



SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINÉIS DE PVC RÍGIDO PREENCHIDOS COM CONCRETO

Murilo Henrique Brandt Assis

Wesley Danilo Bueno da Silva Cruz

Prof(a): Maria Claudia Del Monaco Mikulis

RESUMO

É fato que a indústria não minimiza esforços para atender às demandas complexas do mercado atual, sempre investindo em tecnologias construtivas inovadoras. Explorando o Sistema Construtivo composto de painéis rígidos de PVC preenchidos com concreto como alternativa aos métodos tradicionais, são destacadas suas vantagens sobre a construção convencional, desafios na modernização devido a fatores históricos e estruturais, como falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento, bem como a resistência cultural. Observando a industrialização da construção em países pós-guerra, ressalta-se a importância de métodos como construção modular e materiais pré-fabricados para aumentar produtividade e sustentabilidade. Assim, destaca-se o papel crucial do governo na política habitacional e a necessidade de soluções inovadoras para atender às expectativas dos consumidores, impulsionar o progresso socioeconômico, e da construção civil.

Palavras-chave: Construção. Inovação. Modular.

RIGID PVC PANEL FILLED WITH CONCRETE CONSTRUCTION SYSTEM

ABSTRACT

It is a fact that the industry does not minimize its efforts to meet the complex demands of today's market, always investing in innovative construction technologies. Exploring the rigid PVC panels filled with concrete building system as an alternative to traditional methods, we highlight its advantages over conventional construction, challenges in modernization due to historical and structural factors, such as lack of investment in research and development, as well as cultural resistance. Looking at the industrialization of construction in post-war countries, the importance of methods such as modular construction and prefabricated materials to increase productivity and sustainability is highlighted. This highlights the crucial role of the government in housing policy and the need for innovative solutions to meet consumer expectations and boost socio-economic and construction progress.

Keywords: Construction. Innovation. Modular.



1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem como finalidade examinar de forma aprofundada os esforços da indústria em responder às demandas cada vez mais variadas e complexas do mercado. Para isso, a indústria investe continuamente em tecnologias construtivas inovadoras, que buscam aprimorar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos. Segundo Fernandes (2003), inovação é a etapa por onde uma ideia, informação, conhecimento ou invenção é transportada para dentro do sistema econômico, assim sendo, o caminho vai desde o surgimento da ideia, fazendo uso de tecnologias já existentes ou que foram procuradas para o processo criativo, passando então para a criação de um produto novo ou melhorado, que será concluído quando ocorrer a disponibilização para uso ou consumo.

As inovações têm como objetivo atender às expectativas crescentes de consumidores e usuários finais, que se mostram cada vez mais bem informados e exigentes. Ademais, há uma constante preocupação em equilibrar os aspectos econômicos e sustentáveis na construção civil, que atendam as normas vigentes e as necessidades dos usuários. Conforme a ABNT NBR 15.575 (2013), a edificação deve atender a vida útil do projeto, ou seja: não ruir ou perder estabilidade; prover segurança aos usuários sobre ações decorrentes da utilização normal da edificação; não provocar sensação de insegurança ao usuário devido a deformações quaisquer; não prejudicar manobra normal de partes móveis, como esquadrias ou quaisquer instalações; cumprir as determinações regulamentares referentes às interações da edificação com o solo e o ambiente ao redor.

O presente trabalho aborda de forma específica o sistema construtivo composto por painéis de PVC rígido preenchidos com concreto, apresentando-o como uma abordagem alternativa inovadora aos métodos tradicionais. Segundo Gonçalves (2010) esse sistema construtivo foi desenvolvido no Canadá por Vic de Zen e possui marca registrada pela Royal Group Technologies Limited. O grupo tem seis fábricas espalhadas pelo mundo, a matriz está situada no Canadá, e as filiais estão no México, China, Colômbia, Polônia e Argentina, sendo esta última a responsável por atender os países do Mercosul.

Como afirma SCHIMIDT (2013. Pág. 43)

[...] este sistema construtivo se caracteriza por apresentar um padrão alternativo aos elementos tradicionais de edificação de paredes estruturais. Ao passo que a construção



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

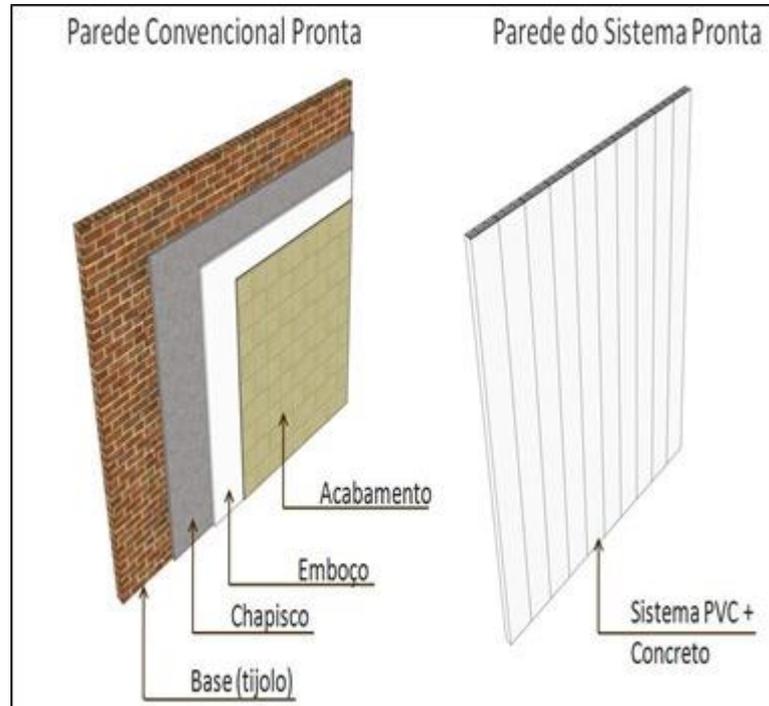
convencional se utiliza predominantemente de tijolos e blocos, sejam eles cerâmicos, de concreto ou de qualquer outro material; o método construtivo neste caso está fundamentado na utilização de painéis ocós de PVC [...].

Para fins de estudo, será feito um paralelo entre o sistema construtivo de painéis de PVC preenchidos com concreto e a alvenaria convencional que é amplamente empregada no país. Para tanto, considera-se como sistema construtivo convencional aquele que utiliza tijolos ou blocos, maciços ou vazados, feitos de cerâmica ou concreto, revestidos com argamassa e pintura. Atualmente, a construção convencional ainda predomina no país, caracterizando-se por métodos artesanais, produção em pequena escala, falta de compromisso ambiental, altos custos e qualidade e durabilidade aquém do desejável. Conforme apontado por Azevedo (2014) o aumento da industrialização tem como objetivo principal reduzir prazos, aumentar a produtividade e diminuir a quantidade de mão de obra necessária, em contrapartida, aumentando a qualidade no ambiente de trabalho e a qualidade do produto final, e tudo isso em conjunto com a preocupação para que as obras sejam sustentáveis, com menor perda de material possível.

Entretanto, ainda existe uma certa relutância na utilização de novas tecnologias, isso se dá devido à falta de incentivo às pesquisas para que as técnicas sejam aprimoradas, e a necessidade de compatibilização com a tipologia brasileira pré-existente, aliada a grande dificuldade de adaptar-se às normas e programas governamentais também é um fator negativo para utilização de novos sistemas (ALMEIDA. 2015).

Esse cenário é resultado de uma série de fatores históricos e estruturais que dificultam a modernização e a adoção de novas tecnologias no setor. A construção artesanal, embora tenha seus méritos em termos de flexibilidade e adaptação a condições locais, enfrenta desafios significativos em termos de eficiência e sustentabilidade. A produção em pequena escala impede economias de escala, resultando em custos mais elevados. Além disso, a falta de compromisso ambiental é evidente no desperdício de materiais e na alta geração de resíduos, contribuindo para impactos negativos ao meio ambiente.

Figura 1: Parede em alvenaria convencional e sistema PVC/ Concreto.



Fonte: Adaptado de Tecnologia de Construção PVC + Concreto (2019).

2 DESENVOLVIMENTO

Entender a necessidade e finalidade de uso de uma edificação, é uma das exigências a serem sanadas antes do ponta pé inicial em um canteiro de obras, pois, somente entendendo a que fim se destina cada elemento e cada componente, é que se tem o caminho correto à ser seguido, essas necessidades devem ser entendidas e trabalhadas antes mesmo do projeto. De acordo com Goldman (2004), as especificações técnicas devem ser estabelecidas durante a fase de planejamento da obra, antes do início da construção. Elas são essenciais para definir os métodos e técnicas a serem utilizados na execução dos serviços, independentemente de estarem ou não descritas nos projetos. Essas informações são fundamentais para a criação de um orçamento da obra e para o monitoramento físico e financeiro. A ausência dessas especificações pode levar o orçamentista a fazer suposições sobre as características técnicas do projeto, que muitas vezes não correspondem à realidade da construção. Com as definições claras das especificações técnicas, o engenheiro pode minimizar improvisações, o setor financeiro pode



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

ter uma programação assertiva para a formalização de contratos relacionados a materiais e serviços, e tudo isso com a antecedência necessária.

O sistema construtivo em PVC/ Concreto é aplicável a uma variedade de edificações, sendo utilizado em modelos residenciais, comerciais, industriais, hotéis, hospitais, estações de tratamento de água e postos de abastecimento, porém, há uma limitação que esse tipo de construção possui, é poder ser utilizado em obras de até cinco pavimentos.

Ao enfatizar as características dos materiais que integram este sistema, é relevante destacar o PVC, em particular os painéis de PVC. Estes são compostos por componentes poliméricos rígidos extrudados, disponíveis no mercado nacional com uma densidade de $1,4 \text{ g/cm}^3$ e comprimentos que alcançam até 8,5 metros, apresentando-se em três espessuras distintas: 64 mm, 100 mm e 150 mm. Cada componente é cuidadosamente cortado, organizado em sequência e devidamente identificado com nome e numeração antes de ser expedido pela fábrica. O Policloreto de Vinila, conhecido como PVC, é um polímero sintético, reciclável, com diversas aplicações, sendo um dos plásticos mais mutáveis existentes. Sua versatilidade é atribuída, em grande parte, ao fato de os produtos de PVC poderem ser moldados em diferentes estilos de adequação e, também, a incorporação de aditivos para que sejam alteradas as características do composto afim de atingir um objetivo específico. (SCHMIDT, 2013).

A composição básica da resina de PVC é formada pela mistura dos gases cloro e eteno, na proporção de 57% e 43%, respectivamente. Esses gases são originários de duas matérias primas naturais: O cloreto de sódio (NaCl) e o petróleo. (DARBELLO, 2008).

É relevante salientar que, conforme afirmado por Chaves et al. (2015), o PVC não causa danos ao meio ambiente, pois é passível de reciclagem por meio de métodos mecânicos (reutilização de materiais descartados na produção de novos), químicos (transformação em matérias-primas petroquímicas básicas) e energéticos (conversão de energia química, calorífica ou elétrica). Além disso, sua grande versatilidade e baixa toxicidade contribuem para sua aderência aos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU.

Como atributo importante à ser enfatizado, o PVC pode ser reaproveitado e reciclado, devido às suas propriedades mais relevantes, tais como, a leveza, a resistência a agentes biológicos e químicos, possuir boas características mecânicas, ser bom isolante, dentre outras características úteis na construção civil. (DARBELLO, 2008).



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Além das características previamente mencionadas, a utilização do PVC é favorecida pelo seu longo ciclo de vida. Não é incomum encontrar produtos em polímero de vinil com uma durabilidade que se aproxima dos 100 anos, o que reforça sua relevância no setor da construção civil (CHAVES et al., 2015).

Outra característica positiva do PVC é o fato de ser um material com baixa índice inflamabilidade e também ser auto extingüível ao fogo . Por este motivo é recomendável a utilização para recobrimento e isolamento de cabos elétricos, em forros, revestimentos residenciais e eletrodutos. A característica antichama é devido ao átomo de cloro que naturalmente possui essa propriedade. Além disso, para que o PVC entre em conflagração (comece a pegar fogo) é necessário altas temperaturas, e a combustão do material libera pouco calor, o que diminui a extensão das chamas. Este polímero apresenta boa resistência química, é isolante térmico e acústico. (ARAÚJO, 2012)

Embora haja aparente inalterabilidade ao longo de sua vida útil, o composto sofre ações de degradação, conseqüentemente perda de suas propriedades, especialmente por exposição às altas temperaturas ou a radiações do tipo gama ou ultravioleta (UV). A exposição a estes fatores pode causar a liberação de cloreto de hidrogênio, num processo conhecido como desidrocloração. Outra situação que pode afetar o desempenho do PVC é o uso inadequado ante produtos à base de cetona, hidrocarbonetos aromáticos e clorados, compostos nitrosos, ésteres e alguns solventes baseados em benzina. Dentre as substâncias possivelmente encontradas em nível residencial, os produtos à base de cetona merecem maior atenção. (KLEIN; SILVA FILHO, 2004).

O concreto indicado para o preenchimento das fôrmas de PVC deve ser de característica leve, e que possua resistência característica igual a 20 MPa modificado com aditivo plastificante, para garantir a alta fluidez (slump test de 21 cm \pm 3 cm), eliminando assim a necessidade do uso de vibrador, uma vez que não é indicada a utilização do mesmo nas paredes (TECHNE, 2013).

Quando se trata de concreto leve, tanto em qualidade quanto em volume, ele constitui mais de 90% da parede, conforme descrito pelo System (NUFORM BUILDING TECHNOLOGIES INC., 2012). Como já mencionado, visando aprimorar a relação de desempenho, levando em conta questões econômicas e específicas do método deste trabalho, recomenda-se a utilização de concreto leve na unidade de piso de concreto/PVC.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

O concreto leve surge da substituição de materiais tradicionais de agregado grosso por elementos triturados em uma mistura de concreto convencional, resultando em um material de menor densidade. No sistema construtivo PVC + concreto, ele é empregado principalmente como agregado leve, conforme as orientações do fornecedor do sistema, ou na forma de flocos, também conhecidos como pérolas EPS, feitos de poliestireno expandido (isopor). A densidade específica do concreto com agregado leve varia de 500 a 2.000 kg/m³, dependendo da proporção do agregado e do tipo de cimento utilizado. (TEZUKA, 1989). Em contrapartida, o concreto convencional tem uma densidade que varia entre 2.000 e 2.800 kg/m³ (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007). Essa diferença resulta em uma considerável redução na densidade do concreto final.

Nesse sentido, ao buscar garantir a resistência mecânica necessária, a escolha do(s) agregado(s) leve(s) torna-se uma decisão específica de cada designer. Para garantir que o concreto preencha todos os espaços dentro dos painéis, é essencial que ele apresente alta fluidez. Para alcançar esse objetivo, recomenda-se o uso de concreto auto-adensável ou de consistência fluida, cujas características devem ser determinadas previamente. Nos traços que envolvem o uso de cascalho, a granulometria deve situar-se entre 4,75 e 12,5 mm. Para residências térreas, o fabricante sugere a mistura do concreto com a quantidade indicada na Tabela 1. Segundo o mesmo, essa proporção, obtida a partir de testes realizados pela Fundação para a Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coopetec/UFRJ), apresenta o melhor equilíbrio entre desempenho mecânico, isolamento térmico e acústico. O uso de aditivos de vinil é necessário para criar aderência entre as superfícies das pérolas EPS e o concreto, evitando que estas se desloquem para a superfície devido à sua baixa densidade (SCHMIDT, 2013).

Tabela 1: Quantidade de materiais para 1m³ de concreto leve com massa específica de 900 Kg/m³.

Nº	Descrição	Un.	Quant.
1	Cimento	Kg	300
2	Agregado Miúdo	L	370
3	EPS (Pérolas de Isopor)	L	750
4	Água	L	110
5	Aditivo vinílico para EPS	L	15
6	Superfluidificante	L	3

Fonte: Adaptado de Royal Brasil Technologies (2012).



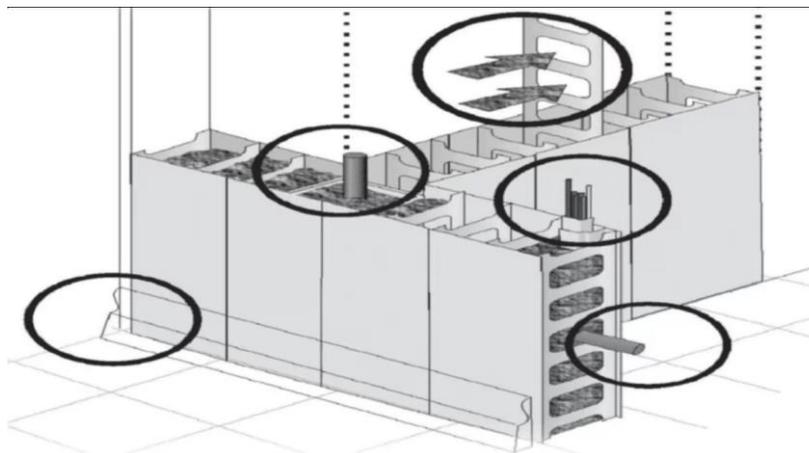
III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

No que diz respeito à junção dos materiais PVC e Concreto na construção civil, o arquiteto Ferrari (2011), cita que este sistema pode ser empregado em qualquer região do país, independente do seu clima, em função do perfil atender todos os quesitos das normas brasileiras, podendo ser utilizado em todas as zonas climáticas, com performance igual ou superior à alvenaria, conforme testes já realizados.

As especificações dos materiais utilizados, como espessura do perfil, resistência do concreto e taxa de armadura (quando necessário), são determinadas pelo projeto estrutural. Atualmente, o sistema é mais frequentemente usado em edificações residenciais térreas no Brasil, pois essas aplicações exigem menos carga estrutural, permitindo o uso de concreto leve para o preenchimento dos módulos. Essa abordagem é respaldada por testes laboratoriais e pela experiência acumulada na execução de mais de 3.000.000 m² de área construída (SCHMIDT, 2013).

Segundo a Braskem (2014), o sistema é composto por elementos modulares de PVC com ajuste preciso, cuja leveza e facilidade de montagem tornam o processo inovador. Seu interior é preenchido com concreto e aço. A facilidade para integrar instalações elétricas e hidráulicas, bem como a possibilidade de futuras expansões e diversas opções de acabamento, conferem flexibilidade e versatilidade ao sistema que combina concreto e PVC, como se pode observar na figura 2.

Figura 2: Alternativa construtiva concreto PVC.



Fonte: Adaptado de Araujo (2018).



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

O sistema construtivo PVC/ Concreto tem se mostrado uma solução eficiente e de rápida execução para diferentes tipos de edificações. Na construção de casas residenciais, esse sistema permite a conclusão de uma casa padrão em aproximadamente 11 dias e de uma casa térrea em 15 dias. Já em grandes obras, a produção industrial chega a atingir a marca de 3 unidades por dia, sem a necessidade de investimentos iniciais em máquinas e equipamentos, o que proporciona agilidade na montagem e um custo final mais acessível. Além disso, as armaduras previstas no projeto são inseridas no interior dos perfis, nos pontos considerados críticos, tais como laterais de portas e janelas, vergas e contravergas. Após essa ação, a estrutura modular é escorada para a etapa seguinte de concretagem. (Manual de montagem - Sistema RBS, 2014).

Segundo Ribeiro e Michalka (2003) as principais aplicações desse sistema construtivo incluem:

- Casas populares térreas ou geminadas
- Casas de médio padrão
- Casas de alto padrão
- Condomínios de 3 a 4 andares em bairros populares Essas soluções podem ser enquadradas no programa social "Minha Casa, Minha Vida" do governo.
- Grandes obras:
 - Escolas e creches
 - Hospitais e postos de saúde
 - Moradias emergenciais
 - Projetos comerciais (prédios, salas, etc.)
 - Pavilhões industriais e pecuários
 - Plantões de vendas desmontáveis para imobiliárias
 - Postos de combustíveis
 - Barreiras acústicas
 - Recuperação de fachadas
 - Lojas de conveniência
 - Agências bancárias itinerantes
 - Quiosques de praia desmontáveis
 - Lava-carros e lava-jatos



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

- Alojamentos e canteiros de obras desmontáveis
- Shelters desmontáveis, transportáveis e outdoor

Essa tecnologia construtiva se destaca pela sua versatilidade, rapidez de execução e eficiência, atendendo a uma ampla gama de necessidades do setor da construção civil, desde moradias até grandes empreendimentos.

A versatilidade do sistema construtivo composto por PVC e Concreto é impressionante. Independentemente do projeto, essa tecnologia se adapta com a mesma facilidade e eficiência, tornando-a uma solução atraente para os mais diversos empreendimentos.

Um dos grandes diferenciais desse sistema é a acessibilidade do treinamento da mão de obra. Não é necessário contar com profissionais altamente especializados, pois o aprendizado é rápido e acessível tanto para homens quanto para mulheres. Essa característica amplia as possibilidades de composição das equipes de trabalho, favorecendo uma maior flexibilidade. Outro ponto relevante é a capacidade de transporte e montagem mesmo em períodos chuvosos, sem que haja qualquer impacto na velocidade ou na produtividade da obra, pois, adota-se um sistema de produção semelhante a uma linha de montagem. Um dos maiores benefícios que a padronização traz para a construção civil é a possibilidade de estabelecer algo próximo a linha de montagem dentro do canteiro de obras. No momento em que se utilizam sistemas construtivos industrializados há a redução do processo construtivo com a repetição de tarefas de montagem (RIBEIRO, 2014).

É claro que, todas as medidas de segurança devem ser rigorosamente adotadas para proteger os colaboradores. No que diz respeito à qualidade pós-obra, esse sistema construtivo se destaca por apresentar índice zero de problemas, como infiltrações, rachaduras e outros tipos de patologias. Isso se traduz em menores custos de manutenção e reparos, garantindo a integridade da edificação ao longo do tempo. Conforme a ABNT NBR 15.575 (2013), é fundamental considerar todas as fontes de água e umidade que a edificação pode enfrentar no projeto, pois a umidade acelera os processos de deterioração e compromete as condições de habitabilidade e higiene do ambiente construído. O sistema deve assegurar segurança, estabilidade e funcionalidade ao longo de sua vida útil, garantindo durabilidade e facilidade de manutenção.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Além disso, a reduzida necessidade de mão de obra especializada resulta em uma considerável diminuição dos custos trabalhistas, tornando o projeto mais atraente do ponto de vista econômico.

A inovação desse sistema reside no material utilizado, o PVC, que apresenta características técnicas excepcionais. Sua facilidade de limpeza, ausência de poros e trincas, e resistência a infiltrações, permitem uma ampla gama de opções de acabamento, desde pintura e texturas até revestimentos cerâmicos. Aliado à resistência mecânica e química do concreto, o resultado é uma solução construtiva altamente eficiente e durável. Essa combinação de atributos técnicos, somada aos benefícios ambientais, torna o sistema PVC + Concreto uma alternativa altamente competitiva e atraente no mercado da construção civil.

Segundo Ferrari (2011), são algumas vantagens apresentadas:

- Menos materiais para se controlar;
- Menos impasses com logística e frete;
- Tem previsibilidade de orçamento;
- Acessível a qualquer projeto;
- Possui 97% de diminuição de desperdício e entulhos;
- Possui 73% de economia no consumo de água na obra;
- Possui 75% de economia no consumo de energia elétrica na obra;
- Redução de até 7% de área construída;
- No tempo total da obra obtém um ganho de até 40% de produtividade.
- Fácil de manusear por se tratar da leveza (10 kg/m²);
- Alta velocidade na construção;
- Já as características desse produto se destacam de muitos outros sistemas além dos convencionais, pois se trata de:
 - Sistema com formas prontas;
 - Painéis com reforços internos de alta rigidez;
 - Acabamentos em várias cores brilhantes;
 - Alta resistência à poluição, ventos e calor;
 - Montagens sem necessidade de estruturas adicionais;



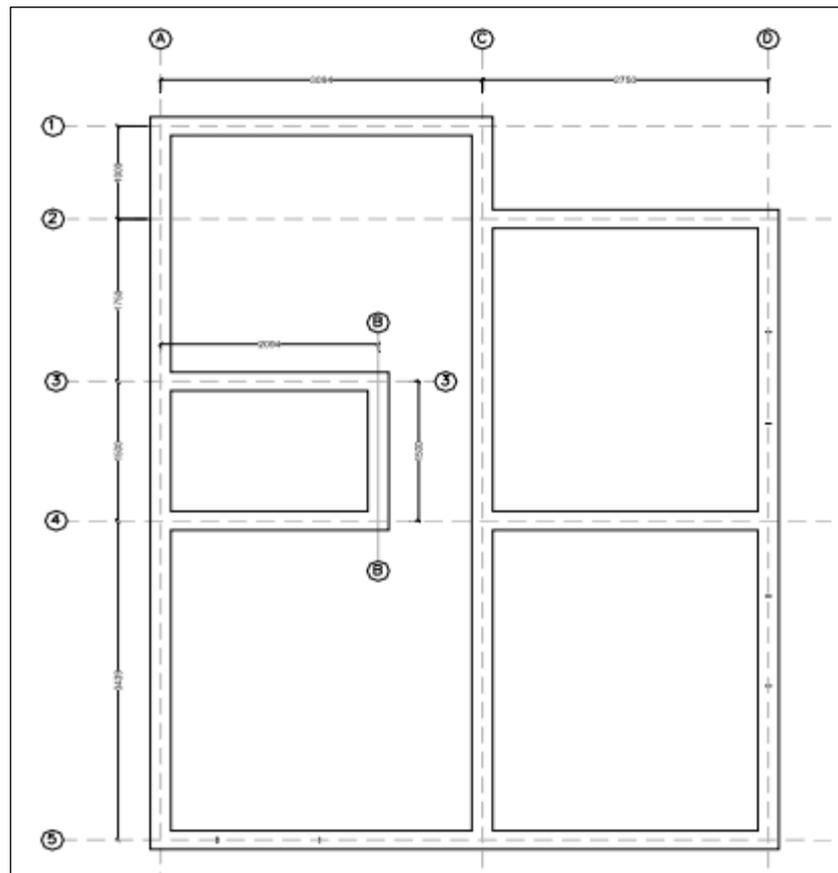
III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

- Não necessita de revestimentos e pinturas;
- Além das vantagens proporcionadas no decorrer da obra, o usuário vai usufruir outras facilidades como:
- Facilidade na limpeza e manutenção;
- Resistência à maioria dos reagentes químicos;
- Resistência às intempéries (chuva, sol excessivo, vento e maresia)
- Resistência à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores;
- Bom isolante térmico, acústico e elétrico;
- Sólido e resistente a choques;
- Impermeável a gases e líquidos;
- Seu ciclo de vida é de 15 a 100 anos, com média superior a 60 anos;
- Não propaga chamas: é auto extingüível;
- Versátil e ambientalmente correto;
- Reciclado e reciclável.

2.1 Construção de casas populares

Conforme discutido anteriormente, uma das principais utilizações do sistema em PVC é na construção de habitações populares. Nesse cenário, é importante ressaltar as etapas que compõem o processo construtivo. Para a construção e estimativa de custos, foi utilizado um projeto de casa popular como referência, com informações extraídas do manual técnico da empresa Royal Brasil Technologies, disponível em: www.royalbrasil.com.br.

Figura 3: Planta baixa



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

2.1.1 Fundação

O sistema de construção tipo radier é considerado a melhor opção para esse tipo de edificação, servindo como a base de suporte para as paredes de PVC.

Após a limpeza e nivelamento do terreno, inicia-se o esquadramento da planta, seguido pela escavação das valas, que devem seguir os eixos das paredes a serem levantadas, conforme pode ser observado na figura 4.

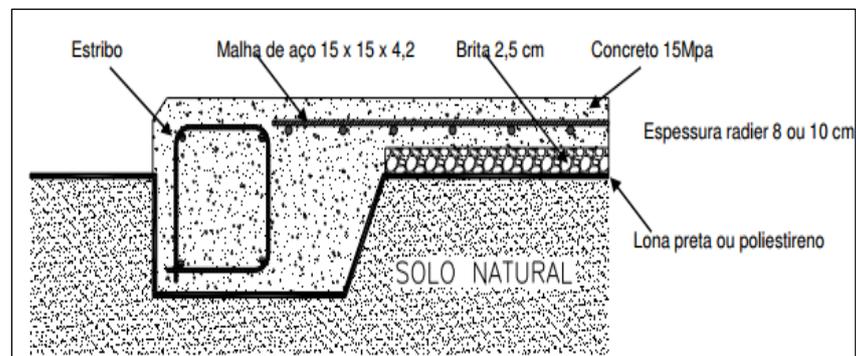
Figura 4: Fundação



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Em seguida, aplica-se uma camada de brita de 2,5 cm sobre a parte superior do radier, que funcionará como suporte para as barras de aço. Uma malha de aço 15x15, com bitola de 4,2 mm, é distribuída por toda a superfície acima das valas. Dentro das valas, estribos 12x15 da mesma bitola são posicionados a cada 30 cm. O corte transversal do radier está ilustrado na figura 5 (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2010).

Figura 5: Seção típica do radier



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

A seguir vemos na figura 6, as passagens das tubulações de água e esgoto, essas devem ser passadas antes da malha de aço, seguindo os distanciamentos apontados em projeto.

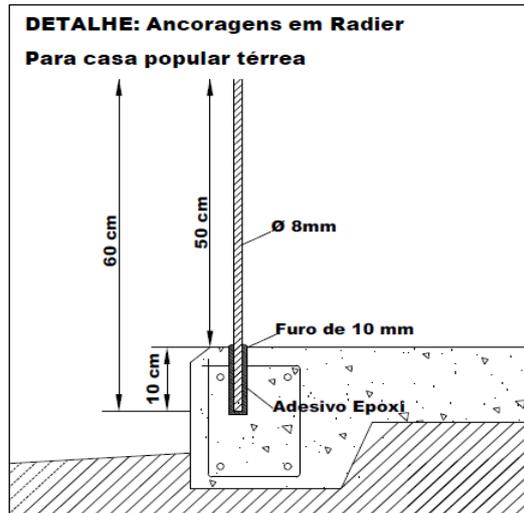
Figura 6: Tubulação



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Após a conclusão das etapas anteriores, inicia-se a concretagem do radier. O concreto utilizado deve atingir, no mínimo, uma resistência de 15 MPa após 28 dias. É crucial monitorar o processo de execução para garantir que a superfície permaneça nivelada, uma vez que os perfis de PVC são cortados na fábrica e qualquer desvio na altura do radier afetará a parte superior desses perfis. A uniformidade é fundamental para a qualidade do resultado final (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2010).

Figura 7: Esquemático da ancoragem



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Figura 8: Representação da ancoragem



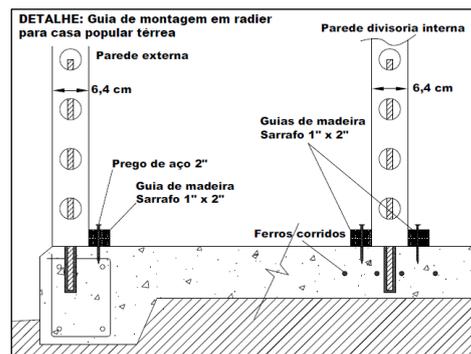
Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

O manual técnico de montagem recomenda que, para garantir um desempenho e precisão adequados na instalação, as barras devem ser ancoradas juntamente com ripas de madeira de 1" x 2", alinhadas com as paredes previamente demarcadas a giz, como demonstrado nas figuras 15 e 16. Essas ripas servirão como suporte e referência, assegurando o correto

posicionamento dos painéis de PVC durante a instalação (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2010).

Para a estruturação das paredes de painéis de PVC, utilizam-se armaduras de ancoragem entre a parede e a fundação, além de armaduras verticais e horizontais (ABNT NBR 17077, 2023).

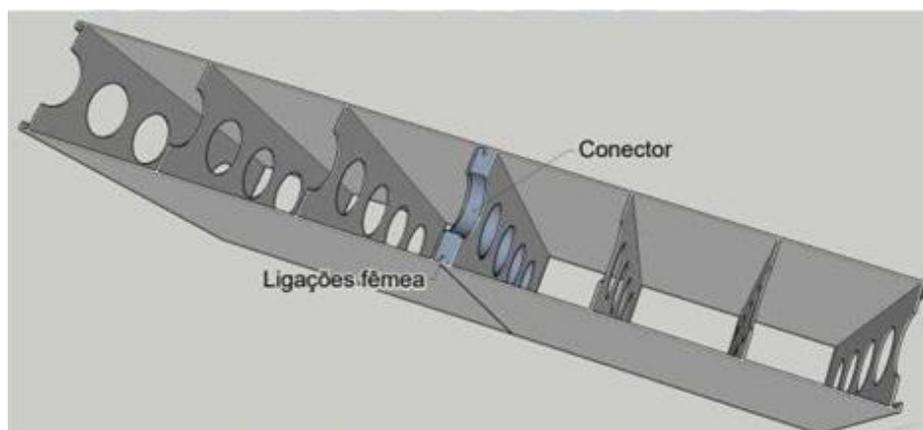
Figura 9: Fixação dos painéis com auxílio de guias de madeira



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Os perfis possuem um sistema de encaixe macho e fêmea, permitindo a montagem por deslizamento, sem necessidade de ferramentas adicionais. A montagem deve sempre começar em um vértice, garantindo que a parede esteja devidamente fechada. Mesmo antes da concretagem, os perfis são autoportantes, mantendo-se firmes sem apoio manual. O esquema de montagem está ilustrado na figura 10 abaixo.

Figura 10: Representação – montagem dos perfis



Fonte: ABNT NBR 17077 (2023)



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Conforme a ABNT NBR 17077 (2023), os painéis de PVC atuam como forma para o concreto fresco, permanecendo ligados à parede, e também desempenham a função de acabamento. No entanto, os painéis não têm função estrutural, portanto, sua contribuição para a estabilidade e resistência geral da estrutura deve ser desconsiderada.

Os perfis de PVC devem todos se caracterizar conforme orienta tabela 1 da ABNT NBR 17.077 (2023):

Tabela 1: Caracterização dos perfis de PVC

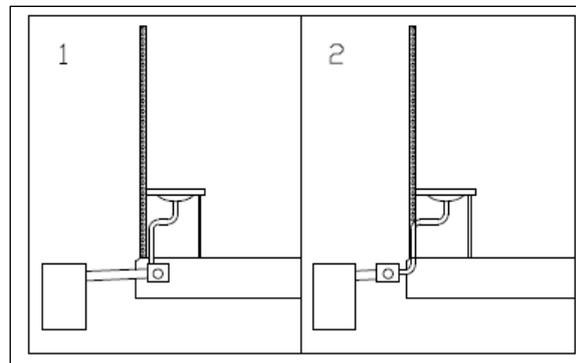
Requisito	Critério	Método de avaliação
Espessura das paredes externas dos painéis de PVC	$\geq 1,7$ mm	Medição com paquímetro
Cor das superfícies visíveis	Cores com absorvância à radiação solar (α) $\leq 0,6$	ASTM C1549, ASTM E903, ASTM E1918
Módulo de elasticidade na flexão do composto de PVC (antes e após a exposição de 2 000 h em câmara de luz ultravioleta UVB)	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,7 R_{\text{inicial}}$	Exposição de placas de PVC em câmara de luz ultravioleta UVB: ASTM G154 (Ciclo 2) Módulo de elasticidade na flexão: ASTM D790
Resistência ao impacto do composto de PVC (antes e após a exposição de 2 000 h em câmara de luz ultravioleta UVB)	$R_{\text{inicial}} \geq 55 \text{kJ/m}^2$ $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,7 R_{\text{inicial}}$	Exposição de placas de PVC em câmara de luz ultravioleta UVB: ASTM G154 (Ciclo 2) Resistência a impacto ISO 179-1 (corpo de prova tipo 1fA)
Resistência à alteração de cor do composto de PVC	$\Delta E \leq 3$ após a exposição de 1 600 h em câmara de arco de xenônio	Envelhecimento em câmara de arco de xenônio: ASTM G155 (Ciclo 1) Cálculo do ΔE : ASTM D2244
Reação ao fogo do composto de PVC	I, IIA, IIIA ou IVA (Ver item 10.2.1)	Conforme a ABNT NBR 16626
Temperatura de amolecimento Vicat do composto de PVC	≥ 75 °C	ISO 306 (taxa de amolecimento 50 °C/h e carga aplicada de 50 N)
Análise semiquantitativa da concentração de chumbo do composto de PVC	$\leq 0,1$ %	EN 62321-3-1
Análise do teor de dióxido de titânio do composto de PVC	Conforme especificação do fabricante	ABNT NBR 16851-2:2020, Seção 14
Os ensaios devem ser realizados em amostras representativas de cada formulação de PVC específica. Caso haja alteração na composição do PVC, deve ser realizada nova caracterização.		

Fonte: ABNT NBR 17077 (2023)

As instalações elétricas e hidráulicas, incluindo esgoto e água, devem seguir rigorosamente o projeto. Um ponto importante é que não se pode instalar tubulações na horizontal, pois isso prejudicaria a concretagem e o preenchimento adequado do painel de PVC.

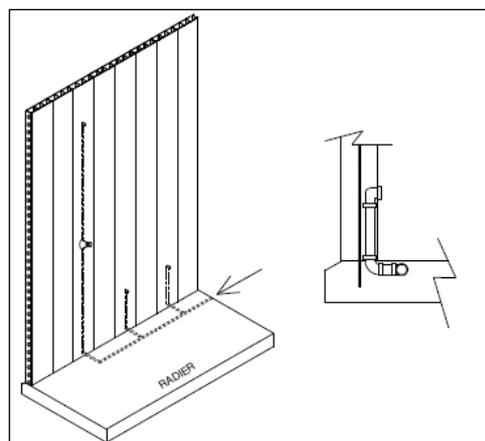
As instalações sanitárias devem ser realizadas de maneira convencional, sempre atentas à passagem das tubulações antes da concretagem do radier ou da fundação escolhida, conforme ilustrado na figura 11. Além disso, ao utilizar o painel de PVC com espessura de 64 mm, algumas tubulações não poderão ser embutidas devido à espessura reduzida do painel (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2010).

Figura 11: Ilustração de instalação sanitária embutida na parede ou externa



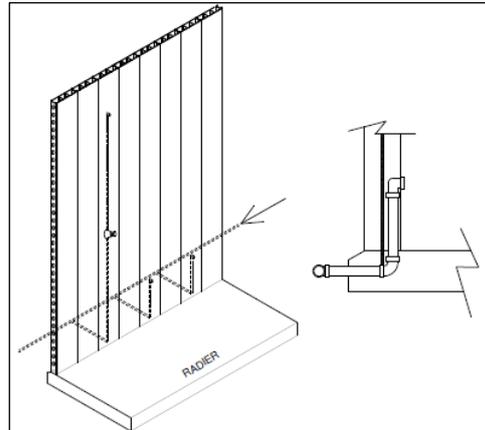
Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Figura 12: Tubulação embutida no radier



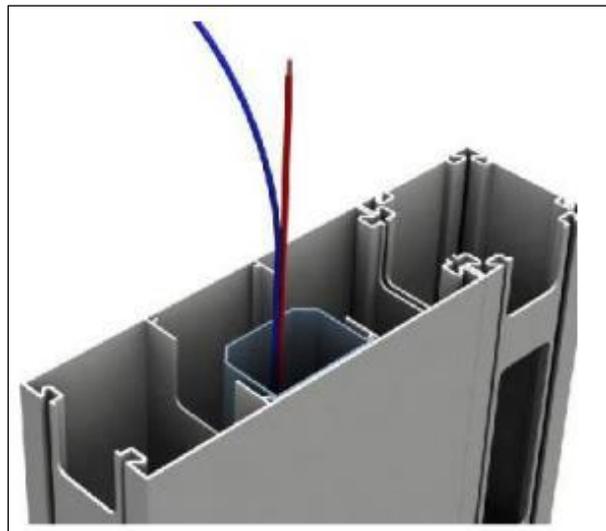
Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Figura 13: Tubulação externa



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Figura 14: Perfil especial para instalação elétrica



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

a) Concretagem:

De acordo com a ABNT NBR 17077 (2023), o concreto estrutural que preenche os vazios dos painéis de PVC deve ser autoadensável, conforme a NBR 15823-1, e atender aos critérios estabelecidos na Tabela 2 da NBR 17077. O uso de concreto autoadensável é necessário, pois elimina a necessidade de vibração, que não é recomendada nesse método construtivo; pequenas batidas são suficientes para eliminar possíveis vazios. Essas batidas



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

podem ser feitas com um martelo de borracha ou um taco de madeira. Para residências térreas, recomenda-se o uso de concreto leve, que proporciona melhor isolamento acústico e térmico, além de garantir a resistência mecânica necessária (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2010).

Tabela 2: Caracterização do concreto fresco e endurecido

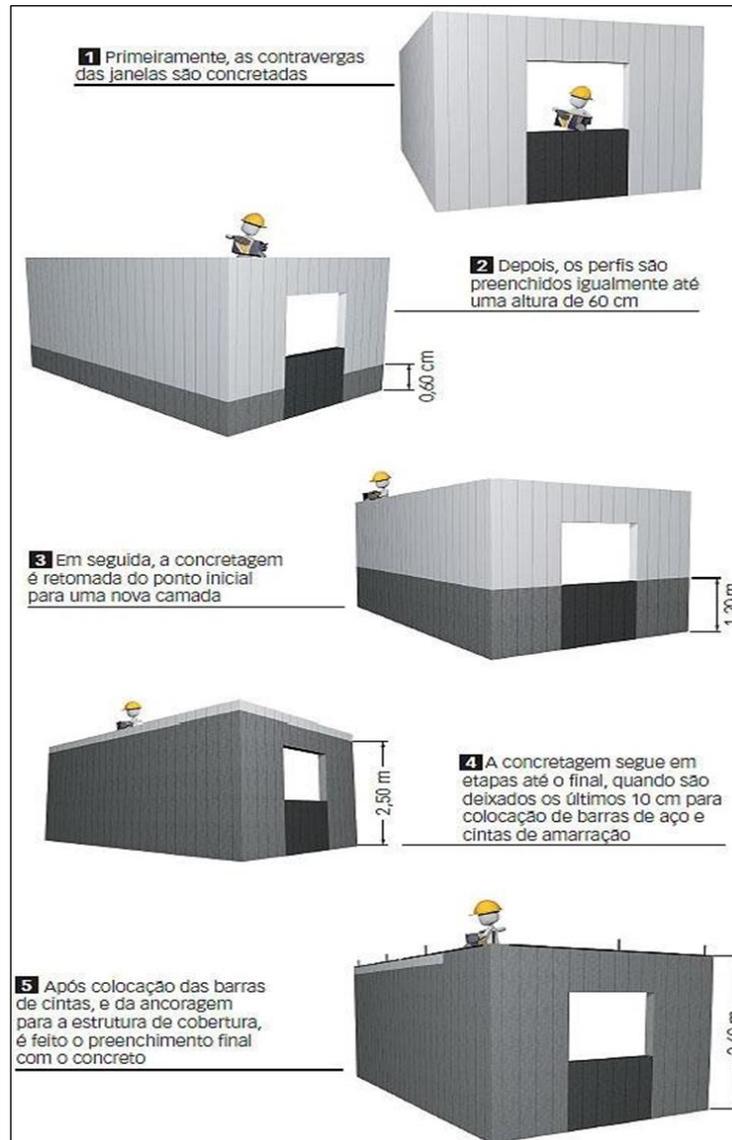
Requisito	Critério	Método de avaliação
Espalhamento do concreto fresco	Classe SF1, SF2 ou SF3 (conforme especificação do projeto)	ABNT NBR 15823-2
Classe de viscosidade plástica aparente, t_{500} , do concreto fresco	VS1 ($t_{500} \leq 2$)	ABNT NBR 15823-2
Resistência à compressão na retirada dos escoramentos provisórios (concreto endurecido)	Conforme especificação do projeto	ABNT NBR 5739
Resistência característica à compressão aos 28 dias (concreto endurecido)	Conforme especificação do projeto, sendo no mínimo 20 MPa	ABNT NBR 5739
Diâmetro máximo do agregado graúdo (D)	$D \leq 12,5$ mm	ABNT NBR 17054
Absorção de água e índice de vazios (concreto endurecido)	Conforme especificação do projeto	ABNT NBR 9778
Massa específica seca (ρ_r) (concreto endurecido)	Concreto normal $2\ 000\ \text{kg/m}^3 \leq \rho_r \leq 2\ 800\ \text{kg/m}^3$ (conforme especificação do projeto)	ABNT NBR 9778

Fonte: ABNT NBR 17077 (2023)

A concretagem deve ser realizada preferencialmente com betoneira ou manualmente. Quando se optar pelo concreto usinado, é recomendável utilizar bombas com baixa vazão para garantir que o material flua corretamente entre os painéis. É essencial verificar se o diâmetro do magote é compatível com a espessura da parede. Lançamentos de concreto a grandes alturas devem ser evitados, pois a queda excessiva pode deformar a superfície dos painéis.

Para residências térreas, o uso de concreto leve é recomendado, pois proporciona um melhor isolamento acústico e térmico, além de assegurar a resistência mecânica necessária. (ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES, 2010).

Figura 15: Concretagem dos painéis



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

c) Cobertura:

O sistema que combina concreto e PVC permite o uso de coberturas convencionais. As paredes de PVC funcionam de maneira semelhante às de alvenaria, mas com resistência superior, minimizando o risco de problemas estruturais relacionados ao peso do telhado.

Para habitações de interesse social, recomenda-se o uso de estruturas de madeira para suporte do telhado, pois essa opção é mais acessível. As tesouras podem ser apoiadas

diretamente nas paredes, eliminando a necessidade de reforços adicionais, como mostrado na figura 16. O fechamento do oitão pode ser feito com diversos materiais, como madeira, alvenaria ou PVC (GUIMARÃES, 2014).

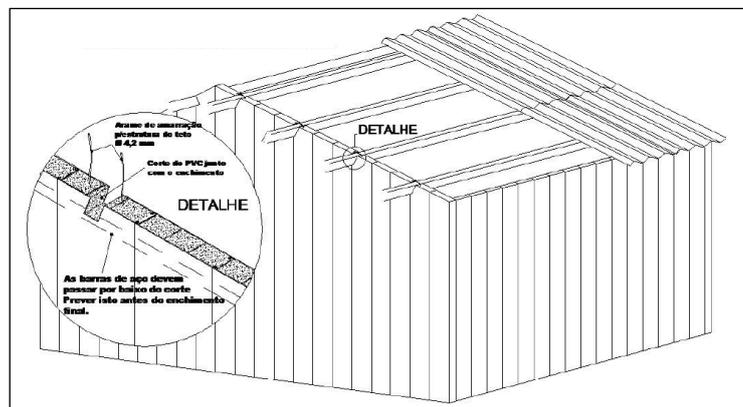
Figura 16: Tesoura de madeira



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

Quando o fechamento é realizado com PVC, o fabricante fornece os perfis já cortados, considerando a junção entre a estrutura do telhado e o painel de PVC, eliminando a necessidade de ajustes adicionais como mostrado na figura 17 abaixo.

Figura 17: Telhado com oitão de PVC



Fonte: Royal do Brasil Technologies (2010)

2.3 Comparativo Econômico

Quando se fala de construção civil num geral, sempre, a palavra custo está envolvida, e no uso de novas tecnologias não é diferente. Visto que, no Brasil, a tecnologia que utiliza de



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

painéis de PVC preenchidos com concreto, tiveram maior uso em habitações de baixo porte, deve ser observado que as habitações populares, por serem pequenas e de baixo custo, assim, se tornam menos interessantes, pois, oferecem pouca margem de lucro para os construtores, conforme afirmam Ornstein e Akibo (2006).

A construção civil tradicional brasileira se baseia na alvenaria convencional, sendo essa, a que utiliza de tijolos, blocos e argamassa. Esse método utiliza blocos cerâmicos com seus furos disposto na vertical, não apresentam função estrutural, possuindo uma resistência muito baixa comparado aos blocos de alvenaria estrutural, que segundo a NBR 15270;2005 a resistência de compressão mínima necessária é de 1,5Mpa (GONÇALVES et. al. 2022). A alvenaria convencional é constituída basicamente para resistir ao seu peso próprio, tendo também a a necessidade de ser cortada para a passagem de sistemas hidráulicos e elétricos, acarretando em um maior uso de tempo para as instalações. Por outro lado, a construção modular, que combina PVC e concreto, surge como uma inovação que promete superar essas limitações. A análise econômica dos métodos alvenaria convencional e placas modulares, é fundamental para entender suas implicações financeiras e a viabilidade da adoção da nova tecnologia em larga escala.

Para atingir tal viabilidade, se faz necessário ter uma noção de quanta diferença há entre uma metodologia construtiva e outra, pois, são necessários alguns avanços até que uma nova tecnologia possa fazer frente à outra tão bem enraizada culturalmente. De acordo com Isatto et al. (2000), para aprimorar o desempenho de um processo construtivo, é importante se concentrar na eliminação dos desperdícios e no aumento da eficiência. Assim que esse objetivo é atingido, pode-se considerar a implementação de inovações tecnológicas nas atividades de conversão. A edificação de uma parede ilustra uma atividade de conversão, pois transforma matérias-primas como tijolos, cimento, areia e água em um produto final – a parede. Com a implementação de inovações, como o uso de módulos de PVC e concreto, é essencial otimizar novamente o desempenho das atividades, considerando fatores como estoque, tempo de espera e transporte de materiais, dentro de um ciclo de melhoria contínua para garantir sua viabilidade.

Conforme já apontado, as construções modulares de PVC e concreto, por sua vez, apresentam um custo inicial que pode ser mais competitivo. As formas de PVC têm papel de forma no sistema, são muito leves, estando entre 8 Kg e 14 Kg/m², o agiliza a etapa de montagem, até mesmo em obras de difícil acesso, como locais com topografia acidentada



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

(DINIZ, MOURA. 2015). Além disso, a industrialização do processo construtivo permite a compra em grande escala, resultando em economias adicionais. O uso de concreto leve também contribui para a redução dos custos, uma vez que exige menos recursos para a produção e transporte.

Conforme as tabelas a seguir, é possível observar que mesmo no ano de 2014, quando a tecnologia estava ainda menos disseminada, já havia uma boa diferença quando comparadas as duas tecnologias.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Tabela 3: Físico financeiro de obra real sistema concreto PVC.

Araquari		Tipo			
Obra. Casas Populares do Município					
Construtora MATTE d'ORAN Ltda					
Localização. São Luiz - Ma					
Objeto do contrato:		1	casa	43,96	
			pé-direito	2,5	
				m2	
				m	
Item	ETAPA 1 - 1 CASA(1 equipe)				
	DESCRIÇÃO	VALOR ITEM	PESO	VALOR PROP.	
			%	R\$	
1	CANTEIRO	600,00	MAT	1,39	R\$ 500,00
			MO	0,28	R\$ 100,00
2	RADIER	5.731,20	MAT	13,27	R\$ 4.776,00
			MO	2,65	R\$ 955,20
3	INSTALAÇÃO SANITÁRIA	1.020,50	MAT	2,18	R\$ 785,00
			MO	0,65	R\$ 235,50
4	PAREDE PVC + FRETE+IMPOSTO	12.000,00	MAT	31,26	R\$ 11.250,00
			MO	2,08	R\$ 750,00
5	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	845,00	MAT	1,81	R\$ 650,00
			MO	0,54	R\$ 195,00
6	INSTALAÇÃO HIDRÁULICA	1.365,00	MAT	2,92	R\$ 1.050,00
			MO	0,88	R\$ 315,00
7	CONCRETO E AÇO PAREDE	3.183,70	MAT	6,81	R\$ 2.449,00
			MO	2,04	R\$ 734,70
8	COBERTURA	4.400,00	MAT	8,89	R\$ 3.200,00
			MO	3,33	R\$ 1.200,00
9	FORRO PVC	857,22	MAT	1,83	R\$ 659,40
			MO	0,55	R\$ 197,82
10	PISOS	1.714,44	MAT	3,66	R\$ 1.318,80
			MO	1,10	R\$ 395,64
11	ESQUADRIAS E FERRAGENS	3.620,00	MAT	9,09	R\$ 3.270,00
			MO	0,97	R\$ 350,00
12	PINTURA DECORATIVA	-	MAT	-	R\$ -
			MO	-	R\$ -
13	REVESTIMENTOS	-	MAT	-	R\$ -
			MO	-	R\$ -
14	KIT ENERGIA SOLAR	-	MAT	-	R\$ -
			MO	-	R\$ -
15	LOUÇAS E METAIS	650,00	MAT	1,39	R\$ 500,00
			MO	0,42	R\$ 150,00
BDI		12.595,47			
TOTAL DIRETO			100,00	R\$35.987,06	
TOTAL INDIRETO				R\$48.582,53	
Metro quadrado		818,63			

Fonte: DINIZ; MOURA (2015).



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

Tabela 4: Físico financeiro de obra real sistema convencional.

Obra: Casa Residencial					
Localização. Rua Brasília Ilha Bela-SP					
Objetivo do contrato		1	casa	63,4	m2
			pé-direito	2,8	m
ETAPA 1 - 1 CASA(1 equipe)					
Item	DESCRIÇÃO	VALOR ITEM		PESO	VALOR PROP.
				%	R\$
1	CANTEIRO	R\$ 850,00	MAT	1,65	R\$ 650,00
			MO	0,51	R\$ 200,00
2	RADIER	R\$ 8.100,00	MAT	16,58	R\$ 6.550,00
			MO	3,92	R\$ 1.550,00
3	INSTALAÇÃO SANITÁRIA	R\$ 340,00	MAT	0,38	R\$ 150,00
			MO	0,48	R\$ 190,00
4	ALVENARIA VEDAÇÃO	R\$ 4.395,00	MAT	4,12	R\$ 1.626,15
			MO	7,01	R\$ 2.768,85
5	INSTALAÇÃO ELÉTRICA	R\$ 1.555,00	MAT	2,32	R\$ 915,00
			MO	1,62	R\$ 640,00
6	INSTALAÇÃO HIDRÁULICA + CAIXA D'ÁGUA	R\$ 2.300,00	MAT	4,43	R\$ 1.750,00
			MO	1,39	R\$ 550,00
7	CONCRETO E PARA PILARES VIGAS, OUTROS	R\$ 2.320,00	MAT	4,23	R\$ 1.670,00
			MO	1,65	R\$ 650,00
8	COBERTURA	R\$ 6.275,00	MAT	11,59	R\$ 4.580,00
			MO	4,29	R\$ 1.695,00
9	FORRO PVC	R\$ 1.230,00	MAT	2,38	R\$ 940,00
			MO	0,73	R\$ 290,00
10	PISOS	R\$ 2.410,00	MAT	4,68	R\$ 1.850,00
			MO	1,42	R\$ 560,00
11	ESQUADRIAS E FERRAGENS	R\$ 4.880,00	MAT	11,47	R\$ 4.530,00
			MO	0,89	R\$ 350,00
12	PINTURA DECORATIVA	R\$ 1.860,00	MAT	2,91	R\$ 1.150,00
			MO	1,80	R\$ 710,00
13	REVESTIMENTOS	R\$ 1.688,00	MAT	2,28	R\$ 900,00
			MO	1,99	R\$ 788,00
14	LOUÇAS E METAIS	R\$ 1.300,00	MAT	2,73	R\$ 1.080,00
			MO	0,56	R\$ 220,00
BDI		R\$ 13.826,05			
TOTAL DIRETO				100,00	R\$39.503,00
TOTAL INDIRETO					R\$53.329,05
metro quadrado		R\$ 623,08			

Fonte: DINIZ; MOURA (2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espera-se que com o avanço e adoção cada vez maior de novas tecnologias construtivas, como o sistema de formas de PVC preenchidas com concreto, seja possível alcançar resultados bastante positivos. Essa solução apresenta diversas vantagens em comparação aos métodos



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

tradicionais de alvenaria, tais como maior rapidez e eficiência na construção, melhor desempenho térmico e acústico, maior resistência estrutural e até mesmo redução de custos. Embora em início as construções modulares tenham uma iniciativa de sistema industrial fechado, porém, pensando em um contexto de constante evolução na construção civil, é importante refletir sobre as iniciativas em curso que buscam integrar a racionalização dos projetos.

Conforme citado por RIBEIRO (2002. Pág. 26).

[...] Existem tentativas de racionalização dos projetos que passam pela preocupação de adequação do concebido a algum sistema construtivo dito modular, mas normalmente fechado. Ainda não é o ideal, mas é um primeiro passo no sentido de chegar a uma normalização mais completa, atingindo também os componentes e materiais de construção, com as concepções do sistema industrial aberto.

A disseminação dessa e de outras tecnologias inovadoras tende a trazer benefícios significativos para a indústria da construção civil, permitindo a construção de edificações mais sustentáveis, eficientes e de melhor qualidade. Ao incorporar soluções construtivas modernas como as formas de PVC preenchidas com concreto, a expectativa é de que gradualmente esse tipo de abordagem se torne cada vez mais visível e ativa no mercado, o que contribui para a evolução e melhoria do setor da construção civil.

4 CONCLUSÃO

A relevância do sistema construtivo composto por painéis rígidos de PVC preenchidos com concreto deve ser enfatizada como uma alternativa viável e inovadora frente aos métodos tradicionais de construção. A análise detalhada das características e benefícios desse sistema revela sua capacidade de atender às demandas contemporâneas por eficiência, sustentabilidade e redução de custos. Apesar das barreiras culturais e históricas que ainda persistem na adoção de novas tecnologias, a industrialização da construção civil, evidenciada em experiências bem-sucedidas em outros países, aponta para um futuro promissor.

A combinação de PVC e concreto não apenas oferece uma solução técnica robusta, mas também se alinha aos objetivos de desenvolvimento sustentável, ao permitir a reciclagem e a



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

redução de resíduos. Além disso, a rapidez na execução das obras e a facilidade de montagem destacam-se como aspectos que podem revolucionar o setor, especialmente em contextos de habitação popular, onde a necessidade de soluções econômicas é premente.

Sendo assim, a pesquisa reforça a importância do apoio governamental e de políticas públicas que incentivem a inovação e a modernização da construção civil. Ao integrar tecnologias construtivas avançadas, espera-se não apenas atender às exigências do mercado, mas também fomentar um progresso socioeconômico significativo, contribuindo para a qualidade de vida e o desenvolvimento urbano sustentável. A adoção deste sistema construtivo é, portanto, uma estratégia essencial para a evolução da indústria da construção no Brasil, promovendo edificações mais eficientes, seguras e sustentáveis.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, Luiza Rangel. ESTUDO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PRÉ-FABRICADOS MODULARES APLICADOS EM CANTEIROS DE OBRAS. 2015. Trabalho de Conclusão de curso (Monografia) – Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-A3YFTB/monografia_p_s_luiza_rangel_de_almeida.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 mai. 2024.

ARAÚJO, Daniela Gomes. Desenvolvimento de compósito de policloreto de vinila (PVC) reforçado com fibra de vidro. Orientador: Dr. Elias Hage Junior. 2012. 116 p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/887>>. Acesso em: 03 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17077: 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.

AZEVEDO, Paulo Brando Calçada. ESTUDO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL OBJETIVANDO GANHOS DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE. 2014. Trabalho de Conclusão de curso (Monografia) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011841.pdf>>. Acesso em: 23 mai 2024.

BRASKEM. Sistema construtivo Concreto/PVC. Disponível em:<http://www.concretopvc.com.br/upload/sites_braskem/pt/concreto_pvc/publicacoes/suplemento29_07_final.pdf> Acessado em: 28 mai 2024.

CHAVES, Felipe Pires; CARDOSO, Gustavo de Oliveira; REIS, Elton Aparecido Prado dos. CARACTERÍSTICAS DO POLICLORETO DE VINILA (PVC) E SUAS APLICAÇÕES NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2015. Encontro de Iniciação Científica (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário “Antonio Eufrásio de Toledo”, Presidente Prudente, 2015. Disponível em:<<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/5419/5150>>. Acesso em: 07 jun. 2024.

DARBELLO, Sabrina Moretto. ESTUDO DA RECICLAGEM MECÂNICA DE POLI (CLORETO DE VINILA) – PVC - PROVENIENTE DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2008. 144 f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/94500>. Acesso em: 03 jun. 2024.

DINIZ, Adão Vieira; MOURA, Jailton Manoel de. ESTUDO COMPARATIVO DOS ESTUDOS CONSTRUTIVOS: CONCRETO-PVC E SISTEMA CONVENCIONAL. 2015.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

40 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Paraíba (Univap), São José dos Campos, 2015.

FERNANDES, Jorge Monteiro. GESTÃO DA TECNOLOGIA COMO PARTE DA ESTRATÉGIA COMPETITIVA DAS EMPRESAS. 1ª ed. Brasília: IPDE. 2003.

FERRARI, Tiago. “CONCRETO - PVC” A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA ROYAL PARA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/63/anexo/royaldobra.pdf>>.

Acesso em 30 abr. 2024.

GOLDMAN, Pedrinho. INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA. 4 ed. São Paulo: Pini, 2014.

GONÇALVES, R. Z. SISTEMA CONSTRUTIVO DE HABITAÇÕES POPULARES UTILIZANDO PERFIS MODULARES DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO. Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2010.

GONÇALVES, L.S.; CAZELLA, P. H. da S.; AGIADO, A. S.; PEDREIRO, M. R. de M.; ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA ESTRUTURAL. REASE, Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação. V. 8. São Paulo. 2022

GUIMARÃES. Andrei Hammes; ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DE DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUTIVOS APLICADOS ÀS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL DE FLORIANÓPOLIS. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M. de; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil. 1. ed. Porto Alegre: Sebrae/RS, 2000.

KLEIN, D. L.; SILVA FILHO, L. C. P. da. ANÁLISE EXPERIMENTAL DE PAINÉIS MISTOS DE PVC COM RECHEIO DE CONCRETO UTILIZADOS EM UNIDADES HABITACIONAIS. In: Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2004.

NUFORM BUILDING TECHNOLOGIES INC. Engineering Guide. Disponível em: <<http://www.nuformdirect.com/guides.aspx>>. Acesso em: 02 jun. 2024.

RIBEIRO, Marcellus Sereio; MICHALKA, Camilo. A CONTRIBUIÇÃO DOS PROCESSOS INDUSTRIAIS DE CONSTRUÇÃO PARA ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL. Revista Vertices, Campo dos Goytacazes, RJ, ano 5, nº 3. 2003.

RIBEIRO, Marcellus Sereio. A INDUSTRIALIZAÇÃO COMO REQUISITO PARA A RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, FAU, Rio de Janeiro: 2002.

RIBEIRO, Mário Vitor de Mattos Richa. VANTAGENS DA PADRONIZAÇÃO APLICADA AOS PROCESSOS EXECUTIVOS DE OBRAS E EDIFICAÇÕES. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ROYAL DO BRASIL TECHNOLOGIES. Manual de montagem. Disponível em: <http://www.royalbrasil.com.br/downloads_building.htm>. Acesso em: 29 mai. 2024.

Royal Industrial do Brasil. Manual de montagem – Sistema RBS – 64mm. Serra, Espírito Santo, Brasil, 2014. Disponível em <http://www.royalbrasil.com.br/downloads_building.



III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharias

htm>. Acesso em: 29 mai. 2024.

SCHMIDT, Vinicius Leandro. PAREDES ESTRUTURAIS CONSTITUÍDAS DE PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO: ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DO SISTEMA. 2013. 1 v. Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2013 Disponível em:<<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79788>> Acesso em: 18 abr. 2024.

TÉCHNE. SISTEMA CONSTRUTIVO PARA CASAS E SOBRADOS USA PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO. Disponível em :<
<http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/199/artigo2999683.aspx>> Acesso em: 27 mai. 2024.

TEZUKA, Yasuko. CONCRETOS ESPECIAIS: CONCRETOS POLÍMEROS, ARMADOS COM FIBRAS, CONCRETOS LEVES. 1989, Anais. Florianópolis: Ufsc, 1989. Acesso em: 06 jun. 2024.