapidez construtiva, a desvantagem no baixo isolamento térmico e acústico.

O sistema construtivo Wood Frame é uma técnica muito utilizada em países como Estados Unidos e Canadá se baseia em estruturas formadas por perfis de madeira tratada, que sustentam o peso da edificação e servem de suporte para revestimentos internos e externos. Sua vedação pode ser realizada por placas de madeira, placas cimentícias ou placas de gesso acartonado. Possui bom desempenho térmico e acústico, mas requer constante manutenção (PEREIRA e SABBATINI, 2019).

Silva e Souza (2018) detalha que sistema construtivo em alvenaria estrutural é aquele em que as paredes exercem função estrutural, ou seja, suportam as cargas da edificação dispensando o uso de pilares e vigas convencionais, mas seus blocos (de concreto ou cerâmica) possuem resistência muito superior ao bloco de vedação comum. Sua vantagem está na redução de custos em fôrmas, armaduras e concreto, sua desvantagem está em sua menor flexibilidade de modificação com os demais sistemas (elétrico, hidráulico, sanitário, dados, etc.).

A construção off-site (fora do local) é um sistema construtivo industrializado em que partes ou módulos da edificação são produzidos fora do canteiro de obras, em ambiente controlado (fábrica), e posteriormente transportados e montados no local definitivo. A vantagem apresentada no sistema é o maior controle de qualidade e menor geração de resíduos, sua desvantagem está na logística de transporte e montagem dos módulos na obra (ABRAMAT, 2021)

Cichellini (2013), estabelece que um exemplo desses sistemas novos é o Concreto PVC, uma inovadora técnica de origem canadense que emprega painéis de PVC em um sistema modular de construção de rápida, que após ser preenchida por concreto os módulos de PVC se mantem a estrutura e dão o acabamento da edificação. Como ressalta Sullivan (1980 apud SABBATINI; AGOPYAN, 1991, p. 6) que as tecnologias construtivas não são transferíveis de lugar para lugar, do mesmo modo que não o são as características ambientais. Os sistemas têm que ser adaptados a uma particular cultura e a economia local.

2.3 Sistema construtivo tradicional

Historicamente as alvenarias de pedra e argamassa tinham função de suportar cobertas, dividir ambientes e isolar as edificações de intempéries e dos predadores, entretanto as moradas tinham paredes mais robustas e limitações no desenvolvimento vertical das edificações (RIBEIRO, 2014).

Após a adoção do concreto armado na construção de vigas, pilares, fundações e lajes, a alvenaria desempenha uma função de separação de ambientes e vedação, não contribuindo para a estrutura principal, o que permite paredes mais finas e de blocos mais leves (SOUSA, 2012).

A alvenaria pode ser entendida como um componente construído em obra, por meio da união entre unidades (blocos e tijolos), e o elemento de ligação (argamassa de assentamento) formando um conjunto monolítico e estável (SALGADO, 2014).

A “ABNT NBR 8545:1984 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos” foi a norma que estabeleceu os procedimentos e condições para a execução de alvenarias sem função estrutural, usando tijolos e blocos cerâmicos, no entanto, está desatualizada e a norma atual que rege os critérios de desempenho de alvenarias sem função estrutural é a “NBR 15575-4:2021 - EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS - DESEMPENHO PARTE 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE”.

A alvenaria por ser executada peça por peça, passa a ideia de concepção fácil e controle simples de consumo sobre os materiais utilizados, mas é notável um desgaste físico aos trabalhadores, assim como desperdício de material visto que normalmente a elevação das alvenarias são executadas por profissionais com o mínimo de instrução e sem planejamento racionalizado de construção (TAUIL; NESE, 2010). De acordo com Pinho e Lordsleem Jr (2009) as vedações em alvenaria continuam a ser responsáveis por uma parte significativa do desperdício observado nas obras de construção de edifícios, resultando em perdas médias de tijolos/blocos de até 17% e de argamassa de até 115% em obras de pequeno como residências unifamiliares.

Conforme Salgado (2014) normalmente as alvenarias de vedação são caracterizadas por elevado índice de quebras, retrabalhos, desperdícios, falta de padronização dos elementos de alvenaria, falhas de detalhamento de projeto e ausência de projeto de paginação, e quando não há projetos específicos não se tomam cuidados mínimos necessários para um desempenho razoável na execução desses serviços.

2.4 Normas técnicas da alvenaria tradicional

Conforme Silva et al (2017) através das Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR), as empresas são orientadas a desenvolver produtos e processos que estejam em conformidade com requisitos específicos, visando não comprometer as necessidades do cliente final.

No caso dos blocos cerâmicos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu normas regulamentadoras que incluem a “*NBR 15270:2023 – Componentes cerâmicos – blocos e tijolos para alvenaria*” dividida em 2 partes, sendo que a “Parte 1 – requisitos” estabelece dos requisitos dimensionais, físicos e mecânicos dos componentes, e a “Parte 2 – Métodos de ensaios” trata de testes de resistência a esforços, absorção de água, eflorescência e padroniza ensaios para determinar massa seca e densidade aparente do material.

Determina Azevedo e Brito (2014) que a resistência à compressão dos blocos desempenha um papel crucial não apenas como um indicativo geral de sua qualidade, mas também exerce uma influência direta sobre a capacidade de resistência ao cisalhamento e à compressão das paredes quando sujeitas a deformações resultantes da estrutura. Portanto, é imperativo utilizar blocos que estejam em conformidade com os requisitos estabelecidos na norma NBR 15270-1 e NBR 15270-2.

2.5 Materiais empregados na alvenaria tradicional

2.5.1 Blocos e tijolos

Para entender o sistema construtivo tradicional é necessário entender seus componentes, desde sua matéria prima, meio de produção e integração com os demais elementos. No sistema construtivo tradicional o tijolo é um elemento construtivo unitário utilizado em alvenarias com função de vedação. O tipo de tijolo mais usual é o maciço e bloco cerâmico (HELENE e HELENE, 2016).

Segundo Gonçalves (2016), os tijolos maciços de barro cozido — também chamados de tijolos comuns ou tijolinhos — destacam-se pelo baixo custo de fabricação e pela produção predominantemente manual, realizada em moldes de madeira nas olarias.

Já os blocos cerâmicos, conhecidos como tijolos baianos, são produzidos a partir de barro, porém em linhas de produção industrializadas e mais padronizadas. A matéria-prima é preparada em equipamentos com desagregadores, homogeneizadores e laminadores, resultando em uma qualidade superior em comparação com os tijolos comuns. Os blocos cerâmicos são

moldados em marombas e saem da boquilha (matriz) em fileiras contínuas, onde são cortados de acordo com os tamanhos desejados em relação ao seu comprimento (BAUER, 1994).

Yazigi (2002) descreve que o bloco cerâmico é fabricado basicamente com argila, moldado por extrusão e queimado a uma temperatura (em torno de 800°C) que permita ao produto final atender às condições determinadas nas normas técnicas.

Os tijolos devem ter boa resistência a esforços de compressão, pois são encaixados verticalmente e mesmo sem função estrutural devem suportar o peso da parede ao qual fazem parte. O tijolo deve apresentar durabilidade, isolamento térmico e acústico, cumprindo a função de separar, vedar e proteger ambientes (HELENE e HELENE, 2016).

O bloco deve trazer a identificação do fabricante, sem que prejudique seu uso. A compra é realizada em lotes constituídos de blocos de mesmo tipo e qualidade, essencialmente fabricados nas mesmas condições. Eles não podem apresentar defeitos sistemáticos, como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e não uniformidade de cor (YAZIGI, 2002).

2.5.2 Argamassas

A argamassa de assentamento é essencial para unir elementos de alvenaria como tijolos e blocos, criando uma base nivelada que distribui cargas e assegura a estabilidade da estrutura. Feita de cimento, cal, areia e água, ela é moldável, retém água para curar corretamente e possui a resistência e aderência necessárias. Sua composição é ajustada conforme o tipo de alvenaria, ambiente e requisitos do projeto, sendo regulada por normas técnicas como as da ABNT para garantir qualidade e desempenho (ISAIA, 2017).

As argamassas são os revestimentos mais comuns e tradicionais, sendo praticamente indispensáveis em qualquer obra. Elas continuam a ser a escolha mais apropriada para a proteção de alvenarias, sejam internas ou externas, independentemente de serem de vedação ou estruturais. Geralmente, a aplicação da argamassa é realizada de forma lisa, mas, a critério do arquiteto, pode adquirir diversas texturas e padrões, o que contribui para enriquecer o aspecto das fachadas. Um revestimento completo de argamassa é composto por três etapas: chapisco, emboço e reboco (SALGADO, 2014).

Uma mistura íntima e homogênea composta por aglomerante de origem mineral, agregado miúdo, água e, em alguns casos, aditivos, é formulada com proporções adequadas para um propósito específico e possui a capacidade de endurecer e aderir. A rigidez resulta da recombinação do hidróxido de cálcio com o dióxido de carbono presente na atmosfera,

reconstruindo o carbonato original, cujos cristais unem de forma permanente os grãos do agregado utilizado (YAZIGI, 2002).

De acordo com Helene e Helene (2016), a avaliação laboratorial dos materiais empregados na construção é essencial para garantir a estabilidade e a vida útil das edificações. Os ensaios na argamassa são indispensáveis para prevenir patologias construtivas e assegurar a conformidade com os requisitos de desempenho estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras.

Dentre os ensaios para determinar a qualidade da argamassa se destacam:

A “*NBR 13276:2016 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência*” é um ensaio para determinar Índice de Consistência, medido geralmente com o aparelho Flow Table (mesa de consistência) avalia o espalhamento da argamassa, indicando sua plasticidade e facilidade de aplicação (trabalhabilidade).

A “*NBR 13528:2019 - Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração*” é um ensaio que mede a força necessária para "arrancar" a argamassa do substrato (parede), garantindo que o revestimento não descole ou estufe. A norma está dividida em 3 partes: “*Parte 1 – Requisitos gerais*”, “*Parte 2 – Aderência ao substrato*” e “*Parte 3 – Aderência superficial*”.

A “*NBR 13279:2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão*” é um ensaio que mede a capacidade da argamassa de resistir a esforços de flexão e compressão.

2.6 Processo do sistema construtivo tradicional

2.6.1 Transporte e armazenamento de material

Conforme Pinto (2017), a ineficácia no transporte e armazenamento de materiais de construção pode causar perdas consideráveis por danos, furtos, deterioração e retrabalho, além de criar riscos de segurança no canteiro. Ao transportar, é crucial proteger materiais como tijolos e blocos através de empilhamento estável, e itens sensíveis como cimento e cal da umidade. A escolha do veículo e da rota é vital para garantir a integridade dos materiais até o destino.

Yazigi (2002) destaca que, no canteiro de obras, o armazenamento de materiais requer organização e proteção adequadas. É fundamental mantê-los em locais secos, ventilados e elevados do solo para evitar a umidade. Produtos como cimento e cal necessitam de cobertura impermeável e devem ser empilhados em alturas limitadas. Já a areia e a brita precisam ser

armazenadas separadamente em baias, enquanto tijolos e blocos devem ser empilhados de maneira estável e segura

A NR-18 – Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção é uma norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) que estabelece diretrizes e medidas obrigatórias para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores da construção civil. Ela é uma das principais normas de proteção ocupacional no setor, mas também define o sistema organizacional dentro do canteiro de obras, estabelece armazenamento seguro de materiais e equipamentos, sendo obrigatório segui-la mesmo em materiais comuns como areia, brita, cimento e tijolos (SILVA, 2023).

Pinto (2017) reforça que é fundamental que as áreas de armazenamento sejam seguras contra furtos e que a movimentação dos materiais não interfira em outras operações da obra, com segregação e sinalização claras promovendo eficiência e segurança.

Os principais componentes da alvenaria são tijolos/blocos, cimento, areia e cal, entregues por caminhões e requerendo espaço adequado para descarregamento na construção. Os tijolos/blocos podem ser armazenados ao ar livre, cobertos e empilhados verticalmente. Cimento e cal devem ser elevados, em paletes e protegidos contra umidade. A areia deve ser mantida livre de erosão, permitindo tarefas como peneiragem, e deve ser mantida limpa, sem vegetação ou materiais orgânicos. (THOMAZ et al., 2009).

2.6.2 Elevação de alvenarias

As paredes precisam ser planejadas de forma que permita o uso máximo de componentes inteiros. O assentamento dos componentes deve ser realizado com juntas de amarração, geralmente com uma espessura de 1 a 2 centímetros. O processo de construção da alvenaria deve começar pelos cantos principais ou pelas conexões com outros elementos da edificação. (AZEVEDO e BRITO, 2014).

A argamassa de assentamento é distribuída na parede do bloco utilizando uma colher de pedreiro ou uma desempenadeira de madeira, criando cordões contínuos em ambos os lados do bloco. É essencial que o assentamento das fiadas seja feito com juntas verticais desencontradas, conhecidas como amarração, e que se faça uso de meios-blocos (posicionados em fiadas alternadas) nas extremidades das paredes (THOMAZ et al., 2009).

2.6.3 Integração com elementos estruturais

As faces dos pilares e vigas que terão ligação com a alvenaria devem estar previamente limpas, livre de desmoldante por exemplo, e chapiscadas para melhor aderência. Prevendo futuros deslocamentos entre as alvenarias e os pilares, pode ser aplicado telas de aço a cada duas fiadas e fixadas no concreto por pinos metálicos ou poderá usar na própria armadura do pilar esperas com o aço de estribo (apelidados de “ferros-cabelo”) de forma que case com as juntas de assentamento da alvenaria. Ambos os sistemas devem adentrar cerca de 40 cm na alvenaria (THOMAZ et al, 2009).

Em alvenarias destinadas a fechamento (alvenaria de vedação) de vãos entre estruturas deve-se deixar um pequeno vão entre a alvenaria e a viga estrutural. Para prevenir tal situação, a alvenaria é interrompida cerca de 20 cm antes do encontro com a viga para a etapa de encunhamento. O encunhamento é executado com tijolos maciços, assentados e inclinados com argamassa normal, e pressionados entre a viga e a alvenaria já executada. O preenchimento do vão pode ainda ser executado com o uso de espuma expansiva de poliuretano e, nesse caso, o vão entre a alvenaria e a viga não deve ser superior a 3 cm (SALGADO, 2014).

2.6.4 Integração com demais sistemas

Os elementos do sistema elétrico e hidráulico são incorporados na alvenaria e no solo em edifícios de um único pavimento, uma vez que a alvenaria é construída em sua totalidade, torna-se imprescindível criar aberturas, também chamados de “rasgos”, para a inserção de elementos, o que não apenas acarreta um considerável retrabalho, mas também gera uma quantidade significativa de resíduos desnecessários (MARINHO; PENTEADO, 2011).

A forma como esse sistema são instalados na alvenaria devem seguir as normas:

A “*NBR 5626:2020 — Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção*” além de estabelecer critérios de projeto, execução e ensaio de qualidade do sistema hidráulico determina requisitos de traçado, fixação e manutenção para sua integração com a alvenaria tradicional.

A “*NBR 8160:1999 — Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução*” define condições para execução, dimensionamento e instalações do sistema sanitário, incluindo embutimento em paredes

A “*NBR 5410:2008 — Instalações elétricas de baixa tensão*” é a principal norma para sistemas elétricos de baixa tensão, orienta a forma correta de embutimento de eletrodutos

(conduítes), a profundidade mínima para embutimento, maneiras de identifica e proteger a fiação elétrica nas alvenarias.

2.6.5 Integração com esquadrias e aberturas

Descreve Salgado (2014), os contornos dos vãos de portas e janelas estão sujeitos a tensões concentradas, por causa das solicitações mecânicas que as paredes estarão sujeitas, causando fissuras indesejáveis nos cantos e nos vãos dos caixilhos.

Com o objetivo de absorver as tensões que se concentram nas bordas das aberturas devido a deformações aplicadas, é recomendado incluir vergas e contra-vergas com uma sobreposição de cerca de 20% da largura da abertura, avançando pelo menos 20 cm para cada lado da mesma e quando o vão for superior a 1,20 m deverão ser dimensionadas como vigas armadas (THOMAZ et al, 2009).

As vergas e contravergas são criadas inserindo tábuas nas duas faces das paredes, que são então preenchidas com concreto tradicional contendo brita de tamanho 1 ou zero, e reforçadas com dois ferros de \varnothing 8 mm (para vãos de até 1,20 m). Uma alternativa é utilizar blocos do tipo canaletas para construir esses elementos. No caso das cintas de amarração, o procedimento é semelhante, mas os ferros são dispostos ao longo de toda a extensão (perímetro) da alvenaria (LIMA, 2018).

Lima (2018) orienta que seja seguido a “*NBR 10821-4:2017 - Esquadrias para edificações - Parte 4: Esquadrias externas - Requisitos adicionais de desempenho*” para garantir qualidade e segurança das instalações de esquadrias, esta norma define formas de fixação, maneiras de vedação de juntas entre a esquadria e a parede.

2.6.6 Revestimento

O revestimento desempenha um papel essencial na proteção de todas as partes da construção, tanto as estruturais quanto as de vedação, contra as adversidades climáticas, como chuva, vento e sol, entre outros. O acabamento em pintura confere cor e regularização, qualidade e beleza à obra (ZULIAN et al; 2002).

Existem diversos tipos de revestimentos disponíveis, sendo os mais comuns os de argamassa, cerâmica e pedra. A argamassa é composta por cimento, cal e areia. Geralmente, é aplicado em três camadas distintas: chapisco, emboço e reboco (BORGES, 2009).

Para Yazigi (2002) em qualquer revestimento de alvenaria tradicional é necessário o preparo da superfície com uma camada de 5 mm de chapisco, que agrega aderência a superfície do bloco cerâmico. Devidamente chapiscado, a alvenaria recebe uma camada de 2 cm de emboço, cuja função é fornecer proteção mecânica e cobrir imperfeições por eventuais falhas nos blocos ou rasgos para sistema elétricos ou hidráulicos. O emboço deve ser realizado com auxílio de mestras para evitar “barrigas” na parede. E por fim, o acabamento da alvenaria é feito por uma camada de 5 mm de reboco e pintado ou o emboço é revestido por peças de cerâmica ou porcelanato.

2.7 Sistema construtivo Concreto PVC

2.7.1 Características gerais

Descrito por Diniz e Moura (2015), a tecnologia foi concebida pela Royal Group Technologies no início da década de 80, no Canadá, e foi introduzida no Brasil em 1998, durante a construção de uma escola no município de Macaé, no estado do Rio de Janeiro. Desde então, esse sistema tem sido aplicado em uma ampla gama de projetos, abrangendo desde habitações populares do programa "Minha Casa, Minha Vida", como a Figura 01, até pavilhões industriais, edifícios de vários andares, estabelecimentos comerciais, escolas e residências de alto padrão.

Figura 1 - Exemplo de casa popular construída com painéis de PVC



Fonte: Téchme (2013)

Conforme Santos e Silva (2021) o sistema construtivo Concreto PVC (adaptado do inglês Royal Building System - RBS) é um sistema modular em que o edifício é construído com painéis vazados de PVC e após sua montagem, são inseridos os demais sistemas (elétrico,

hidráulico, etc.) e seus painéis são preenchidos por concreto autoadensável e aço estrutural. Após a cura do concreto, as alvenarias são consideradas finalizadas e os painéis de PVC desempenham a função de revestimento e acabamento final da edificação.

Lôbo (2020) afirma que o sistema Concreto PVC possui seu diferencial nos painéis de PVC. A particularidade essencial desse sistema está na concepção dos perfis, que são planejados para permanecerem na estrutura, tornando-se único com a estrutura da edificação. Influencia tanto a forma quanto o acabamento final das paredes. Os painéis atuam como acabamento interno e externo das paredes da edificação. Isso elimina a necessidade de revestimentos adicionais, como pintura ou cerâmica, embora o painel de PVC apropriado pode ser pintado, texturizado ou receber outros tipos de revestimentos.

O Concreto PVC faz parte de uma categoria de sistemas construtivos industrializados ou modulares. Possui semelhança com o sistema de Construção off-site, pois cada peça de painel de PVC vazado é projetada de modo que evite desperdícios, entretanto nesse sistema apenas os painéis de PVC são fabricados distantes da obra, todo o restante é realizado in loco. As vantagens sobre o sistema off-site está na logística de transporte e eventual correção das peças, pois os painéis de PVC são mais leves, e aceitam eventuais ajustes de projeto quando comparadas com as peças fabricadas no sistema off-site (SANTOS e SILVA, 2021).

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2011) aponta que o sistema oferece rapidez na execução, sua característica fundamental, graças ao seu formato modular e à combinação de materiais, o que resulta na redução significativa do tempo necessário para concluir a construção.

Para Moraes (2015) a durabilidade e baixa manutenção são características marcantes das edificações concebidas pelo sistema Concreto PVC, pois a parede do edifício é preenchida com concreto e aço adquirindo uma resistência excepcional, e a sua superfície é revestida de PVC, material reconhecido pela facilidade de limpeza e manutenção, proteção à umidade, corrosão, roedores e insetos, fatores que contribuem para a sua longa vida útil.

Segundo Santos (2018), o sistema Concreto PVC se destaca pela eficiência no uso de recursos, consumindo menos água e energia que os sistemas construtivos tradicionais. Ele também oferece grande flexibilidade de acabamento, possibilitando diversas opções estéticas como visto nas figuras 2 e 3.

Figura 2 - Foto da fachada de Centro de Educação Infantil



Fonte: Site de notícias de Sorocaba

Disponível em: <<https://noticias.sorocaba.sp.gov.br/modelo-de-construcao-adotado-em-escolas-municipais-de-sorocaba-chama-atencao-de-outras-prefeituras/#&gid=1&pid=5>>. Acesso em 23/10/2025

Figura 3 - Imagem de casa de alto padrão construída pelo sistema Concreto PVC



Fonte: Site do Group.

Disponível em: <http://gh23group.com/portfolio_page/habitacao/>. Acesso em 23/10/2025

Por fim Schmidt (2013), destaca sua sustentabilidade, otimização dos recursos e baixa taxa de desperdícios, tornando-o uma alternativa mais ecologicamente amigável se comparado à construção tradicional.

Entretanto recomenda Lôbo (2020), é importante levar em conta os potenciais obstáculos e restrições inerentes a esse sistema, tais como a exigência de assegurar a excelência nas conexões dos perfis de PVC, a fim de prevenir vazamentos de concreto, a aderência às

normas construtivas locais e a capacidade de resistir ao desgaste e às intempéries ao longo do seu ciclo de vida.

Conforme estudo realizado por Sousa, Silva e Vicente (2021) as paredes de Concreto PVC possuem baixa absorção e transmissão de temperatura, ou seja, as edificações construídas por esse método possuem isolamento térmico pois não haverá troca de calor entre o ambiente interno e externo das edificações.

Segundo Schmidt (2013), há também limitações no tamanho dos edifícios como esse sistema encontra aplicação em construções de menor escala, como casas unifamiliares modestas, e em empreendimentos mais elaborados, com até quatro andares. O sistema é, por natureza, um tipo de alvenaria estrutural, onde as paredes de concreto preenchido e armado suportam a carga vertical da construção e dentro das dimensões comerciais dos painéis de PVC as estruturas do térreo só resistiram de forma segura a carga de 3 pavimentos. No contexto brasileiro, sua utilização predominante se concentra em edifícios de um único pavimento.

2.8 Normas técnicas do sistema concreto PVC

A NBR 17077 (2023) aborda o sistema Concreto PVC e estabelece parâmetros para os materiais, delineia o processo de montagem e estabelece padrões de qualidade para os serviços relacionados a esse sistema. Antes da implementação desta norma, as orientações técnicas seguiam a Diretriz SINAT nº 4 Revisão 1, com a mudança houve inserção de normas e parâmetros para integração com os outros sistemas como elétrico, hidráulico, sanitário, etc. (SOUSA, 2023).

2.9 Materiais empregados no sistema concreto PVC

2.9.1 Concreto autoadensável

Gomes (2009) ressalta que a utilização de concreto autoadensável é essencial no sistema de concreto PVC, justamente para que todo o espaço interno dos painéis seja preenchido sem risco a integridade dos painéis. Caso seja aplicado o concreto convencional, é necessário o uso de vibradores mais potentes, o que pode gerar ruptura ou deslocamento das peças de PVC.

O concreto autoadensável é uma tecnologia desenvolvida em 1988 por um grupo de pesquisadores japoneses, é um tipo de concreto que tem como sua principal característica a fluidez, esse tipo de mistura tem a capacidade de se auto adensar. Essa capacidade, facilita a

concretagem, porque demanda menores esforços para que o concreto preencha os espaços vazios das formas e entre as armaduras (GOMES, 2009).

Coutinho (2011), reafirma que na produção do concreto autoadensável é indispensável a presença de aditivos, tais como: aditivos minerais, como a sílica ativa, a cinza volante, a escória de alto forno, as pozolanas, a cinza de casca de arroz, o resíduo de serragem de mármore e granito, dentre outros, e aditivos químicos, como os super plastificantes e modificadores de viscosidade.

Conforme afirma Palareti (2009) que o concreto autoadensável não difere em relação ao concreto convencional, sua principal característica é a capacidade de se auto adensar, ou seja, não necessita de sistemas de vibrações. Como possui característica fluída, essa compactação é realizada de forma facilitada com a força da gravidade.

Descreve o autor Vieira, (2013, apud METHA; MONTEIRO, 2008), o concreto autoadensável tem algumas aplicações na construção civil, como é possível a utilização para concretagem submersa, em concretagem de estruturas densamente armadas, aplicação em peças de difícil acesso para vibração e de grande volume, também usado na fabricação de peças de concreto pré-moldado, embora exija um maior controle de qualidade.

O uso do concreto autoadensável (CAA) tem experimentado um aumento gradual no Brasil, embora seja mais comumente empregado em obras horizontais. Em comparação com o concreto tradicional vibrado, o CAA demonstrou melhorias significativas na produtividade da mão de obra, com um aumento de 60,7% na taxa de concretagem. Além disso, o CAA também resultou em uma redução de 10,6% no ruído da obra, uma diminuição de 42,5% na quantidade de mão de obra necessária e uma redução de 50% no uso de equipamentos e ferramentas (COSTA e CABRAL, 2019).

2.9.2 Painéis de PVC

O Policloreto de Vinila (PVC) é fabricado a partir de dois materiais: o petróleo e sal, através da refinação do petróleo e eletrólise da mistura de sal e água se obtém cloro e etileno que quando misturados formam o monômero cloreto de vinila. O processo de junção dos vários monômeros dá resultado ao polímero Policloreto de Vinila. (GUIMARÃES, 2014).

A constituição básica da resina de PVC é a mistura de cloro e eteno, na proporção de 57% e 43%, respectivamente. O cloro é obtido do sal marinho e o eteno é proveniente do petróleo e gás natural. Entretanto, dispõe-se hoje de tecnologia para a substituição dos derivados de petróleo e gás por compostos oriundos de fontes renováveis (RODOLFO JUNIOR et al.,

2006, p. 14). Segundo Canevarolo (2019) está avançando na indústria o uso de polímeros de base biológica, em destaque no Brasil, está o etileno de origem renovável produzido a partir da desidratação do etanol da cana-de-açúcar e apresenta as mesmas propriedades químicas que o etileno petroquímico, sendo aplicado na síntese de polímeros como o polietileno e o PVC.

Conforme NBR 17077 (2023) os painéis de PVC desempenham a função de moldar o concreto fresco, integrando-se à parede como parte do acabamento. É importante destacar que esses painéis não têm qualquer função estrutural, sendo sua contribuição para a estabilidade global da estrutura irrelevante. Uma característica crucial dos painéis de PVC é a presença de orifícios nas faces que se encontram com outros painéis, os quais devem ser alinhados para permitir o escoamento do concreto, assegurando a formação de paredes contínuas. O formato e as dimensões desses orifícios devem ser determinados pelo fornecedor, levando em consideração a necessidade de garantir o adequado fluxo do concreto entre os painéis.

A NBR 17077 (2023) estabelece que os painéis devem ter largura mínima de 80 mm com tolerância de ± 4 mm e espessura das paredes externas do PVC maior que 1,7 mm (medição com paquímetro). As dimensões das faces do painel têm tolerância de ± 5 mm. As peças tem que estar integras, sem fissuras, embora seja aceito uma pequena deformidade até 25 cm da base ou no topo da peça.

Conforme Lôbo (2020), os painéis em PVC possuem a particularidade de resistir à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores, intempéries (sol, chuva, vento e maresia), reagentes químicos, apresentam isolamento térmico, isolamento elétrico, isolamento acústico, estanqueidade além de serem autoextinguíveis e possuem um ciclo de vida superior a 100 anos (podendo ser reciclado).

Segundo Ferreira (2022) O PVC, por apresentar elevada impermeabilidade e estabilidade química, atua como barreira física eficaz contra umidade e agentes corrosivos como cloretos e sulfatos, protegendo a armadura do concreto e prevenindo processos de corrosão e conseqüentemente o desprendimento de camadas superficiais da peça.

Paoli (2015) descreve que o PVC se destaca pela resistência a degradação biológica. Sua estrutura não é metabolizada por microrganismos, além do PVC ser imune à ação de fungos, bactérias e insetos, o que o torna indicado para aplicações em ambientes úmidos e contaminados. Canevarolo (2019) explica que o PVC é um polímero que apresenta alta resistência química, sendo praticamente inerte à maioria dos ácidos, bases e sais. Tornando-o adequado para uso em ambientes com maresia (litoral) ou áreas sujeitas a vapores e substâncias agressivas.

Conforme Canevarolo (2019) o PVC apresenta excelente estabilidade química e resistência ao envelhecimento, com durabilidade média superior a 60 anos, podendo manter suas propriedades por décadas não exigindo manutenção com aplicação de tinta como ocorre em componentes de ferro e madeira.

O PVC contém cerca de 56% de cloro em sua composição, o que lhe confere comportamento autoextinguível. Dentro do Teste UL 94 (testes de segurança de inflamabilidade de materiais plásticos desenvolvidas pelo Underwrites Laboratories – UL) o material usado no sistema Concreto PVC é classificado como V-0, ou seja, quando afastada a fonte de ignição, o material deixa de queimar, ao contrário de outros polímeros como o polietileno e o polipropileno (BRASKEM, 2021).

O sistema construtivo em Concreto PVC forma um conjunto monolítico, no qual o concreto preenchido entre os painéis atua como elemento estrutural contínuo, garantindo estabilidade e resistência conforme os critérios de desempenho estabelecidos pela NBR 15575-1 de 2024 (BRASKEM, 2021).

Os compostos de PVC rígido são conhecidos por sua alta resistência química, incluindo a capacidade de resistir ao ataque de ácidos fortes, agentes oxidantes e à maioria dos óleos, gorduras e álcoois. No entanto, é importante destacar que o PVC não é adequado para lidar com produtos que contenham cetonas, hidrocarbonetos aromáticos e clorados, compostos nitrosos, ésteres e alguns solventes à base de benzina. Entre as substâncias que podem ser encontradas em ambientes residenciais, os produtos contendo cetonas devem ser especialmente observados devido à incompatibilidade com o PVC (RODOLFO JUNIOR et al., 2006).

2.10 Sistema construtivo do Concreto PVC

O sistema construtivo do Concreto PVC possui características diferenciadas, como a utilização de painéis de PVC e concreto autoadensável. No entanto, outros sistemas, como as fundações, o sistema elétrico e hidrossanitário, e a cobertura, não apresentam diferenças significativas em comparação com o sistema construtivo tradicional. Nesse caso, apenas algumas adaptações simples são necessárias (SCHIMIDT, 2013).

2.10.1 Transporte e armazenamento painéis de PVC

Determina a NBR 17077 (2023) que os painéis de PVC devem ser transportados vazios, sem enchimento, podendo ser desmontados ou pré-montados em segmentos para facilitar a

montagem no local da construção. A aplicação do concreto deve ocorrer somente após a montagem no local. Para armazenamento, os painéis devem ser colocados sobre uma superfície plana e nivelada, podendo ser posicionados horizontal ou verticalmente. É importante evitar apoios pontuais e não se recomenda colocar outros materiais sobre os painéis armazenados.

2.10.2 Fundação

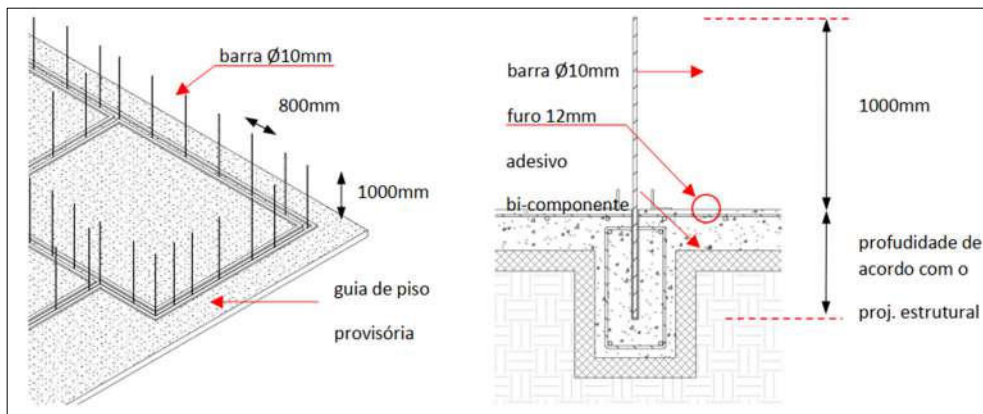
A NBR 17077 (2023) descreve que a construção de edificações utilizando o sistema Concreto/PVC requer, sem exceção, uma base plana de ancoragem. A resistência do solo deve ser avaliada cuidadosamente e comparada com as previsões de carga para dimensionar as fundações adequadamente. Em habitações térreas, geralmente, os projetos de fundações incluem a utilização de fundações rasas, como radier, vigas baldrame ou sapata corrida.

A NBR 17077 (2023) estabelece que a fundação deve ser dimensionada de forma a assegurar a transferência de esforços da estrutura para o solo, levando em consideração as características geotécnicas do local de implantação da edificação e atendendo às normas técnicas aplicáveis. O dimensionamento da fundação deve ser compatível com os componentes de ancoragem especificados para a ancoragem das paredes com os elementos de fundação. A base, que é superfície de apoio das paredes, deve estar nivelada e plana para possibilitar a montagem adequada dos painéis de PVC. Admite-se um desnível máximo de 2 mm a cada 2 m.

2.10.3 Preparo para montagem dos painéis de PVC

Conforme a NBR 17077 (2023) a princípio escolhe-se um ponto de referência com orientação das plantas técnicas sobre os painéis, preferencialmente localizado no vértice de um dos cantos da fundação. A partir desse ponto, demarcam-se todos os demais perímetros das paredes conforme o layout da edificação. Para auxiliar na montagem das paredes, fixam-se aços de ancoragem e guias (figura 4), que podem ser feitas utilizando sarrafos de madeira ou elementos metálicos, na fundação, garantindo que estas estejam alinhadas de acordo com as marcações previamente feitas.

Figura 4 - Ilustração de perfil e em corte das guias de piso e do aço de ancoragem

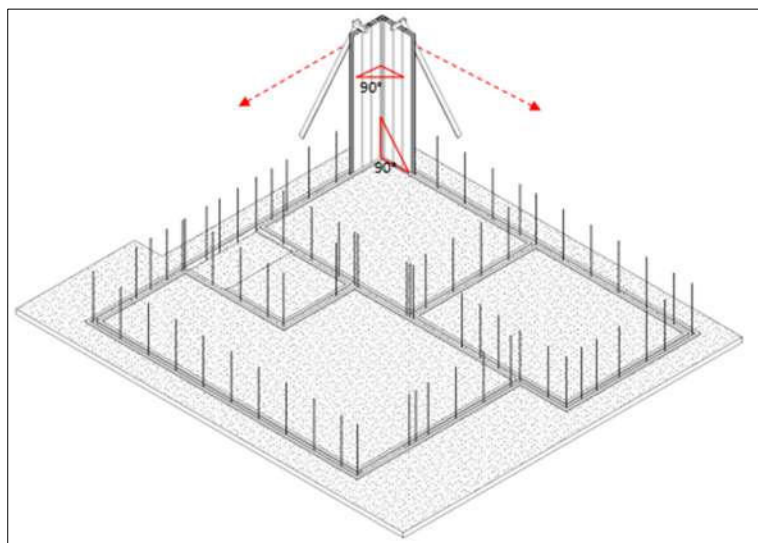


Fonte: DIRETRIZ SINAT N° 004 – Revisão 01 (2017)

2.10.4 Montagem dos painéis de PVC

O processo de montagem inicia a partir de um dos cantos da casa (figura 5), assim o encaixe das demais peças ficam mais simples. A primeira peça a ser instalada deve ser o perfil cantoneira, é colocado entre as guias de montagem e envolve a barra de ancoragem. Os perfis adjacentes são instalados um a um e se conectam através de encaixes macho-fêmea. A planta de montagem contém referências para cada painel e sua posição correspondente, como em qualquer etapa da obra é necessário o acompanhamento de um supervisor, garantindo a peças dispostas corretamente e montadas de acordo com as especificações do projeto (BAZZE, 2019).

Figura 5 - Início da montagem das paredes



Fonte: Bazzze (2019)

Orienta a NBR 17077 (2023) é essencial um projeto específico que inclua a identificação de cada tipo de painel para um detalhamento adequado. O posicionamento e alinhamento dos painéis podem ser auxiliados por guias de madeira, guias metálicas ou perfis de PVC. O projeto deve abranger a paginação dos painéis, o ponto de partida e a sequência de montagem, que pode ser dividida em etapas compatíveis com a colocação das armaduras e a concretagem. Além disso, é necessário incluir elementos complementares como sistemas de escoramento, andaimes e suas bases, bem como conexões entre eles para garantir a resistência durante a construção.

2.10.5 Integração com esquadrias e aberturas

Não há restrição para o material ou limitação de dimensões da esquadria instalada no sistema concreto PVC. A abertura para as esquadrias deve ser prevista em projeto, pois em caso de erro o ajuste deverá ser realizado na esquadria e não na abertura. Suas fixações devem ser feitas com buchas plásticas e parafusos. Grades de segurança poderão ser instaladas e deverão ser instaladas através de fixação na parede com buchas e parafusos adequados (BAZZE, 2019).

Segundo orientações da NBR 17077 (2023) os painéis em PVC devem possuir aberturas em suas paredes, para vergas e contravergas, seguindo o sistema construtivo modular as portas e janelas devem se adaptar as dimensões possíveis. Não é permitido realizar cortes longitudinais nos painéis de PVC, especialmente no sentido da altura. As esquadrias, que englobam portas e janelas, devem estar em conformidade com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 10821. O sistema de painéis de PVC pode ainda incluir perfis auxiliares para lidar com as interfaces entre os painéis e as esquadrias.

2.10.6 Integração com sistema elétrico

O sistema construtivo de Concreto PVC permite a instalação de sistema elétrico em geral, sua instalação nos painéis é menos complicada que em alvenaria de blocos cerâmicos pois o interior dos painéis é oco e as aberturas facilmente criadas com uma serra copo. Após a concretagem do conduíte elétrico, ele é sustentado pelo concreto, e na extremidade é feito um corte mínimo para a instalação de módulos de tomadas ou interruptores, cujo acabamento pode ser instalado diretamente no painel de PVC (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

A NBR 17077 (2023) esclarece que assim como no sistema tradicional é possível o embutimento de eletrodutos no interior das paredes, mas sua instalação deve ser realizada antes do processo de concretagem ou optar por shafts para passagem de um conjunto de eletrodutos.

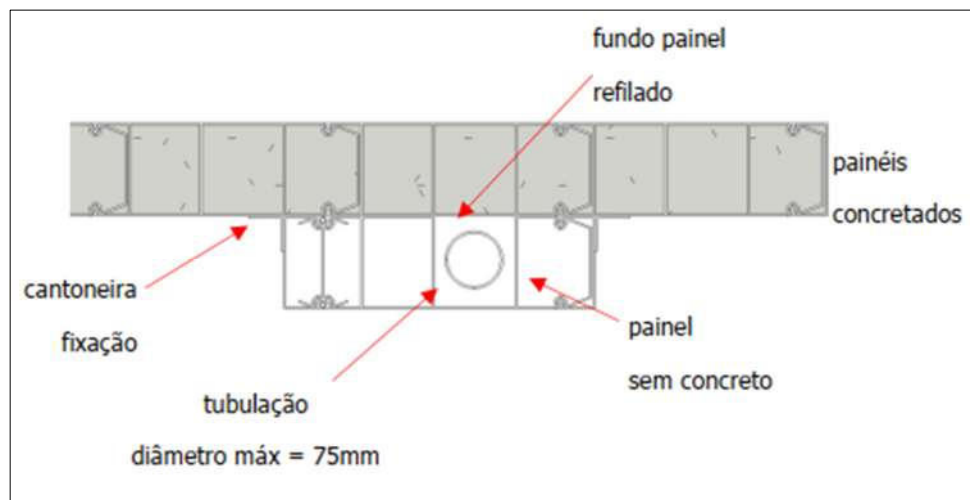
Não é permitido a passagem horizontal do eletroduto, pois compromete a transferência de carga no decorrer da parede. O eletroduto deve ter diâmetro menor ou igual a 50 mm, menor ou igual a 50% da espessura da placa concreto e não comprometer o cobrimento das armaduras da estrutura.

Bazze (2019) esclarece que na necessidade de reparo nas instalações elétricas embutidas nas paredes, poderá ser feito removendo-se a fiação do eletroduto sem a necessidade de danificar as paredes semelhante a alvenaria tradicional.

2.10.7 Integração com sistema hidráulico

Conforme NBR 17077 (2023) não é permitido colocar tubulações de água ou esgoto dentro das paredes estruturais. Em vez disso, essas tubulações devem ser instaladas em locais designados, como shafts (espaços verticais dedicados para tubulações) ou paredes que não desempenham uma função estrutural específica (Figura 6). É permitido embutir tubulações flexíveis reticuladas encamisadas (por exemplo, tipo PEX), considerando-se válidas as observações sobre o diâmetro na própria norma.

Figura 6 - Instalações hidrossanitárias externas e shafts



Fonte: DIRETRIZ SINAT N° 004 – Revisão 01 (2017)

As instalações podem ser feitas durante a montagem das paredes ou em painéis separados, testados e verificados antes de serem encaixados no conjunto. É importante dar prioridade ao circuito vertical das tubulações, e, quando necessário, colocar conexões como

joelhos e curvas na parte superior ou inferior dos painéis. Antes da realização da concretagem, recomenda-se a realização de teste de estanqueidade do sistema (BAZZE, 2019).

Em situações em que não foram empregados perfis específicos para a passagem de tubulação hidrossanitário, a manutenção pode ser realizada removendo a seção do perfil e quebrando parte da parede que envolve a tubulação. Após o reparo, a área deve ser preenchida novamente com concreto e a seção do perfil originalmente removida deve ser reinstalada e fixada (ROYAL, 2018).

2.10.8 Integração com sistema GLP

Orienta a NBR 17077 (2023) que as tubulações para gás de cozinha (GLP) não sejam embutidas em paredes estruturais, entretanto a própria norma permite a passagem em transpasse as paredes se o diâmetro da abertura seja maior que o diâmetro do tubo de passagem de gás, possibilitando manutenções e evitar transferências de cargas ao tubo do sistema GLP.

2.10.9 Concretagem do painéis de PVC

Procedimentos inadequados durante o preenchimento dos perfis de PVC, como lançamento desigual, alta energia de lançamento ou uma coluna de concreto excessivamente alta, podem resultar em falhas na concretagem ou até mesmo deformar os painéis, causando seu estufamento. Essas falhas quando não visíveis, podem ser identificadas pelo som de painéis ocos. Portanto, é de extrema importância seguir estritamente as orientações e recomendações do projeto para garantir uma concretagem adequada e preservar a integridade dos painéis. (SCHIMIDT, 2013).

Recomenda a NBR 17077 (2023) executar a concretagem de maneira sequencial, visando à monoliticidade do material. Inicialmente preenchendo as contravergas das janelas e, em seguida, realizar a concretagem por camadas com aproximadamente 60 cm de altura em todo o perímetro da construção. Caso seja observada qualquer perda de argamassa do concreto por eventuais aberturas nos painéis de PVC, a concretagem deve ser interrompida imediatamente. Só deve ser retomada após realizar os devidos reparos na forma, garantindo sua estanqueidade e a integridade do processo de concretagem.

O lançamento do concreto não deve ser realizado de forma exclusiva a partir de um único ponto, pelo contrário, é necessário distribuir o material ao longo de toda a extensão das paredes. Enquanto o concreto é despejado, é importante evitar a vibração e, em vez disso,

utilizar um bastão ou uma ferramenta semelhante para promover a dissipação das bolhas de ar e auxiliar na dispersão uniforme do material entre os painéis. Esta fase de concretagem é concluída quando a cinta de amarração e as ancoragens necessárias para a estrutura de cobertura são devidamente instaladas (SCHIMIDT, 2013).

2.10.10 Integração com laje e cobertura

As paredes após finalizadas podem receber lajes do tipo pré-fabricadas ou moldadas em loco, as lajes devem estar ligadas as paredes, de forma que funcionem como elemento de contraventamento. O sistema de cobertura pode ser composto por laje de concreto impermeabilizada ou telhado, devendo o seu dimensionamento atender às respectivas Normas Técnicas aplicáveis (ABNT NBR 17077, 2023).

3 METODO

3.1 Método da pesquisa

A primeira etapa deste trabalho envolveu a revisão bibliográfica, na qual conduzimos estudos sobre o tema, visando obter uma base de conhecimento, permitindo compreender as especificidades do sistema construtivo tradicional de alvenaria e sistema Concreto PVC, as fases envolvidas e serviços necessários em suas implementações.

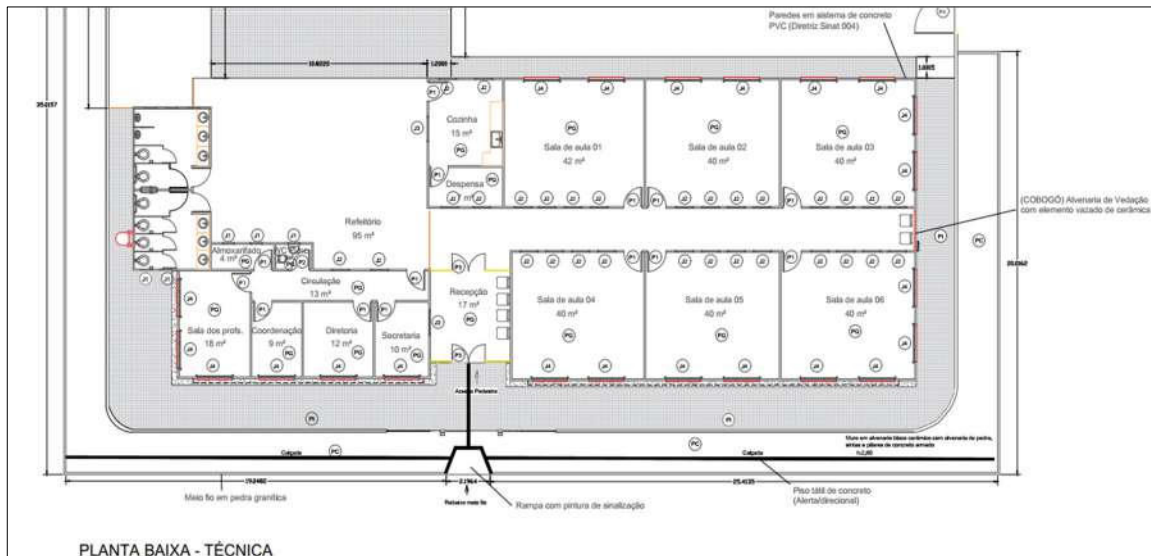
Na segunda etapa foi obter os dados quantitativos reais da creche realizada em Concreto PVC na região da Serra Gravatá no município de Jardim (Figura 7) e partir dos projetos arquitetônicos da creche (Figura 8) fornecido pela prefeitura municipal de Jardim levantar informações que permitam quantificar os serviços da construção da creche caso optassem pela construção da creche através do sistema tradicional.

Figura 7 - Localização do município de Jardim



Fonte: Nascimento, Raquel & Falcão Sobrinho, José. (2023).

Figura 8 - Planta baixa da creche fornecida pela prefeitura de Jardim



Fonte: Prefeitura Municipal de Jardim (2023)

A construtora responsável forneceu os custos com material e mão de obra para a construção da escola fundamental executada pelo sistema construtivo Concreto PVC.

A terceira etapa apresenta levantamento de custos diretos e tempo de execução estimado sob os parâmetros da tabela SEINFRA 27.1 (referência de preços e serviços na época da construção da creche) para o projeto concebido com o sistema tradicional. Será apresentada também dados reais de custo e tempo de serviço da construtora responsável pela execução da creche pelo sistema construtivo Concreto PVC.

3.2 Contextualização da pesquisa

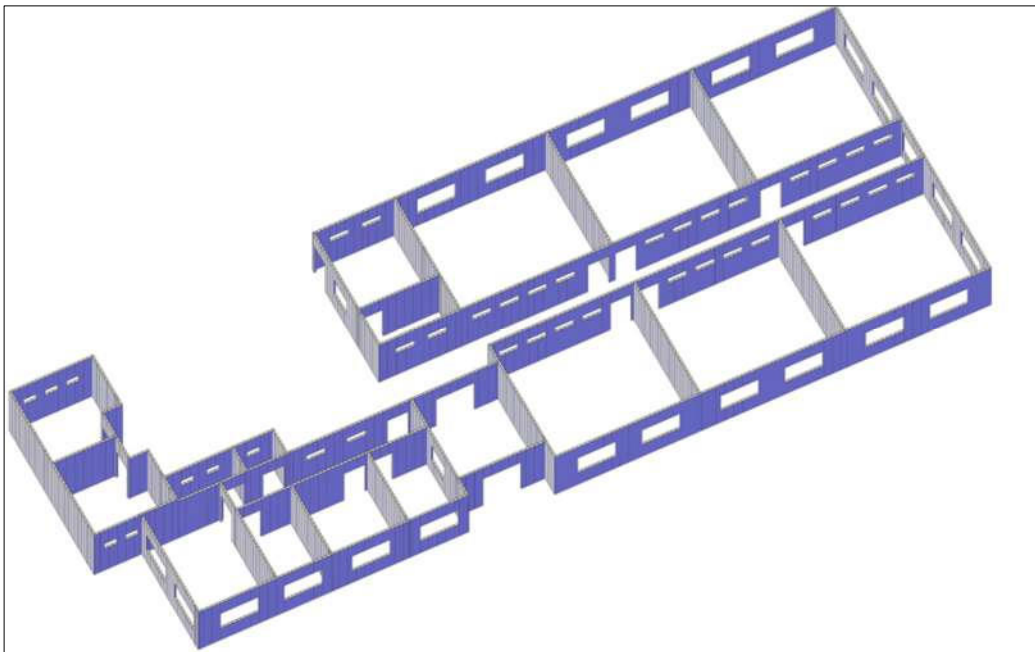
O objeto da pesquisa é uma creche municipal construída através do sistema Concreto PVC na região da serra gravatá no município de Jardim – CE. A planta do projeto conta com 6 salas de aula, salas para secretaria, diretoria, coordenação, professores, almoxarifado, cozinha com despensa, 2 banheiros para alunos (masculino e feminino), 1 único banheiro para funcionários, além de área para recepção e refeitório. Há uma quadra com cobertura metálica e um reservatório do tipo castelo d'água no terreno da escola, mas são afastados e não interferem no prédio principal.

O projeto padrão define que o edifício principal seja feito em Concreto PVC sob radier, e tenha paredes com altura de 3,00 m com exceção das paredes dos banheiros que possuem altura de 3,20 m. O forro de todo edifício possui pé direito de 2,90 m e sua cobertura é realizada em telha metálica estruturada em aço, apoiada sobre o próprio edifício. O piso interno do edifício é

de cimento polido. O piso externo (a calçada de proteção) é realizado em intertravado 10 x 20 [cm]. As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias são simples, sem sistema de incêndio ou sistema mais elaborado (como de dados ou vigilância). As janelas devem ser de alumínio maxim-ar e as portas devem ser de madeira semioca e alumínio com lambri.

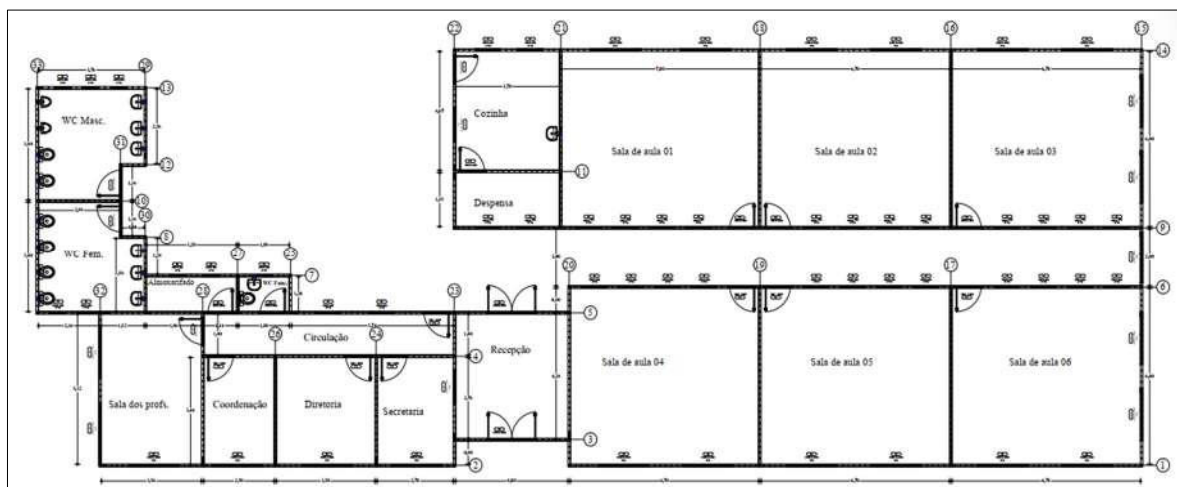
As figuras 9 e 10 abaixo são projetos da creche:

Figura 9 - Projetos da creche construída em Concreto PVC



Fonte: Prefeitura Municipal de Jardim (2023)

Figura 10 - Planta baixa do projeto



Fonte: Prefeitura Municipal de Jardim (2023)

4 RESULTADOS

4.1 Quantitativo de serviço sobre o sistema construtivo tradicional

Para um comparativo correto é necessário estabelecer que, independentemente do sistema construtivo, seja respeitado as dimensões dos ambientes, suas funções e necessidades construtivas, as características das esquadrias instaladas, e que mesmo com etapas de serviço distintos ambos os sistemas atinjam a qualidade de parede finalizada. É importante destacar que foi analisado somente as etapas construtivas que apresentam diferenças entre esses dois sistemas. As etapas como infraestrutura em radier, instalações gerais (elétrica, hidráulica e sanitária) e instalação de esquadrias possuem medições quantitativas equiparáveis e serão desconsideradas, pois não há impacto considerável no resultado final de custo e tempo. O quantitativo foi levantado sobre projeto arquitetônico fornecido pela prefeitura municipal de Jardim.

4.1.1 Quantitativo de concreto e aço para a superestrutura

Foi necessário o autor deste trabalho dimensionar os pilares e vigas com auxílio do programa TQS 24.1 versão estudantil, respeitando a norma NBR 6118 de 2023 e a economia de material. Como o radier se aplica igual para ambos os sistemas construtivos não foi considerado como na avaliação de tempo de produção e custo. Os valores da Tabela 1 e Tabela 2 foram extraídos de relatórios gerados pelo próprio programa TQS 24.1 e usadas como base para quantitativos de material de concreto, aço e formas de madeira.

Em resumo para vigas e pilares da superestrutura é necessário 24,73 m³ de concreto, 446,84 m² de área de forma e dentro da classificação utilizado pela Seinfra somando ambas as tabelas de aço temos 440,23 kg de Armadura fina C-60; 936,73 kg de Armadura média C-50 e 136,05 kg de Armadura grossa C-50.

4.1.2 Quantitativo de alvenaria tradicional de bloco cerâmico e argamassa

Com base nos projetos apresentados pela prefeitura, foi medido o perímetro de todas as paredes e multiplicada pela altura da parede indicada em projeto arquitetônico, para apresentar um valor exato foram desconsideradas as esquadrias e demais vãos presente na alvenaria. As dimensões das esquadrias (Tabela 1), presente em prancha arquitetônica 01/01 do projeto da

escola fundamental, serão utilizadas para definir espaços descontados neste e nos demais levantamentos de quantitativos de serviços.

Tabela 1 - Descrição, dimensões e quantidades das esquadrias e vãos

COD.	Descrição conforme projeto	Quant.	Área (m ²)	Sub total (m ²)
P1	Porta de madeira semioca 90x210cm	18	1,89	34,02
P2	Porta de madeira semioca 70x210cm	5	1,47	7,35
P3	Porta de alumínio de abrir com lambri, 2 folhas, 165x210cm	2	3,46	6,93
J1	Janela de alumínio tipo maxim-ar, com vidros, 60x40cm	8	0,24	1,92
J2	Janela de alumínio tipo maxim-ar, com vidros, 90x40cm	30	0,36	10,80
J3	Janela de alumínio tipo maxim-ar, com vidros, 120x110cm	2	1,32	2,64
J4	Janela de alumínio tipo maxim-ar, com vidros, 177x120cm	22	2,12	46,73
J5	Abertura p/ cobogós 180x160 cm	1	2,88	2,88
			AREA TOTAL (m²)	113,27

Fonte: Prancha ARQ 01/01 fornecido pela prefeitura municipal da Jardim (2023).

Tabela 2 - Dados sobre alvenaria de bloco cerâmica

DADOS DA ALVENARIA DE BLOCO CERAMICO				
Comprimento [m]	Altura [m]	Área [m ²]	Área das aberturas [m ²]	Área total [m ²]
251,62	3,00	754,86	113,27	641,59

Fonte: Própria autoria (2023).

Assim como descrito na Tabela 2 é obtido uma área de alvenaria de 641,59 m² de alvenaria, entretanto é necessário considerar os quantitativos para os serviços de chapisco, emboço, reboco, revestimento cerâmico (nas áreas molhadas) e acabamento em pintura adequada.

4.1.3 Quantitativo de chapisco

A quantidade de chapisco foi obtida medindo cada espaço do edifício e seu perímetro individualmente, multiplicando os valores pela altura da parede indicada em projeto. Foi identificado cada esquadria e vão do ambiente, para assim descontá-la da área geral das paredes e obter a área exata de chapisco para o ambiente, tais informações são descritas na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantitativo de chapisco por ambiente

AMBIENTE	PERIMETRO [m]	ALTURA [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	AREA ESQUADRIA [m ²]	AREA DE PAREDE [m ²]
WC MASC.	15,12	3,20	3xJ1+1xP1	2,61	45,77
WC FEM.	15,12	3,20	2xJ1+1xP1	2,37	46,01
ALMOXARIFE	8,80	3,00	2xJ1+1xP1	2,37	24,03
WC FUNCIONARIOS	6,00	3,00	1xJ1+1xP1	2,13	15,87
SALA DO PROFS	17,36	3,00	3xJ4+1xP1	8,26	43,82
COORDENAÇÃO	12,28	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	32,83
DIRETORIA	14,28	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	38,83
SECRETARIA	16,68	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	46,03
CIRCULAÇÃO	20,52	3,00	2xJ2+7xP1	13,95	47,61
RECEPÇÃO	16,48	3,00	2xP3	6,93	42,51
SALA DE AULA 01	26,00	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	70,43
SALA DE AULA 02	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 03	25,40	3,00	4xJ2+4xJ4+1xP1	11,81	64,39
SALA DE AULA 04	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 05	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 06	25,40	3,00	4xJ2+4xJ4+1xP1	11,81	64,39
COZINHA	15,54	3,00	2xJ2+2xP1	4,50	42,12
DESPENSA	11,10	3,00	2xJ2+1xP1	2,61	30,69
REFEITORIO	26,58	3,00	4xP1+3xJ1+2xJ2	8,76	70,98
CORREDOR ENTRE SALAS DE AULA	51,72	3,00	6xP1+1xP3+26xJ2+1xJ5	27,05	128,11
FACHADA NORTE	28,42	3,00	3xJ1+2xJ2+6xJ4	14,18	71,08
FACHADA LESTE	14,32	3,00	4xJ4+1xJ5	11,38	31,58
FACHADA SUL	38,84	3,00	1xP3+10xJ4	24,71	91,81
FACHADA OESTE	15,28	3,00	2xJ4	4,25	41,59
				TOTAL [m ²]	1.296,38

Fonte: Própria autoria (2023).

4.1.4 Quantitativo de emboço

A quantidade de emboço foi obtida organizando cada espaço do edifício que normalmente recebe revestimento cerâmico (banheiros, cozinha e despensa) e medindo seu perímetro individualmente, multiplicando os valores pela altura da parede indicada em projeto. Foi identificado cada esquadria e vão do ambiente, para assim desconta-la da área geral das paredes e obter a área exata de emboço para o ambiente, tais informações estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de emboço por ambiente

AMBIENTE	PERIMETRO [m]	ALTURA [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	ÁREA DE ESQUADRIA [m ²]	ÁREA DE EMBOÇO [m ²]
WC MASC.	15,12	3,20	3xJ1+1xP1	2,61	45,77
WC FEM.	15,12	3,20	2xJ1+1xP1	2,37	46,01
WC FUNCIONARIOS	6,00	3,00	1xJ1+1xP1	2,13	15,87
COZINHA	15,54	3,00	2xJ2+2xP1	4,50	42,12
DESPENSA	11,1	3,00	2xJ2+1xP1	2,61	30,69
				TOTAL	180,47

Fonte: Própria autoria (2023).

4.1.5 Quantitativo de revestimento cerâmico

A quantidade de revestimento cerâmico foi obtida organizando cada espaço do edifício que normalmente recebe revestimento cerâmico (banheiros, cozinha e despensa) e medindo seu perímetro individualmente, multiplicando os valores pela altura até o forro, conforme projeto. Foi identificado cada esquadria e vão do ambiente, para assim descontá-la da área geral das paredes e obter a área exata de revestimento cerâmico para o ambiente, tais informações estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5 - Quantidade de revestimento cerâmico por ambiente

AMBIENTE	PERIMETRO [m]	ALTURA [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	ÁREA DE ESQUADRIA [m ²]	ÁREA DE EMBOÇO [m ²]
WC MASC.	15,12	3,20	3xJ1+1xP1	2,61	45,77
WC FEM.	15,12	3,20	2xJ1+1xP1	2,37	46,01
WC FUNC.S	6,00	3,00	1xJ1+1xP1	2,13	15,87
COZINHA	15,54	3,00	2xJ2+2xP1	4,50	42,12
DESPENSA	11,10	3,00	2xJ2+1xP1	2,61	30,69
				TOTAL [m ²]	180,47

Fonte: Própria autoria (2023).

4.1.6 Quantitativo de reboco

A quantidade de reboco foi obtida organizando cada espaço do edifício que recebe acabamento em pintura e medindo seu perímetro individualmente, multiplicando os valores pela altura da parede indicada em projeto. Foi identificado cada esquadria e vão do ambiente,

para assim descontá-la da área geral das paredes e obter a área exata de reboco para o ambiente, tais informações estão descritas na Tabela 6 e Tabela 7.

Tabela 6 - Quantidade de reboco por ambiente

AMBIENTE	PERIMETRO [m]	ALTURA [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	AREA ESQUADRIA [m ²]	AREA DE PAREDE [m ²]
ALMOXARIFE	8,80	3,00	2xJ1+1xP1	2,37	24,03
SALA DO PROFS	17,36	3,00	3xJ4+1xP1	8,26	43,82
COORDENAÇÃO	12,28	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	32,83
DIRETORIA	14,28	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	38,83
SECRETARIA	16,68	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	46,03
CIRCULAÇÃO	20,52	3,00	2xJ2+7xP1	13,95	47,61
RECEPÇÃO	16,48	3,00	2xP3	6,93	42,51

Fonte: Própria autoria (2023).

Tabela 7 - Continuação da tabela "Quantidade de reboco por ambiente"

AMBIENTE	PERIMETRO [m]	ALTURA [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	AREA ESQUADRIA [m ²]	AREA DE PAREDE [m ²]
SALA DE AULA 01	26,00	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	70,43
SALA DE AULA 02	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 03	25,40	3,00	4xJ2+4xJ4+1xP1	11,81	64,39
SALA DE AULA 04	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 05	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 06	25,40	3,00	4xJ2+4xJ4+1xP1	11,81	64,39
REFEITORIO	26,58	3,00	4xP1+3xJ1+2xJ2	8,76	70,98
CORREDOR ENTRE SALAS DE AULA	51,72	3,00	6xP1+1xP3+26xJ2+1xJ5	27,05	128,11
FACHADA NORTE	28,42	3,00	3xJ1+2xJ2+6xJ4	14,18	71,08
FACHADA LESTE	14,32	3,00	4xJ4+1xJ5	11,38	31,58
FACHADA SUL	38,84	3,00	1xP3+10xJ4	24,71	91,81
FACHADA OESTE	15,28	3,00	2xJ4	4,25	41,59
				TOTAL [m ²]	1.115,91

Fonte: Própria autoria (2023).

4.1.7 Quantitativo de acabamento em pintura interna e externa

A quantidade dos serviços de acabamento e pintura das paredes foi separada em 2 serviços (pintura interna e pintura externa), pois ambiente interno necessitam de um melhor acabamento visual, enquanto pintura em ambiente externo necessitam proteger as alvenarias contra intemperes. Foi organizando cada espaço do edifício que recebe acabamento em pintura e externa, para obter sua área foi medido seu perímetro individualmente, e multiplicado os valores pela altura da parede indicada em projeto. Foi identificado cada esquadria e vão do ambiente, para assim descontá-la da área geral das paredes e obter a área exata de acabamento em pintura para o ambiente, tais informações estão descritas na Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8 - Quantidade de acabamento pintura interna

AMBIENTE	PERIM. [m]	ALT. [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	AREA ESQUADRI A [m ²]	AREA DE PAREDE [m ²]
ALMOXARIFE	8,80	3,00	2xJ1+1xP1	2,37	24,03
SALA DO PROFS	17,36	3,00	3xJ4+1xP1	8,26	43,82
COORDENAÇÃO	12,28	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	32,83
DIRETORIA	14,28	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	38,83
SECRETARIA	16,68	3,00	1xJ4+1xP1	4,01	46,03
CIRCULAÇÃO	20,52	3,00	2xJ2+7xP1	13,95	47,61
RECEPÇÃO	16,48	3,00	2xP3	6,93	42,51
SALA DE AULA 01	26,00	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	70,43
SALA DE AULA 02	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 03	25,40	3,00	4xJ2+4xJ4+1xP1	11,81	64,39
SALA DE AULA 04	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 05	25,40	3,00	4xJ2+2xJ4+1xP1	7,57	68,63
SALA DE AULA 06	25,40	3,00	4xJ2+4xJ4+1xP1	11,81	64,39
REFEITORIO	26,58	3,00	4xP1+3xJ1+2xJ2	8,76	70,98
CORREDOR ENTRE SALAS DE AULA	51,72	3,00	6xP1+1xP3+26xJ2+ 1xJ5	27,05	128,11
				TOTAL [m ²]	879,85

Fonte: Própria autoria (2023).

Tabela 9 - Quantidade de acabamento pintura externa

AMBIENTE	PERIM. [m]	ALT. [m]	CONTAGEM DE ESQUADRIAS	AREA ESQUADRIA [m ²]	AREA DE PAREDE [m ²]
FACHADA NORTE	28,42	3,00	3xJ1+2xJ2x6xJ4	14,18	71,08
FACHADA LESTE	14,32	3,00	4xJ4+1xJ5	11,38	31,58
FACHADA SUL	38,84	3,00	1xP3+10xJ4	24,71	91,81
FACHADA OESTE	15,28	3,00	2xJ4	4,25	41,59
				TOTAL	236,06

Fonte: Própria autoria (2023).

4.1.8 Quantitativo geral para sistema construtivo tradicional

Após a quantidade dos serviços necessários para uma alvenaria tradicional finalizada levantado é possível estimar o custo direto e tempo através da tabela SEINFRA 27.1, os valores reunidos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Quantitativo geral de serviços da alvenaria tradicional

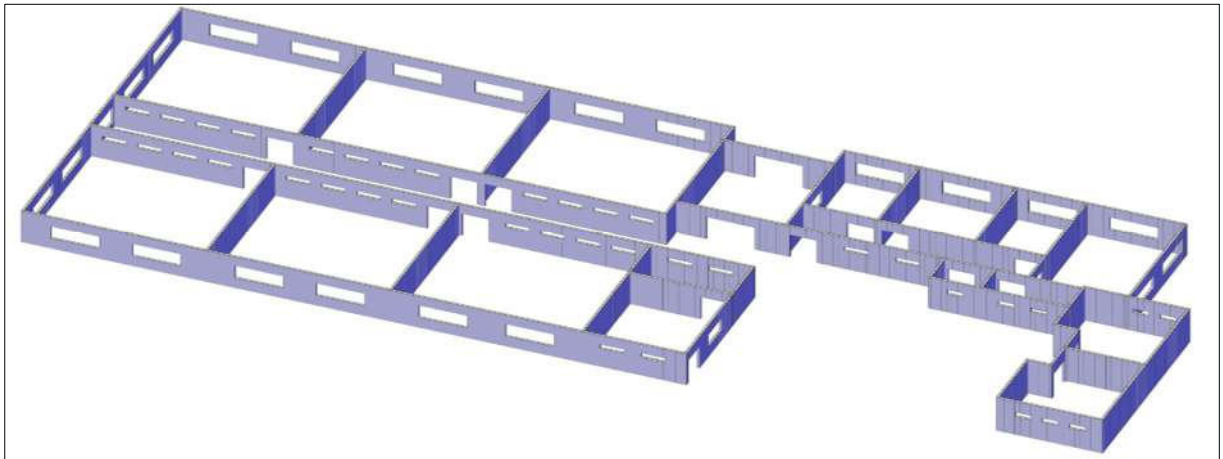
SERVIÇO	QUANT.	UNID.
Concretagem superestrutura	24,73	m ³
Forma pilares e vigas superestrutura	446,84	m ²
Trabalho com aço fino C-60 (D=3,40 a 6,40 mm)	440,23	kg
Trabalho com aço médio C-50 (D=6,3 a 10,0 mm)	936,73	kg
Trabalho com aço grosso C-50 (D=12,5 a 25,0 mm)	136,05	kg
Alvenaria de bloco cerâmico e argamassa	641,59	m ²
Chapisco	1.296,38	m ²
Emboço	180,47	m ²
Revestimento cerâmico	180,47	m ²
Reboco	1.115,91	m ²
Acabamento e pintura interna	879,85	m ²
Acabamento e pintura externa	236,06	m ²

Fonte: Própria autoria (2023).

4.2 Quantitativo de serviço sobre o sistema Concreto PVC

O quantitativo de serviços sobre o projeto foi informado pela construtora responsável pela execução da obra da creche aplicando o sistema Concreto PVC. Diferente do sistema construtivo tradicional de alvenaria, as alvenarias de Concreto PVC são consideradas finalizadas em 2 serviços (montagem painéis e concretagem), ou seja, não requer qualquer tipo de revestimento, acabamento ou pintura. A montagem de painéis de PVC, engloba também a introdução do aço conforme são encaixados os painéis e demais instalações (elétrica, hidráulica e sanitária). Foi necessário a montagem de 641,59 m² de painéis de PVC e a concretagem de 51,33 m³, a Figura 11 exemplifica a edificação finalizada.

Figura 11 - Desenho isométrico paredes de Concreto PVC finalizada



Fonte: Prefeitura municipal de Jardim (2023)

4.3 Levantamento de custos

É importante ressaltar que houve custos não estimados nos serviços da construção tradicional da creche, como o valor dos profissionais responsáveis pela cotação dos materiais, valor do transporte, custo da construção de espaço para armazenar os materiais, aluguel de equipamentos, custo de ferramentas, despesas com serviço de limpeza e recolhimento dos resíduos gerados na obra pelo do sistema tradicional. Assim o levantamento de custos para creche construída pelo sistema da alvenaria tradicional terá respaldo nas tabelas de custos SEINFRA 27.1. Os valores reais dos custos com material e mão de obra da escola construída pelo sistema construtivo Concreto foram apresentados pela construtora responsável pela execução da creche e secretaria de infraestrutura municipal da cidade de Jardim-CE.

A Tabela Unificada SEINFRA reuni e resume os custos unitários, assim como quantidade necessária de insumos (material e mão de obra) e tempo médio sobre serviços de construção em geral, saneamento, vias terrestres, portos e ferrovias.

4.3.1 Custos da alvenaria tradicional de acordo com a tabela SEINFRA 27.1

A partir dos dados gerais da tabela 11 e 12, serão estimados os custos com serviços (material e mão de obra) que se enquadrem da tabela SEINFRA 27.1. Os dados serão aplicados SEM DESONERAÇÃO.

Tabela 11 - Quantitativo geral de serviços da alvenaria tradicional

DADOS DO PROJETO			DADOS SEINFRA 27.1 SEM DESONERAÇÃO			SUBTOTAL CUSTO
SERVIÇO	QUANT.	UND.	COD.	DESCRIÇÃO	CUSTO /m ²	
Forma pilares e vigas superestrutura	446,84	M2	C4301	FORMA PARA CONCRETO "IN LOCO", INCLUSIVE DESFORMA	R\$ 121,96	R\$ 54.496,61
Concretagem superestrutura	24,73	M3	C1603	LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO C/ ELEVACÃO	R\$ 252,97	R\$ 6.255,95
	24,73	M3	C0843	CONCRETO P/VIBR., FCK 25 MPa COM AGREGADO ADQUIRIDO	R\$ 437,45	R\$ 10.818,14
Trabalho com aço fino C-60 (D=3,40 a 6,40 mm)	440,23	KG	C0217	ARMADURA CA-60 FINA D=3,40 A 6,40mm	R\$ 12,65	R\$ 5.568,91
Trabalho com aço médio C-50 (D=6,3 a 10,0 mm)	936,73	KG	C0216	ARMADURA CA-50A MÉDIA D= 6,3 A 10,0mm	R\$ 14,47	R\$ 13.554,48
Trabalho com aço grosso C-50 (D=12,5 a 25,0 mm)	136,05	KG	C0215	ARMADURA CA-50A GROSSA D= 12,5 A 25,0mm	R\$ 15,41	R\$ 2.096,53
Alvenaria de bloco cerâmico e argamassa	641,59	M2	C0073	ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO (9x19x19) cm C/ ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA ESP. 10 cm (1:2:8)	R\$ 64,00	R\$ 41.061,76
Chapisco	1.296,38	M2	C0776	CHAPISCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/ PENEIRAR TRAÇO 1:3 ESP.=5mmP/PAREDE	R\$ 6,66	R\$ 8.633,89
Emboço	180,47	M2	C3023	EMBOÇO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA PENEIRADA, TRAÇO 1:3	R\$ 42,39	R\$ 7.650,12

Fonte: Própria autoria (2023).

Tabela 12 - Continuidade do quantitativo geral de serviços da alvenaria tradicional

DADOS DO PROJETO			DADOS SEINFRA 27.1 SEM DESONERAÇÃO			SUBTOTAL CUSTO
SERVIÇO	QUANT.	UND	COD.	DESCRIÇÃO	CUSTO /m ²	
Revestimento o cerâmico	180,47	M2	C4445	CERÂMICA ESMALTADA RETIFICADA C/ ARG. PRÉ-FABRICADA ACIMA DE 30x30cm (900cm ²) - PEI-5/PEI-4 - P/ PAREDE	R\$ 93,05	R\$ 16.792,73
Revestimento o cerâmico	180,47	M2	C1427	REJUNTAMENTO C/ ARG. PRÉ-FABRICADA, JUNTA ENTRE 2mm E 6mm EM CERÂMICA, ACIMA DE 30x30 cm (900 cm ²) E PORCELANATOS (PAREDE/PISO)	R\$ 9,58	R\$ 1.728,90
Reboco	1.115,91	M2	C3028	REBOCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA PENEIRADA, TRAÇO 1:3	R\$ 46,95	R\$ 52.391,97
Acabamento e pintura interna	879,85	M2	C4167	LATEX ACRÍLICO TRÊS DEMÃOS EM PAREDES INTERNAS S/ MASSA	R\$ 25,53	R\$ 22.462,57
Acabamento e pintura externa	236,06	M2	C1207	EMASSAMENTO DE PAREDES EXTERNAS 2 DEMÃOS C/MASSA ACRÍLICA	R\$ 16,39	R\$ 3.869,02
	236,06	M2	C2461	TEXTURA ACRÍLICA 1 DEMÃO EM PAREDES EXTERNAS	R\$ 15,57	R\$ 3.675,45
				CUSTO TOTAL		R\$ 251.057,05

Fonte: Própria autoria (2023).

4.3.2 Custos da alvenaria sob o sistema construtivo Concreto PVC

A construtora responsável forneceu o custo de mão de obra e material empregado no edifício de Concreto PVC, apresentados na tabela 13. Conforme a empresa para a montagem das paredes finalizadas não há nenhum outro custo direto.

Tabela 13 - Tabela de custo dos serviços do sistema Concreto PVC

CUSTO	VALOR
PAINÉIS MODULARES DE PVC (COM TRANSPORTE)	R\$ 415.315,10
AÇO PARA ESTRUTURAÇÃO DAS PAREDES	R\$12.838,00,
CONCRETO PARA PREENCHIMENTO DAS PAREDES	R\$ 31.708,00
10 FUNCIONÁRIOS DE UMA EQUIPE ESPECIALIZADA	R\$ 61.081,00
TOTAL	R\$ 520.942,10

Fonte: Prefeitura Municipal de Jardim (2023).

4.4 Levantamento de tempo

O tempo de execução real dos serviços até a finalização das paredes de Concreto PVC ocorreram em 20 dias úteis por 1 equipe de 10 funcionários. Para estimar o tempo da obra caso fosse realizado pelo sistema tradicional, será considerado 1 equipe de 4 pedreiros e 6 auxiliares, total de 10 colaboradores, assim será possível com os dados presente nas composições da tabela SEINFRA 27.1 estimar o tempo de duração para cada serviço, logo a quantidade em dias da execução da obra pelo sistema tradicional apresentados na Tabela 14 e 15.

Tabela 14 - Quantitativo de tempo para o sistema de alvenaria tradicional

DADOS DO PROJETO			DADOS SEINFRA 27.1 SEM DESONERAÇÃO			SUBTOTAL HORA	SUBTOTAL HORA EQUIPE
SERVIÇO	QNT.	UND	COD. SEINFRA	PROFISSIONAL CHAVE	HORA /UNID.		
Forma pilares e vigas superestrutura	446,84	M2	C4301	CARPINTEIRO (PEDREIRO)	0,25 H/m ²	111,71	27,93
Concreto (lançamento)	24,73	M3	C1603	PEDREIRO	5,0 H/m ³	123,65	30,91
Trabalho com aço fino C-60 (D=3,40 a 6,40 mm)	440,23	KG	C0217	ARMADOR (PEDREIRO)	0,07 H/kg	30,82	7,70
Trabalho com aço médio C-50 (D=6,3 a 10,0 mm)	936,73	KG	C0216	ARMADOR (PEDREIRO)	0,08 H/kg	74,94	18,73
Trabalho com aço grosso C-50 (D=12,5 a 25,0 mm)	136,05	KG	C0215	ARMADOR (PEDREIRO)	0,10 H/kg	13,61	3,40
Alvenaria	641,59	M2	C0073	PEDREIRO	1,0 H/m ²	641,59	160,40
Chapisco	1.296,38	M2	C0776	PEDREIRO	0,10 H/m ²	129,64	32,41
Emboço	180,47	M2	C3023	PEDREIRO	0,60 H/m ²	108,28	27,07
Revestimento cerâmico	180,47	M2	C4445	LADRILHISTA (PEDREIRO)	0,72 H/m ²	129,94	32,48
Rejuntamento revest. cerâm.	180,47	M3	C1427	LADRILHISTA (PEDREIRO)	0,20 H/m ²	36,09	9,02
Reboco	1.115,91	M2	C3028	PEDREIRO	0,60 H/m ²	669,55	167,39
Acabamento e pintura interna	879,85	M2	C4167	PINTOR (PEDREIRO)	0,50 H/m ²	439,92	109,98

Fonte: Própria autoria (2023).

Tabela 15 - Continuação da tabela "Quantitativo de tempo para o sistema de alvenaria tradicional"

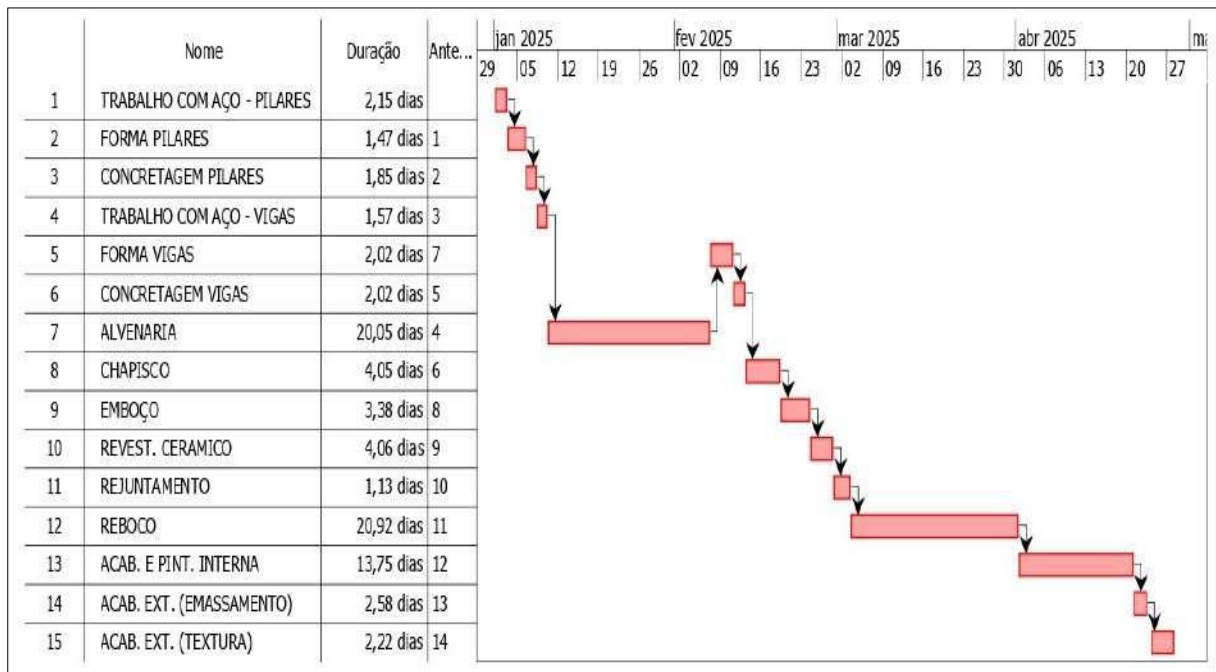
DADOS DO PROJETO			DADOS SEINFRA 27.1 SEM DESONERAÇÃO			SUBTOTAL HORA	SUBTOTAL HORA EQUIPE
SERVIÇO	QUANT.	UNID	COD. SEINFRA	PROFISSIONAL CHAVE	HORA /UNID.		
Acabamento externo (emassamento)	236,06	M2	C1207	PINTOR (PEDREIRO)	0,35 H/m ²	82,62	20,65
Acabamento externo (textura)	237,06	M3	C2461	PINTOR (PEDREIRO)	0,30 H/m ²	71,12	17,78
				TOTAL HORA		2.811,85	702,96

Fonte: Própria autoria (2023).

Assim conforme calculado na tabela 14 e 15 a quantidade de horas de equipe com 10 colaboradores terá um tempo estimado de 702,96 horas. Considerando que 1 dia de trabalho tem 8 horas, será necessário 87 dias e 7 horas em dias uteis, ou seja, levaria cerca de 4 meses para entregar as alvenarias devidamente finalizadas pelo sistema construtivo tradicional.

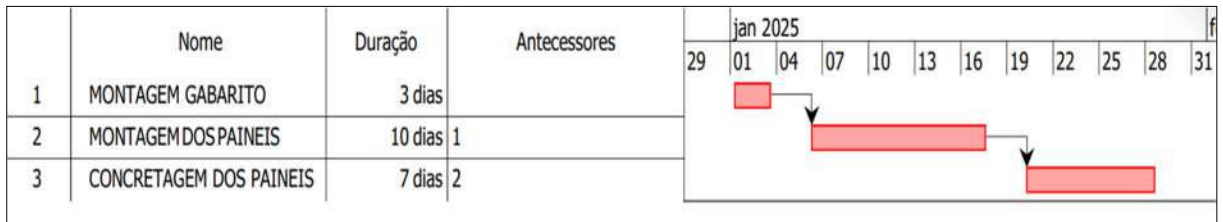
As figuras 12 e 13 são cronogramas construídos pelo Gráfico de Gantt para melhor visualizar o tempo de execução de ambos os sistemas.

Figura 12 - Gráfico de Gantt sobre o sistema construtivo tradicional



Fonte: própria (2025)

Figura 13 - Gráfico de Gantt sobre o sistema construtivo Concreto PVC



Fonte: própria (2025)

Necessário ressaltar que o prazo de 4 meses seria o maior prazo considerando fixo o efetivo de 10 colaboradores, ou seja, não haveria como iniciar uma atividade sem conclusão de outra atividade. Todavia, caso necessário, o tempo poderia ser diminuído com a contratação de outras equipes caso, o que economizaria custo fixo da obra, mas aumentaria os aportes e orçamento destinado a mão-de-obra.

Para que seja melhor comparado ambos os sistemas construtivos, será necessário estabelecer o parâmetro custo/m² por homem/dia. Para o sistema construtivo Concreto PVC temos o valor parâmetro de 4,06 de custo/m²/homem/dia e para o sistema construtivo tradicional temos o valor parâmetro de 0,45 de custo/m²/homem/dia. Assim percebemos que a creche seria menos onerosa ao município caso fosse construída pelo sistema construtivo tradicional.

5 CONCLUSÃO

Através da progressão das etapas metodológicas delineadas, é possível adquirir informações relacionadas aos custos de materiais, mão de obra e ao prazo de execução para os sistemas construtivos em alvenaria tradicional e Concreto PVC. A análise se fundamentou na diferença que estes sistemas apresentam em relação ao seu custo e tempo de execução.

Para atingir a qualidade de alvenaria finalizada a construção pelo sistema tradicional apresentou custo estimado R\$ 251.057,05, ou R\$ 391,30 por m² de alvenaria. Para a realização das alvenarias da creche pelo sistema Concreto PVC foi necessário um custo de R\$ 520.942,10 para a construtora, ou R\$ 811,95 por m² de alvenaria. Comparando os valores, a construção das alvenarias pelo sistema Concreto PVC é 2,07 vezes mais cara que o sistema tradicional.

O valor superior no sistema Concreto PVC se deve principalmente a dois fatores: os custos elevados dos painéis de PVC, e da mão de obra especializada de montagem. Os painéis de PVC necessitam de um processo mais tecnológico para sua fabricação em comparação aos blocos cerâmicos, somado ao restrito número de fornecedores, implicam em um mercado menos competitivo e como consequência, um produto mais caro. O fator mão de obra, por sua vez, também encarece o sistema de Concreto PVC pois, diferente do sistema tradicional, há poucos profissionais capacitados.

Com relação ao aspecto tempo de execução, utilizando-se a mesma quantidade de 10 colaboradores, a estimativa obtida de duração das atividades para a construção das alvenarias, pelo sistema tradicional, seria de aproximadamente 88 dias. Todavia, sabe-se que a creche, construída pelo sistema Concreto PVC, foi realizada dentro de 20 dias.

Observa-se então que a duração global das atividades para a construção das alvenarias pelo sistema tradicional é aproximadamente 4,4 vezes mais demorada do que o sistema Concreto PVC. O maior tempo para a construção das alvenarias pelo sistema tradicional, pode ser imputado ao maior número de etapas, em comparação ao sistema Concreto PVC, principalmente nas etapas de revestimento e acabamento das alvenarias tradicionais. Entretanto o prazo estimado pelo sistema construtivo tradicional poderia ter uma redução com aumento no efetivo, mas ocasionaria aumento nos custos da obra.

Dentre as vantagens notadas na adoção do sistema concreto PVC destacam-se a rapidez, visto que a produtividade é significativamente maior que a do sistema tradicional. Algumas etapas são eliminadas e a necessidade de mão de obra é reduzida, agilizando a construção comparado à sistema construtivo tradicional.

Baseado na análise dos resultados, o sistema construtivo de Concreto PVC se destaca como uma alternativa promissora, especialmente para projetos de grande escala como escolas, creches e instituições públicas. Suas principais vantagens sobre sistema construtivo tradicional são a alta produtividade, o baixo desperdício de materiais (por se tratar de um processo modular). No entanto, o ainda relativo desconhecimento do sistema no mercado brasileiro eleva seu custo final. Para que se torne mais competitivo, é fundamental a entrada de novas empresas e o incentivo do governo, o que poderia aumentar a concorrência e, conseqüentemente, reduzir os preços.

REFERÊNCIAS

ABRAMAT. **Construção off-site: industrialização e inovação no setor da construção.** São Paulo, 2021.

ABDI. **Manual da construção industrializada: Conceitos e Etapas - Volume 1: Estrutura e Vedação.** Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília: ABDI, 2015.

ANDRADE, Talita Soares de. **Container: uma inovação na construção civil.** Revista Técnica e Extensão, v. 2, n. 1, 2019.

AZEVEDO, Giovani de Aguiar; BRITO, Júlio César Honorato. **Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos,** 2014. Número de folhas ou volumes. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil – Graduação (TCC) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil, Recife, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410:2008 – **Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626:2020 – **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160:1999 – **Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.** Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276:2016 – **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279:2005 – **Argamassa para assentamento e revestimento – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528:2019 – **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17077:2023: **Paredes estruturais constituídas por painéis de PVC preenchidos com concreto para a construção de edificações — Projeto, execução e controle — Requisitos e procedimentos.** Rio de Janeiro. 2023.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção. Volume 02, 5º edição.** Editora LTC. Rio de Janeiro - RJ, 538 p. 2011.

BAZZE, P. V. C. **Sistema Construtivo Bazze PVC de Paredes Constituídas de Painéis de PVC Rígido Preenchidos com Concreto.** V.12. 27/05/2019. Disponível em: <<https://www.bazze.com.br/sistema-construtivo-bazzeepvc/>> Acesso em: 15 de Setembro de 2023.

BORGES, A. C. **Prática das pequenas construções. Vol. 2.** 9º ed. Editor Edgard Blücher,

2009.

BRASKEM. **Manual Técnico do PVC Concreto**. São Paulo: Braskem, 2021.

CANEVAROLO, S. V. **Ciência dos Polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 4. ed. São Paulo: Artliber, 2019

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2023**. 5. ed. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2024.

CASTELO, Ana Maria; VIANA, Iuri; VIEIRA, Carlos André. **Construção: produtividade e modernização**. Blog do IBRE - FGV, Rio de Janeiro, 11 jul. 2023. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-productividade-e-modernizacao>. Acesso em: 05/10/2025

CICHINELLI, G. **Sistema construtivo para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto**. Revista TÉCNICA, n. 199, out. 2013. Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/199/artigo299968-1.aspx>. Acesso em: 19/09/2023.

COSTA, A. C. S. de S.; CABRAL, A. E. B. **Estudo comparativo entre o concreto autoadensável e o concreto tradicional vibrado em obra vertical**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 289-301, out./dez. 2019.

COUTINHO, Bianca Serra. **Propriedades e Comportamento Estrutural do Concreto Autoadensável**. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisas de Engenharia. Rio de Janeiro. Jun. 2011.

DINIZ, A.V; MOURA, J.M. **Trabalho de pesquisa sobre comparativo dos sistemas construtivos: em Concreto PVC e sistema tradicional**. Trabalho de conclusão de curso em engenharia civil - Faculdades de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale Do Paraíba. São José dos Campos, SP, p.12. 2015.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Tradicional**. 76 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009

GOMES, J, O.; LACERDA, J, F, S B. **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil. Tecnologias para Competitividade Industrial**. Editora: E-Tech v. 7, n. 2. Florianópolis, 2014.

GOMES, J. H. D., BITTENCOURT NETO, A. F., SALOMÃO, P. E. A., & Santiago, A. N. O. (2023). **Análise comparativa do sistema construtivo de alvenaria tradicional e sistema construtivo de alvenaria estrutural em uma casa térrea em Teófilo Otoni**. Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro, 2(1). Recuperado de <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/576>.

GOMES, P. C. C. **Métodos de dosagem de concreto autoadensável**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2009.

GONÇALVES, Mayckaell de Figueiredo. **Estudo comparativo entre blocos cerâmicos,**

blocos de concreto e blocos solo-cimento para execução de alvenaria. Juazeiro do Norte, CE: Universidade Regional do Cariri (URCA), 2016. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC) - Tecnologia da Construção Civil, Habilitação em Edifícios, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2016.

GUIMARÃES, Andrei Hammes. **Análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas construtivos aplicados às habitações de interesse social de Florianópolis.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, p.290. 2014.

FERREIRA, M. R.; MENDES, L. M. **Análise de desempenho de sistemas construtivos em PVC e concreto moldado in loco.** Revista Engenharia Civil em Debate, v. 12, n. 2, p. 44–53, 2022

ISAIA, Geraldo C. (Org.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. 2. ed.** São Paulo: IBRACON, 2017.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Pesquisas por Amostra de Domicílios, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2022.

LIMA, Tomás. **Vergas e Contravergas: O que são e qual sua função nas obras?** Sienge, 18 de outubro 2018 (Atualizado em 21/08/2023). Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/vergas-contravergas-cinta-de-amarracao/>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

LÔBO, Humberto. **Royal Building System: Construção sustentável, limpa e prática.** Alagoas, 2020. Disponível em: < http://humbertolobo.com.br/downloads/Livro_Royal.pdf >. Acesso em 16/08/2023.

Lopes, G. F. (2015). **Análise comparativa de sistemas construtivos: alvenaria tradicional vs. paredes de PVC e concreto.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

MAGALHÃES, Vaneza. **Viga Baldrame – O que é, Tipos e Execução.** Carluc, 02 de novembro de 2020. Disponível em: <https://carluc.com.br/projeto-estrutural/viga-baldrame/>. Acesso em: 09 de setembro de 2023.

MARINHO, R. C; PENTEADO, P. T. **Análise comparativa de custo e produtividade dos sistemas construtivos: alvenaria de solo-cimento, alvenaria com blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos de concreto na construção de uma residência popular.** Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal do Paraná. 61 p. Curitiba PR, 2011. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8344>. Acesso em 10/09/2023.

MARINOSKI, Deivis. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo. Florianópolis, 2011.** Notas de Aula da disciplina ARQ 5663 - Tecnologia da Edificação III, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

MELHADO et. Al. **Fundações.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, departamento de engenharia de construção civil. Notas de aula. 2002. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075720/mod_resource/content/1/TT_00027%20Revest%20Hor_notas%20de%20aula.pdf. Acesso em: 15/09/2023.

MOHAMAD, Gihad; **Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, projeto e desempenho**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2021. p. 13.

MORAES, F. R. **Sistema de vedação vertical externo composto por concreto e PVC frente ao ensaio de ação de calor e choque térmico: Norma de desempenho NBR 15575/2013**. 2015. 94 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

NASCIMENTO, RAQUEL & FALCÃO SOBRINHO, José. (2023). **GEODIVERSIDADE DO MUNICÍPIO DE JARDIM, NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL..** Revista Geotemas. 13. e02327. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-01-Mapa-de-localizacao-do-municipio-de-Jardim-CE_fig1_384799656>. Acesso em: 09 de outubro de 2025.

OLIVEIRA, Luciana Alves de; MITIDIARI FILHO, Cláudio Vicente; MELHADO, Silvio Burrattino. **Desempenho das Edificações – Projeto, Construção e Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

PALARETI, R. **Concreto auto adensável. Trabalho de conclusão de curso**. Universidade Anhembi MORUMBI. 103 p. SÃO PAULO, 2009.

PAOLI, M. A. de. **Polímeros e Sustentabilidade**. Campinas: Editora Unicamp, 2015.

PÉRES, Ana Paula Flores; DOTTO, Bruna Righi; DOTTO, Dalva Maria Righ. **A APLICAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES (SCI) NAS OBRAS PACTUADAS PELO GOVERNO BRASILEIRO PARA O PROGRAMA PROINFÂNCIA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020**. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.1044. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1044>. Acesso em: 18 out. 2025.

PEREIRA, José Ramón Alonso. **Introdução à História da Arquitetura: das origens ao século XXI**. São paulo: Bookman, 2010

PEREIRA, Cláudia de Souza; SABBATINI, Fernando H. **Sistemas construtivos em wood frame: caracterização e desempenho**. São Paulo: USP, 2019.

PINHO, S. A. C., & Jr., A. C. L. **O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil**. Anais Do Congresso Brasileiro De Custos - ABC. Recuperado de <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1157>.

PINTO, Roberto da Silva; SILVA, Paulo Roberto do Nascimento. **Execução de Obras de Edifícios**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, D. S. G. **Curso básico de concreto armado: conforme NBR 6118/2014**. 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de textos, 2015.

RIBEIRO, Nelson Pôrto. **Técnicas construtivas tradicionais das alvenarias no Brasil**. IN: BRAGA, Márcia (Org.). Conservação e restauro. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.

RODOLFO JUNIOR, A.; NUNES, L. R.; ORMANJI, W. **Tecnologia do PVC**. 2 ed. rev. e

ampl. São Paulo: ProEditores / Braskem, 2006.

ROYAL. **Tecnologia Construtiva Concreto PVC: Construindo um Mundo Melhor**. Ficha Técnica, Versão 1.0, 2018.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 334 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP, 1989. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/pt-br.php> >. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas: da implantação ao acabamento** / Júlio César Pereira Salgado. -- 1. ed. -- São Paulo: Érica, 2014.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), 2012**. 151 p. (Série Manual de Construção em Aço)

SANTIAGO, A.K., 2008, **O uso do Sistema Light Steel Framing associado a outros Sistemas Construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. Dissertação de Mestrado, UFOP, Ouro Preto, MG.

SANTOS, L. C. (2018). **Desempenho térmico de edificações com sistema construtivo PVC-Concreto**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHMIDT, L. V. **Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto: análise das potencialidades do sistema**. 90 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

SILVA, Bruno Sanches da. **Segurança no Canteiro de Obras: Desafios e Perspectivas com a NR-18**. *Revista SouzaEAD*, v. 1, n. 2, p. 1–20, nov. 2023. Disponível em: < <https://souzaeadrevistaacademica.com.br/revista/67-novembro-2023/02-bruno-sanches-da-silva.pdf> >. Acesso em: 22 out. 2025

SILVA, Diogo Hilário da; SILVA Jessica Ferreira Tiburcio; ALMEIDA, Suelane; LIMA, Sandovânio Ferreira de. **Tijolos, normas técnicas e aplicação em alvenaria**. Cadernos de graduação, Alagoas, volume 4, p. 207-216, Novembro 2017.

SILVA, A.F.; SANTOS, J.R. **Sistema construtivo de PVC preenchido com concreto: Inovação tecnológica e sustentabilidade na construção civil**. *Revista Tecnológica*, v. 14, n.2, 2021.

SILVA, José de Almeida; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Racionalização construtiva e sistemas estruturais**. São Paulo: PINI, 2018.

SOUSA, H. **Construções em alvenaria**. Porto, Portugal: Universidade do Porto, 2003.

SOUZA, Hellen. **Nova norma da ABNT aborda o uso de painéis de PVC-concreto na construção civil**. *Instituto Brasileiro do PVC, 04 de Julho de 2023*. Disponível em: < <https://www.arandanet.com.br/revista/pi/noticia/6871-Nova-norma-da-ABNT-aborda-o-uso->

de-paineis-de-PVC-concreto-na-construcao-civ >. Acesso em: 19 de setembro de 2023.

SOUSA, Vinícius Mendes de; SILVA, Gilberto Orlanda da; VICENTE, Kléber dos Santos Rosa. **Análise do conforto térmico do sistema construtivo concreto-PVC comparado ao sistema de alvenaria cerâmica para casas populares.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 15-17 set. 2021. Disponível em: <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Civil/AN%C3%81LISE%20DO%20CONFORTO%20T%C3%89RMICO%20DO%20SISTEMA%20CONSTRUTIVO%20CONCRETO-PVC%20COMPARADO%20AO%20SISTEMA%20DE%20ALVENARIA%20CER%C3%82MICA%20PARA%20CASAS%20POPULARES.pdf>. Acesso em 23/10/2025

TANIGUTI, Eliana Kimie. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M.; **Alvenaria Estrutural: Metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, norma e ensaios.** São Paulo, PINI, 2010. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenariaestrutural-livro>. Acesso em 03/09/2023.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Pini, 2001.

THOMAZ et al. **Código de Práticas N° 01: Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos.** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

Disponível em:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwicmeGv2sCB AxWXlRkGHZ0qEA4QFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ipt.br%2Fdownload.php%3Ffilename%3D113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf&usg=AOvVaw3124jNzn4DMVTrQMkSVZ96&opi=89978449. Acesso: 02/09/2023.

TONETI, Gustavo Henrique dos Santos e OSMAN, Muzhar Omari. **Avaliação da frequência de aplicação do concreto autoadensável no Brasil.** 2021. 45p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

VIEIRA, Romeny Anderson Gonçalves. **Vantagens do concreto auto adensáveis comparado ao concreto tradicional simples, do Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 4. ed. São Paulo: Pini, 2002.


ZULIAN, C. S. **Alvenaria. Notas de aula.** Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa RS, 2002. 16 p. disponível em:

https://www.academia.edu/30226254/Universidade_Estadual_de_Ponta_Grossa_Curso_de_Engenharia_Civil_Notas_de_Aulas_da_Disciplina_Constru%C3%A7%C3%A3o_Civil_Assunto_Alvenaria_%C3%BAltima_revis%C3%A3o_em_abril_de_2002. Acesso em 15/09/2023.

ANEXO DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que este Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia/Tese/Dissertação), escrito sob minha orientação, está em versão final, de acordo com as solicitações realizadas pela banca examinadora.

Informo também que procedi à revisão final do texto, constatando que atende às especificações das normas da ABNT para apresentação de trabalhos acadêmicos da UFCA, no que diz respeito ao conteúdo e à formatação.

 Documento assinado digitalmente
DIMAS DE CASTRO E SILVA NETO
Data: 27/04/2026 14:54:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Dimas de Castro e Silva Neto
Orientador