

COMPARATIVO ENTRE PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL

João Paulo Andrade Souza

Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (joaopauloeng.fck@gmail.com)

João Pedro Medeiros Paiva

Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (jpmedeiros@outlook.com)

João Vitor Pureza Silva

Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (joavitor.pureza@hotmail.com)

Agnaldo Antônio Moreira Teodoro da Silva

Professor Mestre do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (agnaldo.silva@unievangelica.edu.br)

RESUMO.

A alvenaria estrutural é um importante método construtivo utilizado no Brasil, enquanto outros métodos, como o método de parede in loco, vêm ganhando cada vez mais espaços como uma alternativa eficiente à alvenaria estrutural. Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo do uso de alvenaria estrutural e a técnicas de parede de concreto em empreendimentos de uma construtora do estado de Goiás. A metodologia consiste em comparar a construção de blocos contendo quatro pavimentos. Cada bloco tem uma área total de 351,38 m². Foi feita uma análise comparativa do custo de cada tipo de construção, bem como o tempo utilizado para cada uma. Em relação ao tempo de construção, o método de parede de concreto é consideravelmente inferior, sendo de 8 dias para o pavimento e 36 dias para a construção de um bloco de apartamentos completo. A alvenaria estrutural leva 30 dias para construir o mesmo pavimento e 120 dias para construir o mesmo bloco. Outro ponto é que a técnicas de parede de concreto teve um custo de 6,28% em relação a alvenaria estrutural, indicando que, neste caso, o método de parede de concreto in loco é a melhor alternativa a ser utilizada pela empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Parede de concreto; Alvenaria estrutural; Construção; Eficiências.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a alvenaria estrutural inicia no período colonial, com o emprego da pedra, tijolo de barro cru e taipa de pilão. Os primeiros avanços na técnica construtiva são marcados, já no Império, pelo uso do tijolo de barro cozido, a partir de 1850, proporcionando construções com maiores vãos e mais resistentes à ação das águas, sepultando a técnica da taipa de terra socada. Já no final do século XIX, a precisão dimensional dos tijolos permitia a aplicação de alguns conceitos na direção da racionalização e industrialização. Mas o largo emprego das estruturas de aço na Europa nesta época e a facilidade de importação, acabam por serem determinantes para utilização do sistema construtivo de alvenaria estrutural nas grandes obras nacionais até a década de 1920 (MOHAMAD, 2021).

As estruturas em concreto armado, também pela sua facilidade de construção e maior resistência à água, por exemplo, dominam grande faixa do mercado de edificações residenciais e comerciais. Após a primeira grande guerra mundial, a instalação da indústria de cimento Portland, no Brasil, sacramenta o uso das estruturas em concreto armado, construindo-se prédios de grande altura. Neste período, as unidades de alvenaria produzidas no país limitavam-se ao emprego em alvenarias de vedação. Em meados da década de 60 é introduzida, no Brasil, a alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, em prédios de até 4 pavimentos, com tecnologia e procedimentos baseados em normas americanas. Daí para frente, os processos em alvenaria estrutural, empregando também blocos sílico calcários e blocos cerâmicos, começam a ser utilizados em escala crescente. O Brasil já conta com diversas normas da ABNT para cálculo, execução e controle de obras em alvenaria estrutural (BOTELHO, 2017).

Neste contexto, sistemas construtivos alternativos ao tradicional, compostos por estrutura de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos, têm sido bastante estudados e utilizados. A utilização de alvenaria estrutural está entre um destes sistemas, sendo aplicado desde a antiguidade em grandes obras executadas em blocos de rocha empilhados. Caracteriza-se basicamente por construções em que as paredes são a estrutura de sustentação e a resistência depende unicamente dos elementos de alvenaria argamassados. A ausência da necessidade de formas e armaduras para a função estrutural, divisórias e isolamento térmico e acústico, são algumas das vantagens deste sistema construtivo (NOGUEIRA, 2009).

O sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* foi utilizado nas décadas de 70 e 80 no Brasil, porém não teve grande aceitação na época. Apenas em 2001, essa tecnologia construtiva ganhou força, para atender a necessidade de entrega rápida dos empreendimentos incentivados pelo governo brasileiro. Contudo, o uso de paredes de concreto teve certa queda com o passar dos anos, sendo retomado com força por meio do programa “Minha Casa, Minha Vida”, em 2009.

Considerando a importância do tema, é importante esclarecer que a mudança de um sistema construtivo por outro é determinada com base em vários fatores, como impacto ambiental, custo, tempo de execução e mão-de-obra. Todos esses fatores possibilitam que se adote o uso de parede de concreto *in loco* ao invés de alvenaria estrutura e vice-versa a depender do tipo de construção, o que faz com que diversos estudos sejam gerados nessa linha de pesquisa.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo em um empreendimento localizado na cidade de Anápolis (GO) acerca do uso do sistema construtivo em alvenaria e estrutura frente ao uso do sistema construtivo de parede de concreto, apontando suas especificidades, vantagens e desvantagens.

A metodologia utilizada neste estudo trata-se, em um primeiro momento, de uma revisão bibliográfica, com foco na pesquisa exploratória descritiva. Foram utilizadas como fonte de informação artigos publicados em revistas científicas, livros e normas técnicas que

tratam do tema em questão. Em seguida foi feito um estudo prático comparando os dois métodos construtivos aplicados à construção de um prédio de 4 pavimentos localizado na cidade de Anápolis. Para esse estudo foi feita uma parceria com uma empresa parceira cujo nome é anonimizado. Para a comparação dos empreendimentos considerou-se os custos de ambas as técnicas e o tempo de execução.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PAREDE DE CONCRETO MOLDADO *IN LOCO*

Para que a construção civil seja competente em cumprir com o papel que lhe é exigido pela sociedade moderna, é indispensável que a mesma esteja apta a construir edificações que, além de atender condições primaciais (durabilidade, segurança e acabamento), também seja capaz de mostrar habilidades relacionadas a desempenho ambiental, baixo custo e produtividade, habilidades de suma importância, que nos dias atuais exprimem um grande desafio para a engenharia. Em concordância com Nogueira (2007), ajustados com a atual demanda de mercado, faz com que o método construtivo constituído de construções modulares seja um processo imensamente vantajoso, uma vez que apresenta bons resultados no que diz respeito à sustentabilidade, qualidade, conforto térmico, competitividade e rapidez.

Em relação à sustentabilidade, a utilização da Coordenação Modular traz um melhor aproveitamento dos componentes construtivos e, diante disso, a otimização do consumo de matérias-primas, de consumo energético para produção desses componentes, e por último, de sobras desses componentes em função dos inúmeros cortes que sofrem na etapa de construção. Nessa linha, 40% das matérias-primas (por peso) do mundo são usadas na construção de edificações a cada ano; 36% a 45% do input de energia de uma nação é usado nas edificações e 20% a 26% do lixo de aterros vem das construções (FONSECA, 2014).

O método construtivo de parede de concreto moldado *in loco* é uma tecnologia na qual as paredes de vedação internas e externas são substituídas por uma estrutura de concreto armado (estrutura que utiliza armações compostas por barras de aço em conjunto com o concreto). Essas paredes, uma vez dimensionadas, devem resistir aos esforços horizontais e verticais, eliminando a necessidade de pilares e vigas. As fôrmas utilizadas nesse processo, apresentadas na Figura 1, podem ser metálicas, metálicas com madeira ou plásticas e as paredes são armadas com telas soldadas (SOUSA; ÁVILA, 2018). O método construtivo de paredes de concreto armado moldadas *in loco* apresenta como característica principal a capacidade de, após um ciclo construtivo, permitir paredes e lajes de até um pavimento completo, conforme o projeto e o jogo de formas.

Figura 1 – (A) Exposição de formas metálicas; (B) Montagem de formas metálicas; (C) Detalhamento das formas metálicas utilizadas para a construção de paredes de concreto *in loco*.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2016.

O método de parede de concreto moldado *in loco* é indicado para obras que possuem um elevado grau de repetitividade e também para empreendimentos de alto, médio e baixo padrão, uma vez que as fôrmas possuem grande versatilidade. O que se usa para fazer a definição das fôrmas é uma grande e minuciosa análise dos custos, analisando também os custos com mão-de-obra, tempo de construção e encargos. Sua utilização é indicada para casas térreas, sobrados e inclusive já foi construído edifícios de até 30 andares (FILGUEIRA FILHO, 2020).

Dentre as diversas características deste sistema, vale ressaltar algumas peculiaridades. As paredes além da função de vedação e estrutural, as instalações elétricas e hidráulicas são preliminarmente montadas e embutidas nas paredes. É um sistema racionalizado, que oferece economia, produtividade e qualidade. No entanto, para a realização desses serviços, um fator de extrema importância a ser lembrado é a necessidade de uma mão de obra especializada, responsável final pelo ritmo e qualidade construtiva.

2.1.1 Vantagens do uso da parede de concreto *in loco*

As construções que usam parede de concreto *in loco* podem ser projetadas em praticamente qualquer estilo e podem apresentar elementos como paredes altas e vãos amplos. Também podem receber qualquer tipo de acabamento (monocamada, tinta, pedra, gesso etc). Vale destacar que o concreto é um material que permite maior flexibilidade em seu uso já que pode ser moldado em qualquer formato. Nesse sentido, o concreto é muito adaptável às necessidades dos projetistas. A arquitetura ou projeto da casa é realizado sem nenhuma restrição, ou seja, adapta-se a qualquer forma de arquitetura e dimensões (VIEIRA; SILVA; GOLIATH, 2021).

Outra vantagem que torna esta técnica interessante é o isolamento térmico. A capacidade do concreto de armazenar calor é chamada de “massa térmica”. Materiais de alta densidade, como concreto, levam muito tempo para aquecer e esfriar. Basicamente, é preciso mais calor para aquecer um metro cúbico de concreto do que para aquecer um metro cúbico de tijolos. Assim, enquanto uma casa de alvenaria está sujeita a variações de temperatura durante o dia, uma casa de concreto sofre variações de temperatura mais estáveis (VIEIRA; SILVA; GOLIATH, 2021).

Em uma casa com paredes de concreto *in loco*, quando o aquecimento é desligado, a casa perde temperatura. A mesma coisa acontece no verão com o ar-condicionado. Com materiais de alta densidade, como concreto, leva muito tempo para o material aquecer e esfriar, minimizando grandes variações de temperatura. Sua absorção e perda de temperatura reduz a flutuação, o que ajuda a obter uma temperatura mais constante com menor consumo de energia. Simplificando, uma casa de concreto armado no local leva mais tempo para aquecer no verão do que para esfriar no inverno (OLIVEIRA, 2015).

Por fim, destaca-se como vantagem as propriedades de isolamento acústico das paredes de concreto *in loco*. Materiais de alta densidade, como concreto, demonstraram refletir o som, o que pode reduzir significativamente a quantidade de ruído que entra na casa. A densidade e espessura de uma parede é um fator crítico em sua capacidade de bloquear o ruído. Em geral, quanto mais isolamento acústico é necessário, mais espessura deve ser adicionada. As casas que usam parede de concreto *in loco* podem melhorar os níveis de conforto, evitando que o ruído entre na casa (SGOBBI; MIRANDA, 2021).

2.1.2 Desvantagens do uso da parede de concreto *in loco*

A primeira desvantagem a ser destacada é a mão de obra. Apesar de demandar uma mão de obra reduzida, ou seja, com um contingente de pessoas em menor número

que no uso da alvenaria convencional, é necessário que estes profissionais sejam altamente qualificados. Isso se dá pela necessidade da montagem de formas. Contudo, não é um treinamento caro, já que muitas empresas que vêm as formas fornecem este treinamento, mas que demanda tempo e dedicação da equipe em questão (VIEIRA; SILVA; GOLIATH, 2021).

Outro aspecto que torna esta técnica complicada é a impossibilidade de alterações arquitetônicas. Uma vez finalizada a obra, esta deve ser mantida indefinidamente uma vez que as paredes possuem uma função estrutural e sua quebra ou remoção pode levar a danos em toda estrutura (VIEIRA; SILVA; GOLIATH, 2021).

Um último ponto negativo refere-se ao elevado custo de investimento. Como exposto, para a construção das paredes de concreto in loco são necessárias formas. Essas formas, na extensa maioria dos casos, são alugadas, o que torna o projeto inviável economicamente, fazendo com que outras alternativas sejam adotadas (CARVALHO, 2019).

2.2 PAREDE DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO

A alvenaria estrutural, como o próprio nome indica, são as construções que consistem em que os seus principais elementos estruturais são as paredes que a compõem, para o efeito estas paredes possuem uma armadura em aço e cimento, adicionalmente, as unidades de alvenaria utilizadas possuem maior resistência do que um tijolo tradicional. O método de alvenaria estrutural, como a maioria dos métodos, apresenta elementos estruturais dispostos horizontalmente e verticalmente, neste caso a armadura principal é conduzida ao longo da estrutura internamente nas paredes (OLIVEIRA et al., 2019).

Sistema estrutural é entendido como qualquer solução estrutural válida em um campo de aplicação e com certos procedimentos específicos de análise e dimensionamento. Uma estrutura é formada, em geral, por subsistemas estruturais para cargas verticais e cargas laterais, sejam elas ventosas ou sísmicas. Um edifício pode ser considerado bem realizado ou eficiente se apresentar os mecanismos de transmissão de cargas bem definidas (MATOS *et al.*, 2020).

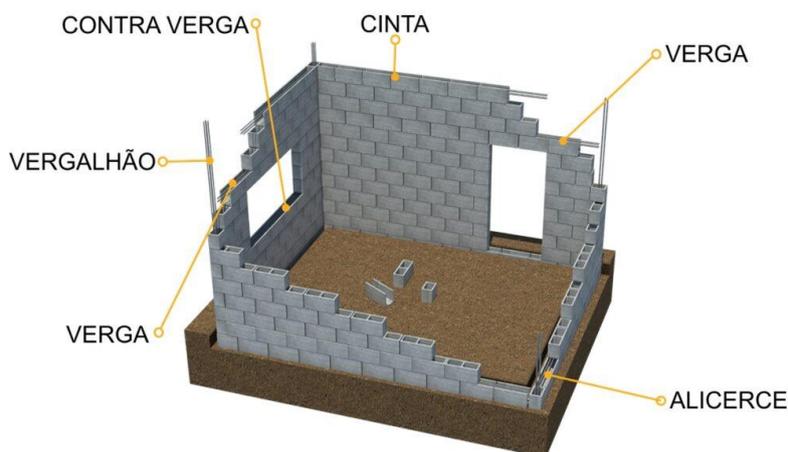
Normalmente, o desacoplamento entre os sistemas laterais e os verticais é conseguido por um aumento de rigidez por telas ou diagonais. Esta solução tem a desvantagem de aumentar as forças sísmicas, mas controla os deslocamentos em níveis proporcionais aos danos reparáveis por um terremoto severo. Entre os diferentes sistemas possíveis é escolhido de acordo com o uso, o número de andares, aspectos arquitetônicos e sua velocidade de execução. Recentemente, um sistema ideal para projetos resistentes a terremotos baseado em telas rígidas e dissipadores de energia foi proposto para alcançar edifícios rígidos e, ao mesmo tempo, dúcteis (CARVALHO; LEAL; MUNAIAR NETO, 2021).

Dada a leveza deste tipo de construção, a base necessária para suportar o seu impulso é muito menor do que a dos edifícios convencionais, embora, como é óbvio, o tipo de terreno seja o que realmente determina o tipo de fundação. " Durante as últimas décadas, a forma estrutural e os métodos de construção mudaram significativamente. Os quadros ficaram muito mais expostos e irregulares e os sistemas de paredes de alvenaria e pisos de concreto foram substituídos por elementos pré-fabricados longos com recursos mais flexíveis (RAMALHO; CORRÊA, 2013).

Este sistema é composto basicamente de elementos pedregosos (alvenaria de concreto) unidos por argamassa de cimento ou seu equivalente. É um sistema monolítico graças à união da alvenaria pela argamassa e aços reforçados adicionalmente ao interior de algumas das células, como especificado pelo projeto, da alvenaria com cimentação de cimento. Nas Figura 2 se pode ver uma esquematização de um projeto de construção de

uma casa com detalhes sobre os blocos de concreto, respectivamente (BARATTA; CORBI, 2010).

Figura 2 - Elementos que fazem parte da execução em alvenaria estrutural



Fonte: GRANDE; IMBIMBO; SACCO, 2013.

Entre os principais materiais pode-se destacar os que estão listados a seguir:

- Aço corrugado: Os aços de reforço na construção habitacional normalmente utilizados são de graus 40 e 60 ksi (280MPa e 420MPa), para colocação são listados no local ou solicitam ao fornecedor materiais previamente dobrados a frio (RETONDO, 2021).
- Blocos de concreto: É a unidade fundamental para o levantamento de paredes de alvenaria armada e são constituídos por concretos cuja resistência define a classe do bloco. A configuração das células no bloco e suas dimensões é definida pelo uso a ser dado às unidades sendo as mais comuns as duas (2) células e dimensões de 15 x 20 x 40 cm respectivamente (RETONDO, 2021).
- Concreto: Os desenhos habituais para a tipologia do projeto analisado, utilizam concretos cujas resistências são de 21MPa e 28Mpa. As condições de controle e qualidade dos materiais e preparo dos concretos no trabalho são o fator determinante para a obtenção dessas resistências. Os resíduos deste material são variáveis, sua variabilidade obedece a fatores de controle de qualidade, equipamentos utilizados, condições de concretagem, entre outros; o intervalo de variação comum a trabalhos deste tipo é de 5% (RETONDO, 2021).
- Argamassa: É um material de consistência fluida que resulta da mistura de cimento, agregados e água, sendo capaz de adicionar cal hidratada padronizada em uma proporção que não excede 1/10 do volume de cimento ou outros aditivos que não diminuem a resistência ou que causam corrosão do aço de reforço. O concreto líquido ou argamassa é usado para preencher os alvéolos das unidades de alvenaria na construção das paredes reforçadas, e sua função é integrar o reforço com a alvenaria em um único conjunto estrutural (SOUZA, 2013).

2.2.1 Vantagens da parede em alvenaria estrutural de bloco de concreto

A alvenaria estrutural é o processo de construção que vem sendo muito utilizado, porque os resultados relatam grandes benefícios. Uma das vantagens deste tipo de construção é o fato de constituir um isolador térmico e acústico. Mais de 80% da população mundial escolhe esse procedimento como o ideal para a construção de suas casas. A razão

pela qual é escolhida é porque oferece muito mais segurança, é muito mais resistente e garante uma vida útil mais longa (PEDRA, 2011).

A composição é baseada no uso de elementos como blocos de concreto com furos verticais, aço de reforço e concreto fluido. Todos esses elementos são usados para criar estruturas. Os blocos possuem certos furos que facilitam a colocação de instalações hidráulicas e elétricas (LARA; PILONETTO, 2016).

A alvenaria de blocos de concreto tem vantagens econômicas em comparação com qualquer outra alvenaria tradicional. Essas vantagens se originam, basicamente, nos menores custos de material e mão-de-obra, na velocidade de execução e no baixo nível de desperdício que pode ser alcançado no local a partir da construção com blocos de concreto; o que, por sua vez, é favorecido pelo fato de funcionar de acordo com as características de um sistema modular que permite que os materiais sejam computados no estágio do projeto com grande certeza. Entre as principais vantagens do bloco de concreto destacam-se (ONTAROLLO, 2021):

- Economia no momento da compra da alvenaria: O custo obtido da relação preço unitário da alvenaria pela quantidade de unidades necessárias por m² de parede é sempre menor para paredes de blocos de concreto do que para outros tipos de alvenaria.
- Menor quantidade de argamassa de assentamento: originado na menor quantidade de unidades necessárias por m² de parede em comparação com os outros sistemas.
- Maior desempenho do trabalho: é obtido com a menor quantidade de movimentos necessários para construir um m² de parede.
- Menos peso na parede acabada: permite construir fundações e vigas de suporte de parede menos robustas, o que implica economia de materiais e mão-de-obra.
- Maior velocidade de construção: A função estrutural do bloco agiliza o trabalho, pois não é necessário dispor de cofragens e tempos de espera para a remoção de vigas e colunas, pois o bloco funciona como cofragem perdida no sistema de construção.
- Menor custo na execução do acabamento da superfície: Devido ao excelente acabamento dos blocos fabricados por compressão vibracional em equipamentos de alta potência, é possível e até recomendável deixá-los à vista, com a conseqüente economia de materiais e mão de obra.
- Excelente comportamento estrutural: a própria capacidade de suporte do bloco, acrescida à possibilidade de colocar reforços em diferentes quantidades e arranjos, consegue satisfazer um amplo espectro de demandas em relação à resistência e estabilidade estrutural das paredes dos blocos de concreto.
- Bom desempenho como isolante térmico e acústico: as paredes dos blocos de concreto são uma excelente barreira sônica devido, entre outros fatores, à sua densidade e textura. Por sua vez, a estrutura oca desta alvenaria permite a introdução, de maneira simples e a baixo custo, de materiais isolantes, como vermiculita e poliestireno expandido de alta densidade. Com isso, a transmitância térmica da parede é significativamente reduzida, atingindo um bom nível de conforto em todos os tipos de construção.
- Maior durabilidade: Melhor isolamento resistente à água é obtido com a boa qualidade da textura da superfície dos blocos de concreto e a correta realização das juntas. Ambos os fatores, entre outros, aumentando a impermeabilidade da parede, alcançam maior durabilidade.

Pode-se dizer que a alvenaria de blocos de concreto é mais barata que os sistemas tradicionais, desde que muita atenção tenha sido prestada na fase do projeto em relação à

modulação correspondente e que sua técnica de construção seja cuidadosamente respeitada no momento da execução. Por outro lado, pode-se afirmar que esse sistema de construção atende às reivindicações do investidor, construtor, usuário e profissionais envolvidos. O primeiro, devido à velocidade da construção e aos menores custos intrínsecos do sistema, obterá um retorno mais rápido do seu capital. Este último obterá maior agilidade e simplicidade de trabalho. Engenheiros e arquitetos poderão desenvolver projetos originais e o usuário poderá desfrutar do conforto esperado (TAUIL; NESSE, 2010).

2.2.2 Desvantagem da parede em alvenaria estrutural de bloco de concreto

No momento da colocação dos blocos de concreto, eles devem estar absolutamente secos, o que significa que é necessário encontrar um local para armazená-los. Esse pode ser um problema dependendo do tamanho da obra que está sendo realizada, de modo que pode ser necessário um grande galpão ou outra estrutura que permita realizar essa armazenagem de forma correta. Além disso, se a construção estiver localizada em uma área com lençol freático alto, o uso de blocos de concreto para construção subterrânea pode causar danos à infiltração de água. Para evitar isso, é aconselhável aplicar algum material impermeabilizante de boa qualidade e tinta, que pode elevar o preço da obra (OLIVEIRA et al., 2019).

Por fim, a construção de paredes em alvenaria estrutural tem como principal desvantagem a geração excessiva de resíduos, que muitas vezes são destinados de forma incorreta, causando danos ambientais. Este fator é importante porque a indústria, seja a ela a civil, metalúrgica, entre outras, busca a elaboração de processos que sejam ambientalmente corretos, fazendo com que o uso da alvenaria estrutural seja menos interessante neste sentido (RAMALHO; CORRÊA, 2013).

2.3 COMPARATIVO

Os sistemas construtivos de parede de concreto e alvenaria estrutural possuem características distintas que os tornam vantajosos em função do tipo de projeto a ser executado. Contudo, de forma geral, Lara e Pilloneto (2016) relatam que o uso de parede de concreto considera um tempo de execução menor que pode chegar a uma redução de 30% do tempo total dependendo do projeto. Além disso, destaca que os resíduos um dos benefícios do uso de paredes de concreto são os resíduos gerados, que podem ser até 50% a menos que o uso da alvenaria estrutural (BRAGUIM; BITTENCOURT, 2014).

No estudo de Wendler (2017), o autor faz um comparativo dos dois tipos de sistema considerando a construção de uma torre com 12 pavimentos. Os principais resultados obtidos a partir deste estudo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – comparativo alvenaria estrutural e parede de concreto

Construção de 1 torre com 12 pavimentos

Sistema construtivo	Custo por uh	Prazo
Alvenaria estrutural	R\$80.732,76	8 meses
Parede de concreto	R\$79.014,54	6 meses
Construção de 10 torres com 12 pavimentos		
Alvenaria estrutural	R\$83.191,43	36 meses
Parede de concreto	R\$66.279,39	24 meses

Fonte: SOUSA; ÁVILA, 2018.

Para a construção de única torre, o sistema de alvenaria estrutural e parede de concreto apresenta quase o mesmo custo. O método de parede de concreto torna-se

vantajoso apenas em relação ao tempo, que considera uma redução de dois meses na execução do projeto. Em relação à construção de 10 torres, o uso da parede de concreto é o mais vantajoso. Isso se dá em função da redução de custo de 20% mais barato que a alvenaria estrutural e uma redução de 12 meses, sendo um fator determinante para a escolha do método. Vale destacar que neste estudo, o autor já considera o valor de aquisição das formas de concreto.

Apesar de ser mais eficiente, fulano destaca a necessidade de se estudar a capacidade de produção de paredes diariamente no uso da parede de concreto. Esse fator pode gerar atrasos na obra, uma vez que é preciso calcular com precisão a necessidade e diária de paredes a serem construídas. Outro aspecto que é questionado ao se utilizar parede de concreto in loco, é a aquisição das formas, que pode variar seu preço em diferentes fornecedores. Além disso, é necessário um projeto para destinar as formas ao final da obra, considerando sua revenda, fazendo com que haja a possibilidade de reduzir os custos finais com o empreendimento (WENDLER, 2017; MORAGA, 2016).

3 ESTUDO DE CASO

A metodologia utilizada neste estudo consiste em um estudo de caso realizado em um prédio localizado na cidade de Anápolis, GO. O prédio conta com 4 pavimentos, sendo o térreo e mais três pavimento, todos formados por apartamentos. Anteriormente o projeto era executado em alvenaria estrutural, o que possibilitou a aquisição dos dados sobre o empreendimento. Atualmente, o método adotado é o de paredes de concreto in loco, que permite a aquisição de dados para realizar o estudo comparativo.

3.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

Sobre o estudo em questão, o mesmo só é possível devido à uma parceria com a empresa do ramo que tem seu nome ocultado por razões de privacidade. O prédio é formado por 4 pavimentos de 351,38 m², contendo 8 apartamentos de 41,76 m² e dois halls em cada pavimento. As configurações de cada apartamento são apresentadas na Tabela 2.

Espaço	Área (m²)
Sala	12,15
Cozinha	6,6
Dormitório	8
Banheiro social	2,76
Suíte	9,43
Hall	8,65

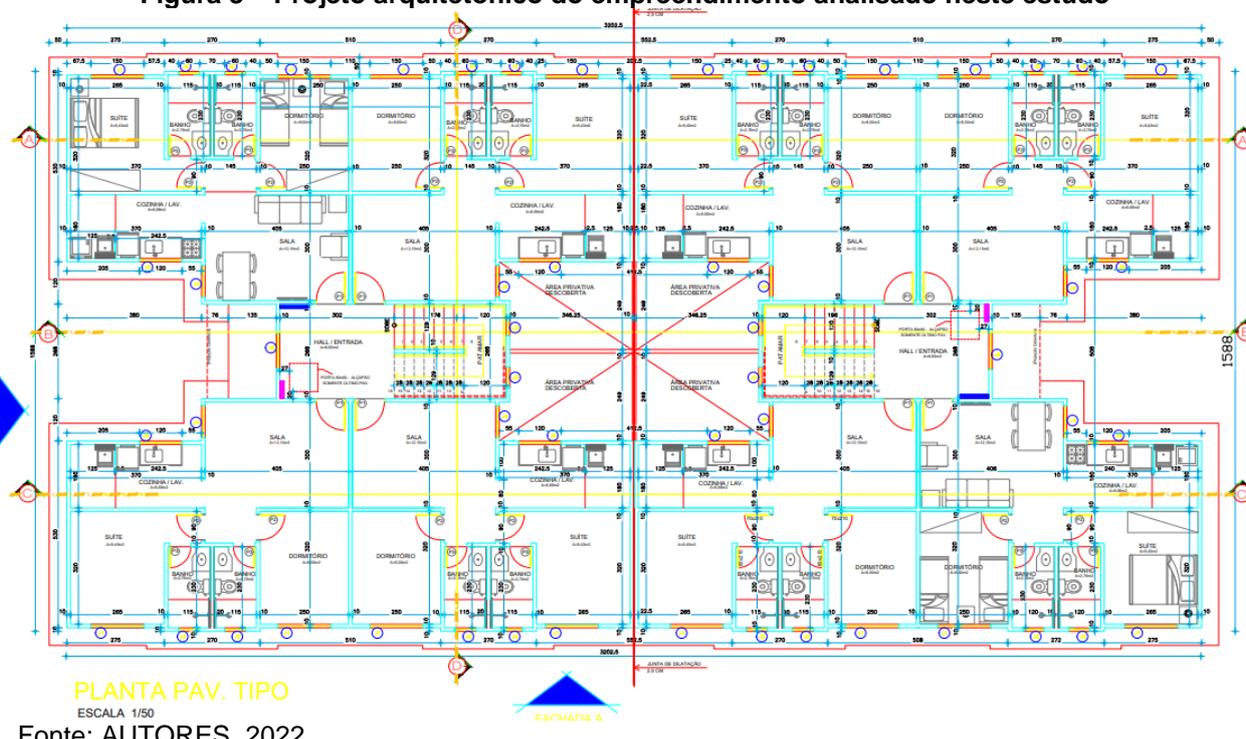
Fonte: AUTORES, 2022.

Para as análises, foram considerados os valores dos materiais utilizados no projeto de alvenaria estrutura realizados pela empresa anteriormente, bem como o tempo de execução do projeto, identificando ao final o custo e tempo total por cada prédio. Para o método de parede de concreto in loco, também se levantou os custos dos materiais e demais gastos do projeto e o seu tempo de execução. Ao final, os custos totais e o tempo de execução dos dois métodos foram comparados e discutidos. Vale ressaltar que a análise comparativa se refere a um prédio especificamente.

3.2 PROJETO ARQUITETÔNICO

Também é importante observar o aspecto arquitetônico do empreendimento. Os detalhes desse projeto podem ser observados na Figura 3.

Figura 3 – Projeto arquitetônico do empreendimento analisado neste estudo



O projeto descrito na Figura 3 apresenta o projeto arquitetônico para um pavimento. Cada bloco, como já descrito, é composto por quatro pavimentos, cada um com área de 351,38 m², contendo 8 apartamentos de 41,76 m² e dois halls em cada pavimento, como mostra a Figura 3.

3.3 ORÇAMENTO

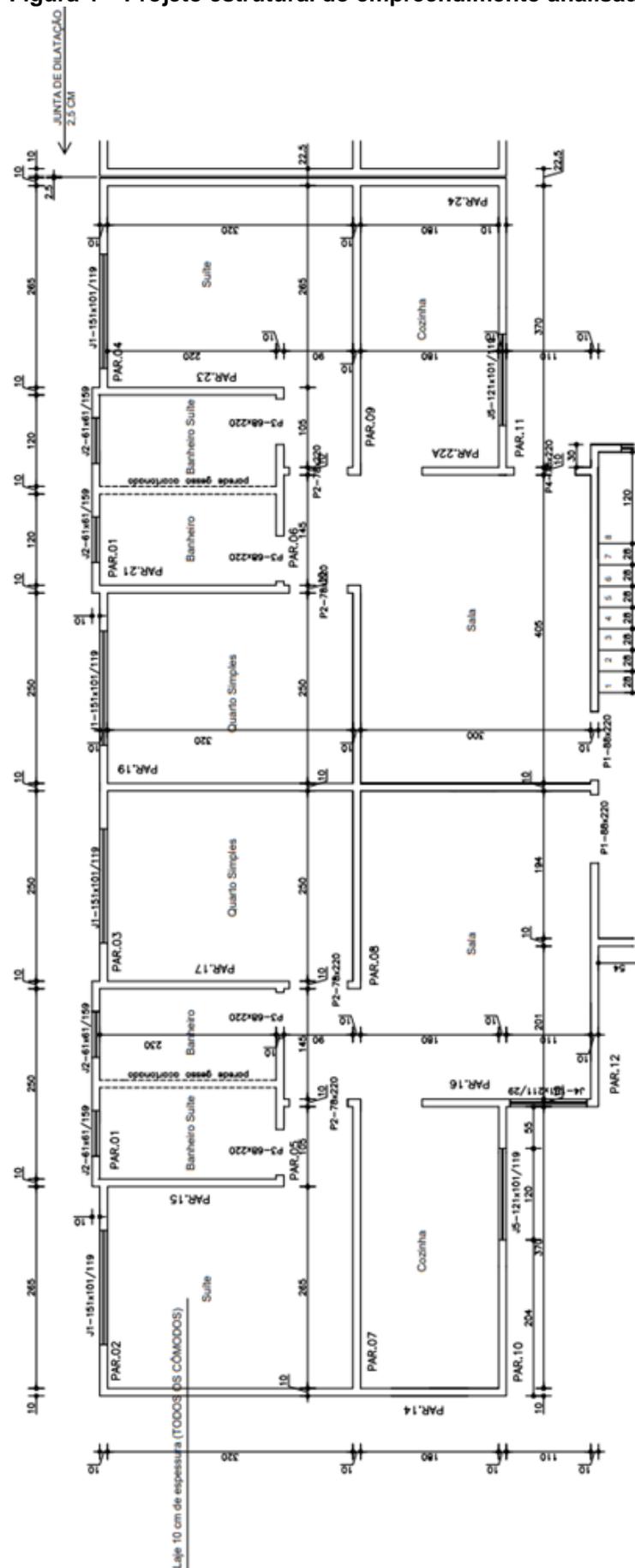
Em relação ao estudo comparativo, para a parede de concreto moldada in loco foram utilizados os dados de quantidade coletados com a empresa parceira que forneceu o projeto para este trabalho. Para a parede de alvenaria estrutural foi feito o levantamento de materiais necessários para sua construção a partir dos conhecimentos e experiência dos autores adquiridos com os estudos de faculdade e experiências em obra. Foi utilizado para o comparativo o site da ORSE, nele contém as opções de busca de preços da ORSE e o da SINAPI, tendo os valores unitários de materiais e mão de obra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo buscou-se comparar dois métodos construtivos, sendo parede de concreto e alvenaria estrutural. Para comparar estes dois métodos, considerou-se o tempo de execução de cada um, bem como os custos envolvidos nos respectivos projetos. Vale lembrar que ambos os métodos foram aplicados a um mesmo tipo de construção, com mesma área.

O projeto estrutural do empreendimento analisado aqui é exposto na Figura 4.

Figura 4 – Projeto estrutural do empreendimento analisado



Fonte: AUTORES, 2022.

O primeiro passo a ser analisado trata-se da alvenaria estrutural, seu custo para o projeto pode ser observado no Anexo 1.

É possível notar um extenso volume de materiais utilizados para a construção em alvenaria estrutural, de modo que a somatória destes materiais e mão-de-obra geral representa um total de gastos de R\$ 248.980,88. Nessa linha, o valor de o orçamento para o uso do método de parede in loco pode ser verificado em detalhes no Anexo II.

Considerando as informações disponibilizadas nos anexos, nota-se que há uma redução no valor investido, sendo que o método construtivo de parede “in loco” já demonstra uma economia significativa. Ao se comparar, por exemplo, apenas o item Platibanda, nota-se uma quantidade menor de insumos. Na alvenaria estrutural este item considera oito tipos distintos de insumos, enquanto no método de parede in loco são necessários quatro insumos. Essa redução no volume de material utilizado não reduz apenas os gastos, como também gera uma quantidade menor de resíduos, como destaca Sousa e Ávila (2018).

Seguindo com as análises, o próximo passo é a exposição do valor total gasto por cada tipo de método para um bloco completo. Lembrando que os dados apresentados anteriormente consideram apenas um pavimento. Associado ao custo total de cada bloco, também se apresenta o tempo de execução de cada um dos projetos, permitindo a compreensão mais ampla de cada um. Essas informações são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – comparativo do gasto total e tempo de execução para os dois métodos construtivos analisados.

MÉTODO CONSTRUTIVO - ALVENARIA ESTRUTURAL			
LOCAL	DESCRIÇÃO	TOTAL/PAV	TOTAL/BLOCO
ALVENARIA + PLATIBANDA	Parede executada com bloco de concreto, incluso todos insumos e mão e obra adequada e de qualidade para a execução	R\$ 108.884,71	R\$ 435.538,84
LAJE	Laje maciça, seguindo as normas de execução e utilização dos materiais corretos para execução	R\$ 140.096,16	R\$ 560.384,64
Valor Total			R\$ 995.923,48
TEMPO DE EXECUÇÃO	Tempo calculado em dias úteis trabalhados, com clima bom para execução da alvenaria e montagem da laje	30 dias	120 dias
MÉTODO CONSTRUTIVO - PAREDE IN LOCO			
LOCAL	DESCRIÇÃO	TOTAL/PAV	TOTAL/BLOCO
ALVENARIA + PLATIBANDA	Execução das paredes de formas de concreto com armação, incluso insumos e mão de obra qualificada	R\$ 164.191,60	R\$ 656.766,40
LAJE	Execução de laje maciça com forma de concreto e armação, incluso insumos e mão de obra	R\$ 69.149,71	R\$ 276.598,84
Valor Total			R\$ 933.365,24
TEMPO DE EXECUÇÃO	Tempo calculado em dias úteis trabalhados, com clima bom para execução das formas e concretagens	8 dias	36 dias

Fonte: AUTORES, 2022.

Como é possível notar na Tabela 3, o método construtivo de parede in loco mostra-se mais interessante tanto do ponto de vista econômico, como também do ponto de vista do tempo. No aspecto econômico é possível atingir uma economia de 6,28% é uma redução de 84 dias na construção de um bloco completo e uma redução de 21 dias para cada pavimento.

Logo, em linhas gerais, o método construtivo de parede in loco mostra-se mais eficiente e justificável de ser adotado nesse contexto, uma vez que é possível reduzir tanto o tempo de construção, como também gera uma economia de 6,28% (R\$62.588,40). Buscando compreender visualmente a diferença entre ambos os métodos, a Figura 3 traz um comparativo gráfico da relação entre o custo para cada um dos métodos.

Como mostrado, a diferença entre ambos os métodos é visível. Logo, considerando as informações apresentadas como forma de auxiliar gestores e engenheiros a tomarem

uma decisão, indica-se que, nestas condições, o método de construção *in loco* é mais adequado.

O método de construção da parede *in loco* é mais viável, pois apresenta melhor custo para empresa no comparativo entre tempo e valor, podendo dizer que na execução não se tem desperdícios grandes de insumos e uma obra limpa comparada a alvenaria estrutural. Esta forma de execução da parede *in loco* traz maior produtividade da equipe e execução do empreendimento de forma rápida, obtendo assim um retorno imediato para empresa que visa a qualidade e o lucro sobre o investimento. Então a melhor opção para esse tipo de empreendimento será da parede *in loco*, pois resumidamente é uma execução rápida, limpa e de menor custo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos construtivos avançam cada vez mais, modificando a forma como o homem constrói seus prédios e casas. Dentre os métodos mais utilizados no Brasil, tem-se a alvenaria estrutural, usada para diversos tipos de construção, desde grandes empreendimentos até casas com um pavimento. Por outro lado, uma técnica que tem ganhado força é o uso da técnica de parede *in loco* que permite uma construção mais rápida e limpa. Seu uso vem crescendo cada vez mais como uma alternativa à alvenaria estrutural.

Este estudo buscou comparar, portanto, o uso dessas duas técnicas nos empreendimentos de uma empresa localizada no estado de Goiás, cuja identificação foi anonimizada. Ambos os métodos foram utilizados na construção com 4 pavimentos de 351,38 m². De forma geral, em relação ao custo, a técnica de parede *in loco* representou uma economia de 6,28% em relação à outra técnica comparada, indicando que financeiramente este meio de construção é mais interessante para as condições descritas.

Em relação ao tempo de construção, o uso da parede *in loco* tem um ganho considerável. O tempo total de construção de um bloco completo é de 36 dias, enquanto que na alvenaria estrutural o mesmo bloco é construído em cerca de quatro meses (120 dias), mostrando que construir através de parede *in loco* é economicamente mais interessante para a empresa. Outro ponto é que além de mais econômico e rápido, a parede *in loco* é mais amigável com o meio ambiente, uma vez que gera menos resíduos que a alvenaria estrutural.

Por fim, de forma geral, observou-se que o método de construção *in loco* tem mais aspectos positivos do que o método de alvenaria estrutural, apontando que esta técnica poderia ser maior empregada nas construções do Brasil como uma alternativa eficiente ao método de construção de alvenaria estrutural para diferentes tipos de empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Parede de Concreto - Coletânea de ativos** 2011/2013. 2016. Disponível em: <<https://abcp.org.br/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2011-2013/>>. Acesso em 20 jun. 2022.

BARATTA, Alessandro; CORBI, Ottavia. An approach to masonry structural analysis by the no-tension assumption—Part II: load singularities, numerical implementation and applications. **Applied Mechanics Reviews**, v. 63, n. 4, p. 040803, 2010.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Concreto Armado-Eu te Amo-para Arquitetos**. Editora Blucher, 2017.

BRAGUIM, T. C.; BITTENCOURT, T. N. Dimensionamento de paredes de concreto armado moldadas no local para a máxima tensão normal de compressão. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 7, p. 498-533, 2014.

CARVALHO, Paulo Roberto de Oliveira. **Análise numérica de pequenas paredes de alvenaria estrutural de blocos de concreto em situação de incêndio: ênfase no comportamento térmico e termoestrutural**. 2019. Dissertação (Mestrado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2019.

CARVALHO, Paulo Roberto de Oliveira; LEAL, Davi Fagundes; MUNAIAR NETO, Jorge. Análise numérica de pequenas paredes de alvenaria estrutural de blocos de concreto em situação de incêndio. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, 2021.

FILGUEIRA FILHO, Amâncio da Cruz. **Contribuição ao estudo de paredes de concreto moldadas *in loco***. 2020. 298 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Mestrado em Engenharia Civil, 2020.

FONSECA, Yuri Resende. **Avaliação de usinas de reciclagem de resíduo da construção civil pelo método de opções reais combinadas**. 2014. 69 folhas. Trabalho de conclusão de curso (engenharia civil), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

GRANDE, Ernesto; IMBIMBO, Maura; SACCO, Elio. Finite element analysis of masonry panels strengthened with FRPs. **Composites Part B: Engineering**, v. 45, n. 1, p. 1296-1309, 2013.

GREVEN, Hélio Adão; BALDA, Alexandra. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil. **Porto Alegre: Habitare**, 2007.

LARA, Bruna Stocco; PILONETTO, Camila Vandresen. **Comparação entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e paredes de concreto monolíticas moldadas *in loco***. 2016. 179 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2016.

MATOS, Paulo Ricardo de et al. Uso de argamassas estabilizadas em alvenaria estrutural de blocos de concreto. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 3, p. 431-449, 2020.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural: materiais, projeto e desempenho**. Editora Blucher, 2021.

MORAGA, Gustavo et al. 463. **Inventário de ciclo de vida energético de casa com paredes de concreto do programa minha casa minha vida**. Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Moraga/publication/317414752_Life_cycle_energy_inventory_of_dwelling_with_concrete_walls_from_My_House_My_Life_Program/links/593986390f7e9b32b72cdbc9/Life-cycle-energy-inventory-of-dwelling-with-concrete-walls-from-My-House-My-Life-Program.pdf >. Acesso em: 20 jun. 2022.

NOGUEIRA, C. L. Avaliação Ultrassônica de Dano Termo-mecânico em Concreto e Argamassa. **51º Congresso Brasileiro do Concreto, Instituto Brasileiro do Concreto, Curitiba (Brasil), 10p**, 2009.

OLIVEIRA, Alexandre Lima. Influência do uso de aditivo retentor de água à base de éter de celulose nas propriedades das argamassas de assentamento em alvenaria estrutural de blocos de concreto. **Ambiente Construído**, v. 15, p. 57-69, 2015.

OLIVEIRA, Patrícia V. et al. Influência do preparo da parede de concreto moldada *in loco* na aderência do revestimento cerâmico interno. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Goiânia, GO, Brasil**, 2019.

ONTAROLLO, Vanessa Grazielle. **Análise da viabilidade econômica entre os métodos construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural**. 2021. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2021.

PEDRA, Solange Andere. Potencialidades da termografia infravermelha aplicada ao design do conforto térmico de alvenaria estrutural. **Belo Horizonte**, 2011.

RAMALHO, Márcio A.; CORRÊA, Marcio RS. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2013.

RETONDO, Lucas. **Alvenaria estrutural: o que é e como fazer?**. 2021. Disponível em: <<https://construindocasas.com.br/blog/construcao/alvenaria-estrutural/>>. Acesso em 20 jun. 2022.

SJOBBI, Vinicius Gabriel; MIRANDA, Lucas Rodrigo. Um estudo sobre o método construtivo paredes de concreto moldadas *in loco*—sua execução, vantagens e desvantagens. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 1, n. 1, p. e210915-e210915, 2021.

SOUSA, João Victor Lima; ÁVILA, Ricardo Angélico Godinho. **Análise comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “parede de concreto” e “alvenaria estrutural”—estudo de caso**. 2014. 128 folhas, Trabalho de conclusão de curso (Engenharia civil), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SOUZA, Laurilan Gonçalves. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame. **Florianópolis, SC**, 2013.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. Alvenaria estrutural. **São Paulo, Brasil: Pini**, 2010.

VIEIRA, Renato De Oliveira; SILVA, Ueliton Cassio Neto; GOLIATH, Kissila Botelho. Sistema Construtivo de Paredes de Concreto Moldadas “*IN LOCO*”. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 6, p. 499-522, 2021.

WENDLER, Arnoldo. **Construção: compare o uso de sistema vigado, alvenaria estrutural e paredes de concreto**. 2017. Disponível em:

<<https://blogdaliga.com.br/contrucao-comparativo-de-sistemas/>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

ANEXO I

Tabela 3 – Total de custos por pavimento para o método construtivo em alvenaria estrutural

LOCAL	ITEM	UND/PAV	QNT/PAV	VALOR/UND	TOTAL
ALVENARIA	Bloco de Concreto, estrutural dim. 9x19x39cm, 6 mpa	unid	14100	R\$ 3,48	R\$ 49.068,00
	Bloco de Concreto, tipo "u", dim. 9x15x30cm	unid	320	R\$ 2,18	R\$ 697,60
	Treliça H8 soldada dim. 6 metros	unid	17	R\$ 43,00	R\$ 731,00
	Meio Bloco de Concreto, estrutural dim. 9x19x19cm	unid	528	R\$ 1,20	R\$ 633,60
	Concreto em volume - cimento, areia grossa, brita 0 - 1 saco de cimento 50kg / 2 padiolas de areia grossa / 3 padiolas de brita 0	m³	70,4	R\$ 8,71	R\$ 613,18
	Argamassa industrializada AC-1, Votomassa ou similar (assentamento de blocos)	kg	11590	R\$ 0,76	R\$ 8.808,40
	Cimento Graute (20kg)	kg	2916	R\$ 1,52	R\$ 4.432,32
	Bloco de Concreto, estrutural tipo "J", dim. 9x19x39cm	unid	400	R\$ 1,70	R\$ 680,00
	Aço ca-50, 16mm, vergalhão	kg	530,2	R\$ 11,50	R\$ 6.097,30
	Sikadur epóxi (massa + catalizador)	lts	10	R\$ 50,98	R\$ 509,80
	Locação mensal de benoteira para traço em obra	unid	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
	Mão de obra para assentamento da alvenaria (total de assentamento = 950 m²)	h	950	R\$ 22,16	R\$ 21.052,00
LAJE	Painel de madeira compensada platificada para forma de concreto, e=20mm	m²	433	R\$ 117,71	R\$ 50.968,43
	Madeira tipo mista dim. 3x7x300cm	ml	960	R\$ 3,10	R\$ 2.976,00
	Prego aço polido, cabeça 17x27	kg	80	R\$ 21,05	R\$ 1.684,00
	Arame recozido torcido (diâmetro do fio: 1,25mm)	kg	40	R\$ 25,55	R\$ 1.022,00
	Concreto usinado c25, incluindo serviço de bombeamento	m³	46	R\$ 467,82	R\$ 21.519,72
	Espaçador SCB 70	unid	200	R\$ 1,74	R\$ 348,00
	Espaçador MA-25 (centopeia)	unid	1000	R\$ 1,60	R\$ 1.600,00
	Fibra de Polipropileno (pacote de 300g para 1 m³ de concreto)	unid	37	R\$ 29,00	R\$ 1.073,00
	Aço ca-50, 16mm, vergalhão	kg	132,55	R\$ 11,50	R\$ 1.524,33
	Tela de aço ca-60 soldada tipo Q-92 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	680,16	R\$ 14,06	R\$ 9.563,05
	Tela de aço ca-60 soldada tipo Q-138 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	1231,13	R\$ 14,20	R\$ 17.482,05
	Tela de aço soldada tipo Q-159 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	1318,7	R\$ 14,32	R\$ 18.883,78
	Locação mensal de escora metálica telescópica regulável	unid	435	R\$ 9,14	R\$ 3.975,90
	Mão de obra para execução da laje	m²	377	R\$ 19,83	R\$ 7.475,91
PLATIBAN-DA	Bloco de Concreto, estrutural dim. 9x19x39cm, 6 mpa	unid	2200	R\$ 3,48	R\$ 7.656,00
	Bloco de Concreto, tipo "u", dim. 9x15x30cm	unid	540	R\$ 2,18	R\$ 1.177,20
	Concreto em volume - cimento, areia grossa, brita 0 - 1 saco de cimento 50kg / 2 padiolas de areia grossa / 3 padiolas de brita 0	m³	32,7	R\$ 7,27	R\$ 237,73
	Sikadur epóxi (massa + catalizador)	lts	6	R\$ 50,98	R\$ 305,88
	Aço ca-50, 10mm, vergalhão	kg	26,65	R\$ 11,20	R\$ 298,48
	Cimento Graute (20kg)	kg	324	R\$ 1,79	R\$ 579,96
	Treliça H8 soldada dim. 6 metros	unid	25	R\$ 43,00	R\$ 1.075,00
	Mão de obra para assentamento da alvenaria	m²	179,66	R\$ 22,16	R\$ 3.981,27
Valor Total por Pavimento					R\$ 248.980,88

Fonte: AUTORES, 2022.

ANEXO II

Tabela 4 – Custos para o método de construção de parede *in loco*

LOCAL	ITEM	UND	QNT/PAV	VALOR/UND	TOTAL
ALVENARIA	Aço ca-25, 6,3mm, vergalhão	kg	168	R\$ 10,60	R\$ 1.780,80
	Aço ca-25, 8mm, vergalhão	kg	948	R\$ 10,75	R\$ 10.191,00
	Aço ca-50, 10mm, vergalhão	kg	334	R\$ 11,20	R\$ 3.740,80
	Espaçador EPF-100 (tela/parede)	unid	4000	R\$ 1,43	R\$ 5.720,00
	Espaçador GABR-100	unid	1000	R\$ 1,52	R\$ 1.520,00
	Isopor 100x50x2,0cm (dilatação)	m ²	33	R\$ 8,67	R\$ 286,11
	Argamassa industrializada AC-1, Votomassa ou similar	kg	1280	R\$ 0,76	R\$ 972,80
	Fibra de Polipropileno (pacote de 300g para 1 m ³ de concreto)	unid	80	R\$ 29,00	R\$ 2.320,00
	Pino de aço parabolt 36mm	unid	1000	R\$ 3,30	R\$ 3.300,00
	Desmoldante das formas	kg	200	R\$ 39,77	R\$ 7.954,00
	Sikadur epóxi (massa + catalizador)	lts	3	R\$ 50,98	R\$ 152,94
	Arame recozido torcido (diâmetro do fio: 1,25mm)	kg	80	R\$ 26,55	R\$ 2.124,00
	Tela de aço ca-60 soldada tipo Q-92 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	2724,45	R\$ 14,06	R\$ 38.305,77
	Concreto usinado c25, incluindo serviço de bombeamento	m ³	95	R\$ 467,82	R\$ 44.442,90
	Mão de obra para execução das formas de parede (montagem, desmontagem, limpeza das formas e parede, montagem das telas nas paredes)	m ²	950	R\$ 20,33	R\$ 19.313,50
LAJE	Espaçador SCB-70	unid	200	R\$ 1,74	R\$ 348,00
	Espaçador MA-25 (centopeia)	unid	1000	R\$ 1,60	R\$ 1.600,00
	Isopor 10x10x10cm (tubulação de gás e água)	unid	30	R\$ 2,40	R\$ 72,00
	Isopor 10x15x15cm (prumada do ramal pluvial)	unid	8	R\$ 3,30	R\$ 26,40
	Isopor 10x15x70cm (shaft/elétrica)	unid	2	R\$ 4,00	R\$ 8,00
	Isopor 10x15x50cm (shaft/áreas molhadas)	unid	16	R\$ 3,80	R\$ 60,80
	Tela de aço soldada tipo Q-159 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	1318,7	R\$ 14,32	R\$ 18.883,78
	Tela de aço ca-60 soldada tipo Q-138 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	1231,13	R\$ 14,20	R\$ 17.482,05
	Fibra de Polipropileno (pacote de 300g para 1 m ³ de concreto)	unid	30	R\$ 29,00	R\$ 870,00
	Concreto usinado c25, incluindo serviço de bombeamento	m ³	46	R\$ 467,82	R\$ 21.519,72
	Mão de obra para execução das formas da laje (montagem, desmontagem, limpeza das formas e montagem das telas na laje)	m ²	433	R\$ 19,12	R\$ 8.278,96
PLATIBANDA	Tela de aço ca-60 soldada tipo Q-92 (diâmetro do fio: 4,20mm, tipo da malha: quadrada)	kg	780	R\$ 14,06	R\$ 10.966,80
	Aço ca-25, 8mm, vergalhão	kg	63	R\$ 10,75	R\$ 677,25
	Fibra de Polipropileno (pacote de 300g para 1 m ³ de concreto)	unid	20	R\$ 29,00	R\$ 580,00
	Concreto usinado c25, incluindo serviço de bombeamento	m ³	21,04	R\$ 467,82	R\$ 9.842,93
Valor Total por Pavimento					R\$ 233.341,31

Fonte: AUTORES, 2022.