



CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**EDENUELC ARMSTRONG CARSO
JESSYKA HENRIQUE DE MORAIS
ROBERTO XAVIER ALMEIDA CAMILO E SOUZA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE EXECUTIVA DE CASAS
POPULARES EM ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO
ARMADO**

**IPORÁ-GO
2023**

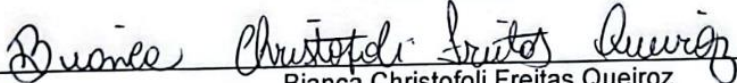
**EDENUELC ARMSTRONG CARSOSE
JESSYKA HENRIQUE DE MORAIS
ROBERTO XAVIER ALMEIDA CAMILO E SOUZA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE EXECUTIVA DE CASAS
POPULARES EM ALVENARIA ESTRUTURAL OU CONCRETO
ARMADO**

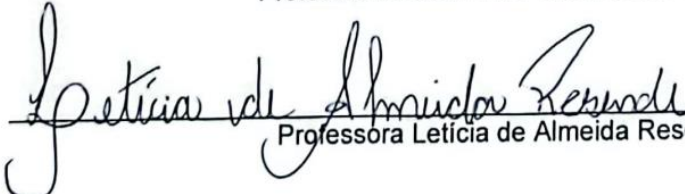
Artigo apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil do centro universitário de Iporá-UNIPORA como exigência parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Bianca Christofoli Freitas Queiroz

BANCA EXAMINADORA


Bianca Christofoli Freitas Queiroz
Presidente da Banca e Orientadora


Professor Wender Vitor Martins dos Santos


Professora Letícia de Almeida Resende

IPORÁ-GO

2023

Estudo comparativo da viabilidade executiva de casas populares em alvenaria
estrutural ou concreto armado

Roberto Xavier Almeida Camilo e Souza¹

Edenuelc Armstrong Cardoso²

Jessyka Henrique de Moraes³

Bianca Christofoli Freitas Queiroz⁴

RESUMO

O método construtivo é crucial na elaboração de projetos, sendo a etapa estrutural, responsável por uma parte significativa do custo total da obra. No Brasil, o concreto armado com vedação em blocos cerâmicos é amplamente utilizado devido à sua simplicidade e mão de obra comum. No entanto, outros métodos, como a alvenaria estrutural, mostram-se viáveis em termos de custo e prazo. Um comparativo entre dois projetos fornecidos pelo órgão público AGEHAB (Agencia Goiana de Habitação) a Casa Social Goiás, uma em concreto armado e outra em alvenaria estrutural, revelou que a casa em alvenaria estrutural, apesar do maior custo em mão de obra apresenta uma vantagem de 7,78% no custo dos materiais, um dos motivos é que a casa em alvenaria estrutural utiliza 10,58% menos ferragem do que a casa em concreto armado. Porém, neste caso específico algumas escolhas de projeto limitaram o potencial do método em alvenaria estrutural. Por exemplo, a escolha de uma parede hidráulica para comportar o projeto hidráulico, um gasto que poderia ser contornado de forma mais simples utilizando outros recursos do próprio método. uma abordagem mais cuidadosa poderia otimizar a alvenaria estrutural, tornando-a mais vantajosa em custo e prazos com uma compatibilização de projetos voltada para o ambiente de obra.

Palavras-chave: Custo-benefício. Orçamento. Método construtivo.

Comparative study of the feasibility of low-income houses in structural masonry or reinforced concrete

ABSTRACT

The constructive method is crucial in project development, with the structural phase responsible for a significant portion of the total construction cost. In Brazil, reinforced concrete with ceramic block infill is widely used due to its simplicity and common workforce. However, other methods, such as structural masonry, prove to be viable in terms of cost and timeline. A comparison between two projects provided by the public agency AGEHAB (Goiás Housing Agency) under the Casa Social Goiás initiative, one using reinforced concrete and the other structural masonry, revealed that the structural masonry house, despite higher labor costs, has a 7.78% advantage in material costs. One reason is that the structural masonry house uses 10.58% less reinforcement than the reinforced concrete house. However, in this specific case, certain project choices limited the potential of the structural masonry method. For instance, choosing a hydraulic wall to accommodate the plumbing design incurred additional expenses that could have been more simply addressed using other resources within the method itself. A more careful approach could optimize structural masonry, making it more advantageous in terms of cost and timelines with project compatibility tailored to the construction environment.

Keywords: Cost-benefit. Budget. Construction method.

INTRODUÇÃO

A Construção civil é uma área que permanece em movimento, mesmo em meio a crises econômicas. Ela está sempre procurando estratégias de modo a nunca perder a produtividade e, muitas vezes, até crescendo em meio às crises. Um exemplo, segundo a ABRAIN (Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias), é o crescimento do PIB da construção civil em 16,4% desde 2020, período de pandemia da Covid-19.

A necessidade e busca pela adaptação é o motivo que torna a construção civil tão grandiosa em nosso país. O emprego de técnicas construtivas que se encaixem nessa necessidade é de vital importância, pois a competitividade do mercado atual exige um sistema construtivo baseado na ideia de modernização,

sempre associada à segurança, conforto, higiene, economia e eficiência (SALOMÃO; SANTOS; SANTIAGO, 2019)

Dentre os métodos utilizados, o concreto armado pode ser considerado o método mais óbvio para os brasileiros, principalmente no contexto de uma residência de pequeno porte. O concreto foi definido por Bastos (2019) como um material composto por água, agregados miúdos, agregado graúdos e, pode ou não, ser adicionado algum tipo de aditivo químico. O concreto armado, por sua vez, é a união do concreto a uma armadura que, na maioria das vezes, forma o esqueleto da estrutura.

Mello (2011) argumenta, em seus estudos, que o concreto armado é um método que utiliza elementos de aço envoltos em concreto, aproveitando de suas características para resistir às cargas impostas. Sua chegada foi durante o século XIX com o intuito de ser usado em grandes construções como pontes, viadutos e grandes edifícios, porém esse método só se popularizou no Brasil durante o século XX.

Devido à abundância de materiais, o concreto armado mostrou-se efetivo em suprir o exacerbado e descontrolado crescimento urbano proveniente do êxodo rural e se popularizou devido à sua execução simplificada. Em toda a construção civil, o concreto é o material de maior serventia e mais utilizado no mundo inteiro. É um material de alta resistência, denso, durável e fácil de ser fabricado (SCARI; SANTOS, 2021).

O concreto armado, em um ponto de vista superficial, parece ser a escolha ideal para a realidade brasileira quando se trata de uma construção pequena. Segundo Santos (2008), o concreto armado é o material mais conveniente para as circunstâncias brasileiras se olharmos para a segurança; é relativamente barato e exige uma mão de obra não muito exigente. Não é à toa que existem matérias dedicadas a esse sistema construtivo em faculdades de engenharia e arquitetura. Boa parte das construções que vemos por aí são baseadas nele, comprovando sua eficiência.

Entretanto, o concreto armado desempenha apenas a função estrutural da construção, dependendo de outro material para fazer a vedação das paredes, na maioria das vezes, tijolos cerâmicos. A alvenaria de vedação é um sistema construtivo composto por unidades básicas, que são os blocos cerâmicos ou de

outro material, ligados entre si pela argamassa de assentamento (PITANGA; 2016).

Thomaz (2009) destaca que a vedação nesse tipo de sistema construtivo deve suportar apenas o peso das cargas geradas por ela mesma e as cargas de utilização, como redes de dormir, armários, entre outros. Mesmo que sua execução seja facilitada e com pouca exigência profissional, ainda assim necessita-se de mão de obra especializada para a montagem das fôrmas, etapa que antecede a concretagem.

Salgado (2014) aponta que as formas devem atender às exigências do projeto, ter resistência adequada às cargas e que a rugosidade superficial atenda aos projetos, além de priorizar o reaproveitamento na mesma obra, visto que o trabalho de desforma é custoso. Seu tempo de execução pode ser prolongado se comparado a outros métodos menos populares.

Tendo esses pontos em vista, deve-se englobar o custo total de todos os diferentes materiais e mão de obra que compõem a execução do concreto armado, visto que esse método é metodicamente dividido em etapas, sendo cada uma pré-requisito para as outras. Apesar da popularidade e difusão do concreto armado por todo o mundo, outros sistemas construtivos vêm mostrando um desempenho similar. Desempenho é definido pela NBR 15575 (ABNT, 2013) como sendo o "Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas". Buscando atender às necessidades de qualquer tipo de usuário, uma edificação deve levar em consideração seu desempenho e o custo total, independente do sistema escolhido. A NBR 15575 (ABNT, 2013) também define "Custo total de uma edificação ou de seus sistemas, determinado considerando-se, além do custo inicial, os custos de manutenção ao longo de sua vida útil".

Desde a antiguidade, o homem primitivo, mesmo que inconscientemente, utilizava de sistemas construtivos eficientes e que perduraram durante as eras. Empilhar pedras para formar um abrigo que proteja do sol e da chuva e, ao mesmo tempo, que seja resistente a ponto de não se ceder com o passar dos dias, pode ser considerado a ideia central do método construtivo em alvenaria estrutural. A alvenaria estrutural é o processo construtivo na qual, os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma racional (CAMACHO, 2006). Em suas pesquisas, Nascimento (2007) ainda define alvenaria estrutural de

formar mais simplória, como um sistema construtivo que se resume em moldar pedras, tijolos ou blocos unindo-os por um ligante (argamassa).

A alvenaria estrutural é um método no qual toda a estrutura contribui para resistir aos esforços impostos pelas cargas. Fatores práticos tornam a alvenaria estrutural um sistema eficiente em mais de um sentido. As paredes feitas de blocos não assumem somente a função de vedação, como na alvenaria convencional. A arquitetura e a estrutura desempenham um papel mútuo. Na alvenaria estrutural, todo o corpo da casa assume um papel estrutural. Essa característica a torna um método construtivo muito prático e econômico em relação ao tempo de obra.

A alvenaria estrutural é uma das técnicas que se apresenta como uma alternativa eficiente e viável para a utilização em obras padrão popular, devido à sua técnica ser baseada na racionalização de mão-de-obra e apresentar uma redução significativa de custos quando comparado aos demais sistemas construtivos (PERBON; SILVEIRA; BARUFFI; CERIOLI, 2022).

Os blocos de concreto são fabricados utilizando cimento Portland, agregados, água, e podem incorporar aditivos, contanto que os atributos físico-mecânicos do produto final atendam aos requisitos estabelecidos no tópico 5.3 da NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria (ABNT, 2016). O traço pode variar conforme a resistência desejada. Existe uma ampla variedade de blocos disponíveis para atender a todas as demandas exigidas durante a execução. A construção da alvenaria estrutural consiste em assentar os blocos, unindo-os com uma argamassa de assentamento.

Argamassa de assentamento tem a responsabilidade de distribuir a carga para os blocos funcionando como uma solda em uma estrutura metálica, ligando o bloco de cima com o de baixo. Geralmente a argamassa de assentamento tem de 70% a 100% da resistência do bloco (GARCIA, RODRIGUES, SANTOS, QUEIJA; 2019).

Após o assentamento dos blocos, inicia-se o processo de graute, que consiste em um concreto composto por cimento Portland, agregados graúdos, agregados miúdos, cal ou algum aditivo que contribua com a plasticidade, trabalhabilidade e *Slump*, capaz de preencher espaços estreitos. Os blocos são grauteados em seções, a cada quantidade conveniente de fiadas assentadas, pode-se iniciar o processo de grauteamento, preenchendo assim os pontos definidos em projeto juntamente com o aço. Sua função mais comum é o preenchimento, por lançamento ou bombeamento, dos vazados verticais ou

horizontais da alvenaria, aumentando sua resistência e garantindo aderência da armadura embebida (PASEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2014).

A alvenaria estrutural é um método muito prático, onde é possível obter uma significativa evolução em termos executivos em pouco tempo. Essa agilidade pode fazer toda a diferença em um orçamento limitado. Além disso, durante a execução, há algumas economias, como na compra de formas e uma redução expressiva na quantidade de ferragem. A crescente demanda por moradias populares e o elevado custo dos materiais construtivos convencionais tornaram imperativa a busca por tecnologias úteis e de baixo custo como alternativa a esses materiais tradicionais (DIAS, 2015).

Apesar das vantagens apresentadas, a alvenaria estrutural possui limitações, principalmente em termos arquitetônicos. Toda a estrutura desempenha a função de suportar as cargas; portanto, alguns cuidados devem ser tomados, como evitar rasgos nas paredes, pois podem comprometer a estrutura, causando rachaduras e até mesmo consequências mais graves. Por isso, a etapa de projeto deve ser compatibilizada de forma a prever a execução dos projetos complementares. Projetos em alvenaria estrutural começam pela arquitetura e devem ser desenvolvidos pensando no sistema construtivo, não em adaptar-se a um sistema, evitando assim a perda de sua potencialidade (GARCIA, RODRIGUES, SANTOS, QUEIJA; 2019). Em comparação ao concreto armado, a alvenaria estrutural apresenta duras limitações no âmbito arquitetônico, mostrando-se assim um sistema mais obsoleto nesse sentido.

No Brasil, a popularidade do concreto armado na construção civil é notória, sendo considerado o método convencional de construção. No entanto, em contextos diversos, outros métodos podem ser considerados, visando a economia no orçamento final. O custo na execução de uma casa de pequeno porte tem um impacto significativo, pois, na maioria das vezes, o orçamento nesse tipo de obra se torna extremamente limitado.

A alvenaria estrutural pode se mostrar uma solução viável nesse aspecto, pois o custo de uma obra não deriva apenas do gasto com materiais. Um projeto bem compatibilizado e uma execução rápida e limpa podem proporcionar a margem necessária para uma obra se enquadrar ou não em um orçamento pequeno.

Tendo em vista o exposto, este trabalho visa comparar os métodos construtivos em alvenaria estrutural e concreto armado, trazer um estudo sobre o assunto e apresentar um comparativo de custos totais na execução de cada método, apontando qual dos dois métodos é uma alternativa mais viável economicamente para a construção de uma casa de pequeno porte.

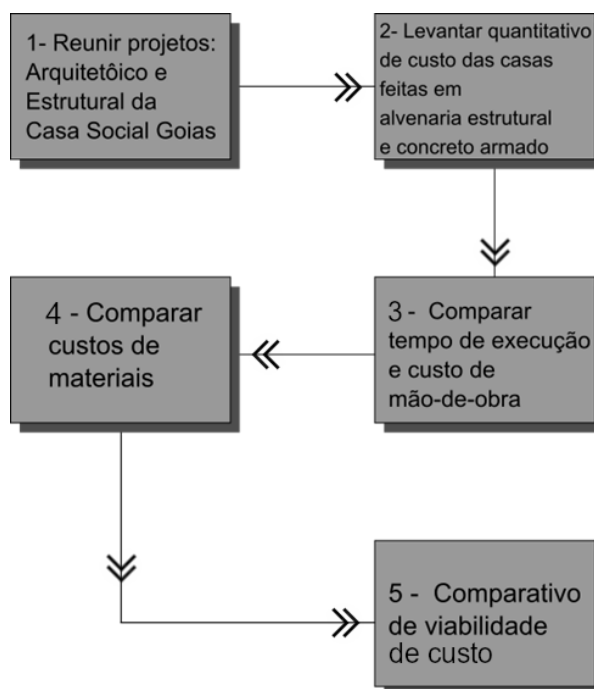
4 MATERIAL E MÉTODOS

Como base para alcançar os objetivos desejados, foi efetuado pesquisas bibliográficas e científicas, para a obtenção de evidências e demais estudos sobre o assunto a partir da revisão de literatura, que auxiliou na retenção de informações sobre os métodos construtivos (alvenaria estrutural e concreto armado), permitindo a demonstração da aplicação dos métodos e seus comparativos. Além do comparativo bibliográfico, os métodos também foram comparados em campo.

Para avaliar a viabilidade econômica de execução dos métodos construtivos em concreto armado e alvenaria estrutural, foi realizado um comparativo com base no custo e no quantitativo do material. Sendo analisados o tempo de execução e o custo médio da mão de obra utilizada em cada método em uma residência de pequeno porte.

A Figura 1 ilustra o fluxo de como este comparativo será conduzido.

Figura 1 - Fluxograma da execução do trabalho.



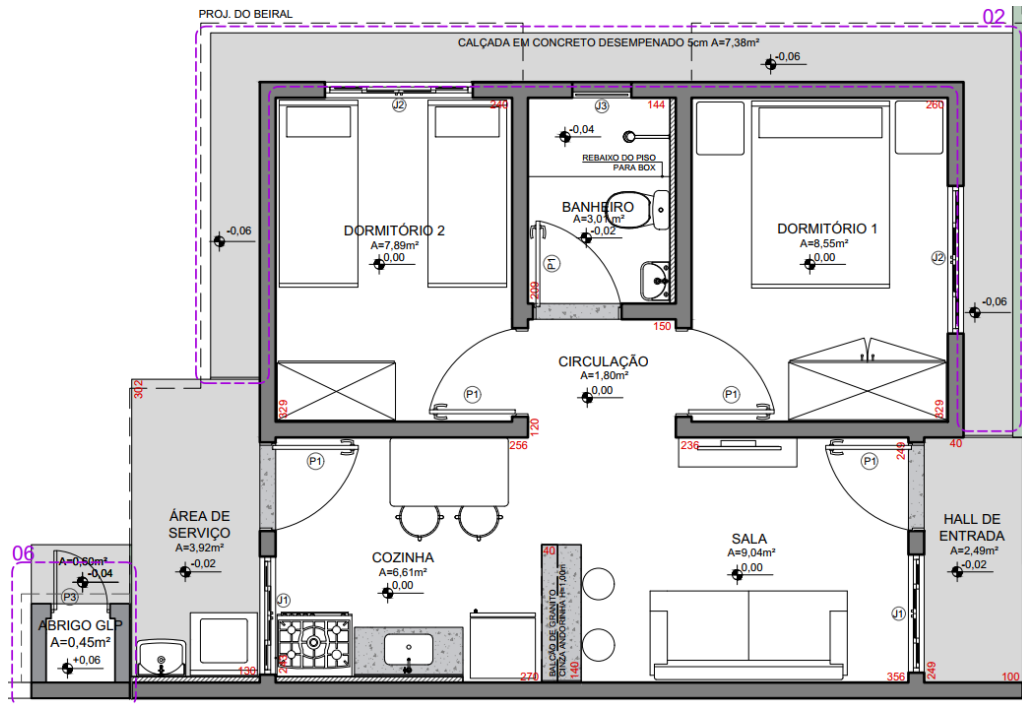
Fonte: própria (2023).

Após a obtenção dos dados, estes foram analisados levando em consideração o sistema utilizado, tempo de execução, gastos com mão de obra, e foram apontadas características de cada sistema que se destacaram ou não em relação ao outro.

Como fonte de comparação, foi utilizado um modelo de casa fornecido pela Agência Goiana de Habitação (AGEHAB) um órgão do governo que tem como missão proporcionar moradia digna e de qualidade de vida para famílias com vulnerabilidade social.

O projeto fornecido é a Casa Goiás Social (Figura 2, Figura 3). A fim de manter a paridade, o comparativo foi realizado a partir do projeto arquitetônico e estrutural da Casa Goiás Social, que, independentemente do método construtivo usado, seguem a mesma arquitetura e dimensões. Além dos projetos, também foi coletado a tabela de quantitativos. Os orçamentos feitos pela AGEHAB tomam como base as tabelas da GOINFRA (Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte) tabelas essas que são públicas na internet.

Figura 2 - Projeto arquitetônico alvenaria estrutural Casa Goiás Social utilizado para o comparativo.



Fonte: AGEHAB, (2022)

Figura 3 - Projeto arquitetônico concreto armado Casa Goiás Social utilizado para o comparativo.

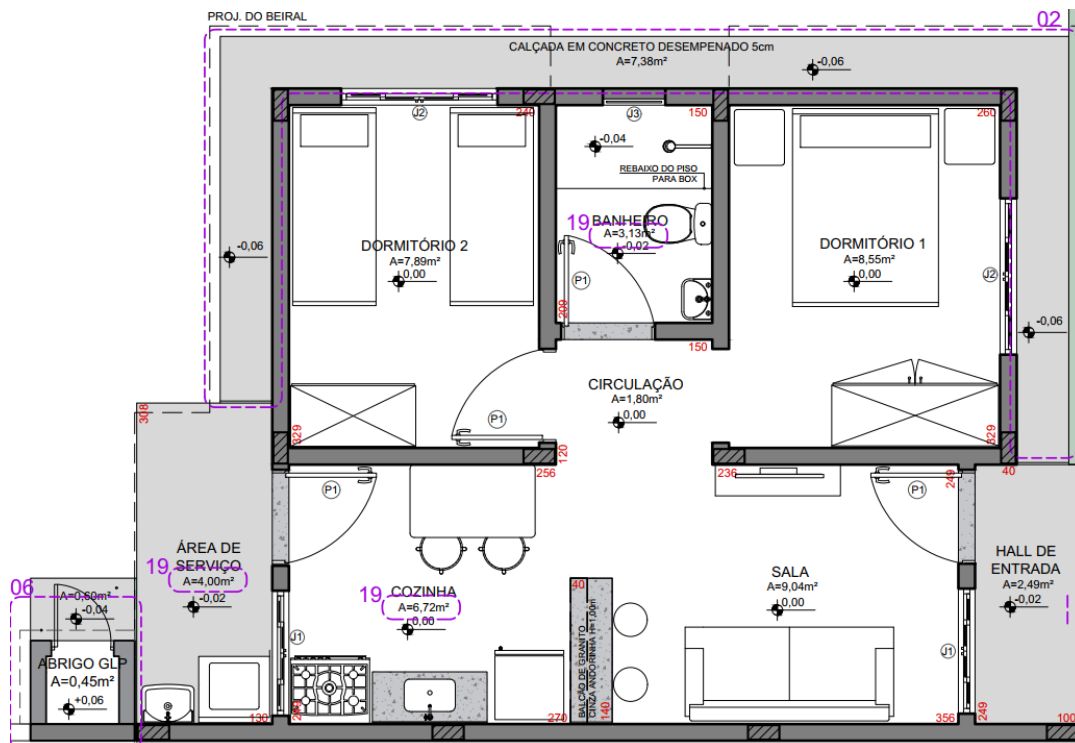


Figura 3 - Fonte: AGEHAB, (2022).

Ambos os projetos fornecidos pela AGEHAB têm 47,43m² de área construída. As informações sobre o tempo médio de execução para os métodos construtivos estudados foram fornecidas pelas empresas ROD Edificações e Incorporadora, que está construindo 30 Unidades Habitacionais (30UH) em alvenaria estrutural na cidade de Jaupaci-GO, localizada a 214 km da capital, Goiânia. E pela empresa EDIFICAR que está construindo 50 Unidades Habitacionais (50UH) em concreto armado na cidade de Aragarças-GO, situada a 376 km da capital, Goiânia, para a AGEHAB.

Para as considerações de tempo estimado de execução de cada método foi considerado em um clima perfeito, onde não houvesse nenhum contratempo que pudesse atrapalhar o trabalho. Essas informações sobre o tempo médio de execução de cada método foram as únicas informações coletadas das empresas terceirizadas. Todos os outros custos foram retirados diretamente das planilhas da AGEHAB, evitando assim a disparidade orçamentária devido à diferença geográfica.

O custo com materiais de ambos os métodos foi retirado das planilhas fornecidas pela AGEHAB. No entanto, para se aproximar ao máximo de um cenário em que não haja construtoras envolvidas e em que o próprio responsável técnico, já com o projeto legalizado em mãos, faça a contratação de mão de obra e a compra dos materiais, foi considerado o valor de apenas uma Unidade Habitacional (1UH) e subtraído dela o valor pago referente às construtoras terceirizadas. Tendo isso em mente, as porcentagens usadas neste trabalho serão baseadas nesse valor, após a subtração. Como o valor de mão de obra tende a variar, a AGEHAB considera um valor estimado por metro quadrado construído, incluindo a mão de obra, e assim foi considerado neste trabalho.

Visto que o projeto Casa Goiás Social se difere apenas no método construtivo, sendo idênticos em arquitetura e dimensões, neste trabalho foram considerados apenas os projetos estruturais. Isso se deve ao fato de que os projetos complementares (Hidráulico, elétrico, pluvial, luminotécnico, telhado, paisagismo, topográfico) não afetariam significativamente o trabalho, pois até mesmo os materiais de acabamento são iguais em ambos os projetos.

O orçamento da AGEHAB considera a execução de todas as etapas construtivas a ponto de deixar a casa pronta para moradia. Neste trabalho, será considerada a execução do método até o ponto de colocar a estrutura do telhado.

Vale salientar que a fundação em radier não será considerada, pois, é idêntica em ambos os projetos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para alcançar a comparação de viabilidade de custo entre os métodos estruturais em concreto armado e alvenaria estrutural, usando como base os dados da AGEHAB, foi inicialmente analisado os dados e estabelecido um filtro no valor total para que a pesquisa fosse fidedigna aos objetivos almejados.

O valor estimado para cada Unidade Habitacional (UH) engloba todas as etapas da construção, incluindo a contratação da empresa responsável, materiais, mão de obra e o prazo da obra a ponto de deixar a casa pronta para moradia. No caso da residência em alvenaria estrutural, esse valor por UH é de R\$120.375,28, e no caso do concreto armado, é de R\$121.060,84. Esses valores foram demonstrados nos quadros 1, 2 e 3. Como o foco deste estudo é o custo direto de uma casa de pequeno porte fora do contexto industrial, os valores gastos com a contratação da empresa responsável foram desconsiderados, conforme evidenciado a seguir.

Quadro 1- Custo total da Obra estimado pela AGEHAB

Método construtivo	Número total de UH	Valor total da obra	Valor por UH
Alvenaria estrutural	30UH	R\$3.611.258,43	R\$120.375,28
Concreto armado	50UH	R\$6.053.042,08	R\$121.060,84

Fonte: Própria, elaborado com os dados da AGEHAB (2023).

Quadro 2- Custo estimado pela AGEHAB de contratação pela empresa responsável

Método Construtivo	Valor total da obra	Valor por UH
Alvenaria Estrutural	R\$913.901,87	R\$30.463,38
Concreto Armado	R\$1.553.327,61	R\$31.066,55

Fonte: Própria, elaborado com os dados da AGEHAB (2023).

Quadro 3 – descontos e valores usados no estudo

Método Construtivo	Valor por UH	Valor Pago para empresa	Valor usado no trabalho
Alvenaria estrutural	R\$120.375,28	R\$30.463,38	R\$89.911,90
Concreto armado	R\$121.060,84	R\$31.066,55	R\$89.994,29

Fonte: Própria, elaborado com os dados da AGEHAB (2023).

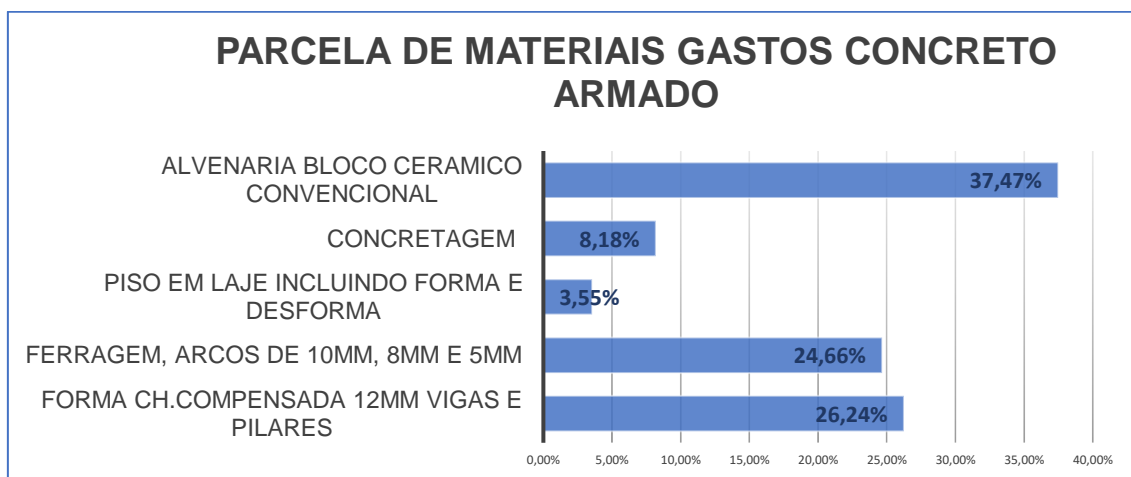
Como mostrado nos quadros acima, os valores abordados para o comparativo são de R\$89.911,90 para o método em alvenaria estrutural e R\$89.994,29 para o método em concreto armado. Esse desconto foi aplicado para se aproximar ao máximo de uma situação em que não haja construtoras envolvidas e em que o próprio responsável técnico, já com o projeto legalizado em mãos, faça a contratação da mão de obra e compra dos materiais. O quadro abaixo explicita os valores isolados dos materiais de cada método, apontando também sua parcela dentro do orçamento total.

Quadro 4 – Representação do custo dos materiais estruturais dentro do orçamento

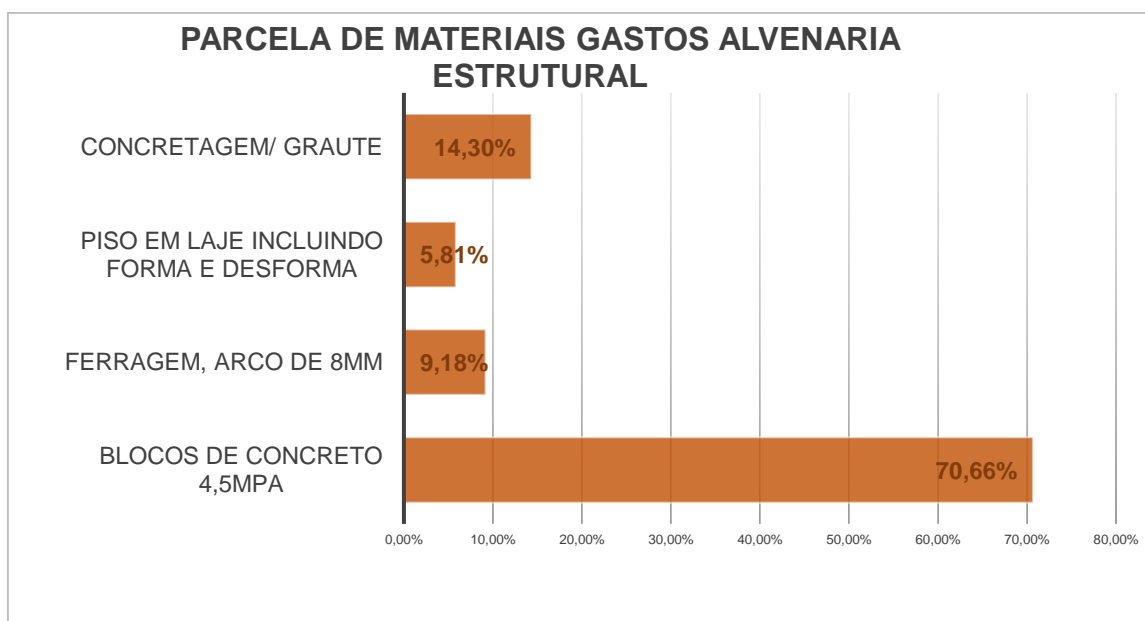
Método Construtivo	Valor da obra	custo dos materiais projeto estrutural(R\$)	Custo dos materiais projeto estrutural (%)
Alvenaria estrutural	R\$89.911,90	R\$15.918,88	17,70%
Concreto armado	R\$89.994,29	R\$22.929,06	25,48%

Fonte: Própria, elaborado com os dados da AGEHAB (2023).

No quadro 4, mostrado acima, foi apresentada uma parcela do orçamento total de 17,70% referente aos materiais gastos com o projeto estrutural em alvenaria estrutural, enquanto no caso do concreto armado essa parcela é de 22,48%. Foi observada uma vantagem no custo de 7,78% para o método em alvenaria estrutural. Isso se deve ao método em concreto armado considerar a vedação como algo separado da estrutura gerando assim um gasto a mais quando comparado ao outro método. Os gráficos 1 e 2 apresentam as parcelas em porcentagem e custo dos materiais gasto no orçamento do projeto estrutural de cada método.

Gráfico 1: Divisão de gastos referente a cada material concreto armado

Fonte: própria, elaborado com os dados da AGEHAB (2023).

Gráfico 2: Divisão de gastos referente a cada material alvenaria estrutural

Fonte: própria, elaborado com os dados da AGEHAB (2023).

Através dos gráficos 1 e 2, observa-se o enfoque de cada método quanto aos materiais gastos. O concreto armado (gráfico1) apresenta um orçamento mais equilibrado em termos de porcentagens, pois a estrutura é subdividida em etapas, porém, a alvenaria, nesse caso, não desempenha nenhuma função estrutural.

Na totalidade referente à alvenaria estrutural (gráfico 2), percebe-se que boa parte dos custos está associada ao valor da alvenaria em si. No entanto, ao contrário do método em concreto armado, os blocos de concreto desempenham a função de reter vigas e pilares em seus vãos, eliminando a necessidade de formas e, portanto, economizando tempo e dinheiro. Outro fato notável é a representação da ferragem em cada orçamento. Na alvenaria estrutural, a quantidade de ferragem necessária é significativamente reduzida, pois neste método a utilização de colunas de aço é dispensável devido às paredes desempenharem a função estrutural. Segundo Bastos (2021), uma alvenaria estrutural bem executada possibilita a interação entre a estrutura, permitindo que a carga se espalhe para as próximas paredes, resultando na uniformização das tensões, o que representa um grande benefício tanto estrutural quanto econômico.

Baseado nas informações fornecidas pela empresa ROD Edificações e Incorporadora (2023) no caso da alvenaria estrutural, gasta-se, em média, 3,5 dias (três dias e meio) para deixar a casa no ponto de receber a estrutura do telhado. Um dia é dedicado à elevação até a 10ª fiada de blocos, e dois dias e meio são necessários para concluir os serviços nos andaimes. O grauteamento das vigas e pilares é realizado simultaneamente à elevação da alvenaria, deixando a casa pronta para receber a estrutura metálica.

No caso do concreto armado, segundo dados fornecidos pela empresa Edificar (2023) concluiu-se que esse método é um pouco mais minucioso, dividido em etapas. A etapa de forma e desforma, concretagem e assentamento da alvenaria. Nesse caso estima-se 8 dias (oito dias) necessários para a execução de todas as etapas deixando a casa no ponto para receber a estrutura do telhado. Para essas informações foi considerado uma situação de clima perfeito para os serviços.

Considerando as vantagens de custo oferecidas pela alvenaria estrutural em relação ao concreto armado, é relevante destacar algumas particularidades

que, neste caso específico, aproximam seus orçamentos. Um desses aspectos é a limitação na alvenaria estrutural, onde as paredes não podem ser abertas para acomodar os projetos elétricos e hidráulicos devido à sua função estrutural. Essa característica impõe a necessidade de uma cuidadosa compatibilização para garantir que a estrutura não seja comprometida, resultando em uma complexidade adicional no processo construtivo.

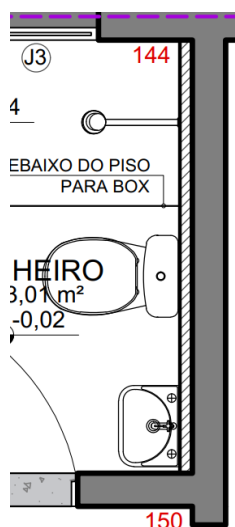
Nesse contexto, é imperativo que o projeto seja concebido com o método estrutural em mente, exigindo uma compatibilização minuciosa. No projeto fornecido pela AGEHAB, o projetista escolheu adotar paredes hidráulicas (figuras 4 e 5) como uma solução para ocultar as tubulações. Embora seja uma alternativa, essa abordagem pode não ser a mais viável em termos de custo.

Figura 4 – Detalhamento da parede hidráulica na área de serviço e cozinha.



Fonte: AGEHAB, (2022).

Figura 5 - Detalhamento da parede hidráulica no banheiro.



Fonte: AGEHAB, (2022).

Outra peculiaridade diz respeito à mão de obra, pois no método convencional há uma abundância de trabalhadores qualificados no mercado, o que reduz o custo desse serviço. A etapa de concretagem, na maioria das vezes, é realizada por mão de obra não especializada.

Em contrapartida, a mão de obra para a alvenaria estrutural possui um custo significativamente mais elevado, e o método demanda profissionais qualificados, uma vez que uma alvenaria mal executada pode comprometer toda a construção. Nesse projeto da AGEHAB, o custo estimado para o assentamento de blocos de concreto é de R\$138,00 por m², enquanto os blocos convencionais custam aproximadamente R\$127,00 por m². Ao considerar esses valores em conjunto com os gastos adicionais relacionados à construção das paredes hidráulicas, torna-se possível compreender a paridade nos orçamentos finais.

Os dois métodos possuem características específicas e aplicações próprias. No caso do método em concreto armado, o gasto com as formas é um fator crucial. Além do custo com o material, é necessário levar em consideração o tempo de montagem e desmontagem das formas, o que pode elevar consideravelmente o prazo total de entrega da obra, especialmente na ausência de uma gestão eficiente de recursos e mão de obra.

No outro lado do comparativo, a alvenaria estrutural apresenta diversas facilidades. No entanto, sua mão de obra mais cara equilibra o valor final da obra. Mesmo assim, esse método mostrou-se mais compensativo ao reduzir significativamente o tempo de execução e, conseqüentemente, a acumulação de resíduos. Com uma abordagem mais inteligente no processo de compatibilização de projetos, é possível evitar gastos extraordinários, como no caso das paredes hidráulicas.

6 CONCLUSÃO

A comparação orçamentária, utilizando a base de dados da AGEHAB, demonstrou que o método em alvenaria estrutural se sobressai em relação ao método em concreto armado. Tendo em vista que o método em concreto armado se mostrou mais caro devido às suas características, que exigem maior quantidade de materiais, como a necessidade de formas para a execução de

vigas e pilares, além da alta demanda de ferragem em sua estrutura. Assim, do ponto de vista financeiro, utilizar alvenaria estrutural revelou-se mais vantajoso.

Em termos de mão de obra, a alvenaria estrutural apresentou desvantagens, pois demanda profissionais qualificados para a execução, e, por não ser tão utilizado quanto o concreto armado, sua mão de obra é mais cara. No entanto, esse custo pode ser compensado pelo tempo de obra, visto que, devido ao concreto armado ser extremamente metódico em suas etapas, seu tempo de execução aumenta consideravelmente em relação à alvenaria estrutural, que, por sua vez, é um método mais prático durante a execução.

Apesar de todas as vantagens apresentadas pelo método em alvenaria estrutural, este exemplo destaca a importância significativa da etapa de projeto quando se trata de custos. Com escolhas mais práticas e uma compatibilidade de projetos bem elaborada, o método em alvenaria estrutural poderia ter demonstrado o máximo de seu custo-benefício.

Se propõe ainda que a pesquisa comparativa entres os métodos construtivos envolvendo alvenaria estrutural sejam feitas em outras instâncias, levando em consideração soluções de projeto própria para o método, como, blocos hidráulicos, próprios para comportarem os projetos hidráulico e elétrico, visando abranger demais informações sobre as vantagens e desvantagens dos métodos estruturais existentes.

7 REFERÊNCIAS

ABRAINC. PIB da **Construção cresceu 16,4% desde 2020. ABRAINC, 21 dez. 2022.** Disponível em: <https://www.abrainc.org.br/construcao-civil/2022/12/21/pib-da-construcao-cresceu-164-desde-2020>. Acesso em: 03 nov. 2023.

AGEHAB. Acesso à Informação. AGEHAB, 2023. Disponível em: <https://goias.gov.br/agehab/acesso-a-informacao/>. Acesso em: 03 dez. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: **Edificações habitacionais – desempenho parte 1: Requisitos gerais**. São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812-1: **Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos 1**: Projetos. São Paulo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136 : Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos: Projetos**. São Paulo, 2016.

BASTOS, Paulo Sérgio; Alvenaria estrutural. UNESP – Campus de Bauru São Paulo: Departamento de Engenharia Civil. 2021

BASTOS, Prof. Dr. Paulo Sérgio. Fundamentos do concreto armado. UNESP universidade estadual paulista – Campus de Bauru/SP departamento de engenharia civil e ambiental. 2019

CAMACHO, Prof. Dr. Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. UNESP Universidade estadual paulista Julio de Mesquita Filho. 2006

DIAS, G. D. **Viabilidade técnica e econômica do superadobe na construção de casas populares**. 2015. 59 f. Trabalho de Graduação (Graduando em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá. 2015.

EDIFICAR CONSTRUTORA. Contato. EDIFICAR CONSTRUTORA, 2023. Disponível em: <https://www.edificarconstrutora.com.br/contato/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

GARCIA, Bruno Rafael Godoi; RODRIGUES, Emerson Arnaldo; SANTOS, Juan Marcus, Araujo; QUEIJA, Renato, Colaviti; **Alvenaria estrutural, sistema construtivo e suas diferenças para a alvenaria convencional**. Revista Engenharia em Ação, Um Toledo. V. 04. 2019.

GOIÁS. Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes. Chamamento Público nº 08/2021. **ORÇAMENTO FINAL SOMENTE ONERAD. GOIÁS, 2021.** Disponível em: https://www.goinfra.go.gov.br/arquivos/arquivos/Licitacao/chamamento_publico/publicacao_08_2021/ORCAMENTO_FINAL_SOMENTE_ONERAD.pdf. Acesso em: 02 out. 2023.

MELO, Alexandre Dias de Melo; CARVALHO, Laísa C; **Comparativo de custo entre o método construtivo de concreto armado e alvenaria estrutural em relação ao método de alvenaria estrutural com bloco cerâmico para residências de pequeno porte.** UNIS. 2011.

NASCIMENTO, Andréia Moreno do. **A segurança do trabalho nas edificações em alvenaria estrutural: um estudo comparativo.** Dissertação de mestrado, 2007

PARSEKIAN; Guilherme, A; HAMID; A, Ahmad; DRYSDALE, Robert, G. **Comportamento e dimensionamento de Alvenaria estrutural.** Segunda edição 2014

PITANGA, Marcelo de Andrade; **Contribuição ao estudo de pórticos de concreto armado preenchidos com alvenaria de blocos cerâmicos.** Universidade Federal do Pernambuco. 2016

PERBONI, Danieli; SILVEIRA, Gabriele Rech; BARUFFI, Diniane; CERIOLI, Vitor Piran. **Comparação de custo entre alvenaria estrutural e concreto armado para um edifício de quatro pavimentos na região norte do rio grande do sul.** Perspectiva, Erechim. V. 46. 2021

ROD Edificações e Incorporações, Goiânia Goiás, 2023. Disponível em: <http://www.rodconstrutora.com.br/>. Acessado em 11 de Novembro de 2023. Acesso. 11 nov. 2023

ROSÁRIO, Alex Márcio Cabral do; **Estudo comparativo de custo entre alvenaria estrutural, paredes de concreto armado e alvenaria em painéis modulares.** Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte. V.8, 2017.

SARHAT, S. R.; SHERWOOD, E. G. **The prediction of compressive strength of ungrouted hollow concrete block masonry.** Construction and Building Materials, v. 58.

SANTOS, Roberto Eustáquio dos. **Armação do concreto no Brasil história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia. Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação: “Conhecimento e Inclusão Social”, da Faculdade de Educação da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de doutor Linha de Pesquisa: História da Educação, Belo Horizonte. 2008**

SCARI, Pamela; SANTOS, Odair. **Patologias em estruturas de concreto armado.** Revista Boletim do Gerenciamento. V. 3, 2021

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; Santos, André Andrade dos; Santiago, Aclly Ney Oliveira. **Aspectos gerais do concreto armado e os procedimentos técnicos para sua utilização.** Res., Soc. Dev. 2019.

SALGADO, Julio. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** 3. ed. São Paulo: Érica, 2014.

THOMAZ, Ercio; MITIDIÉRI, Cláudio Vicenti Filho; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. Código de práticas nº 1: **alvenaria de vedação de blocos cerâmicos.** IPT/EPUSP. São Paulo, 2009.

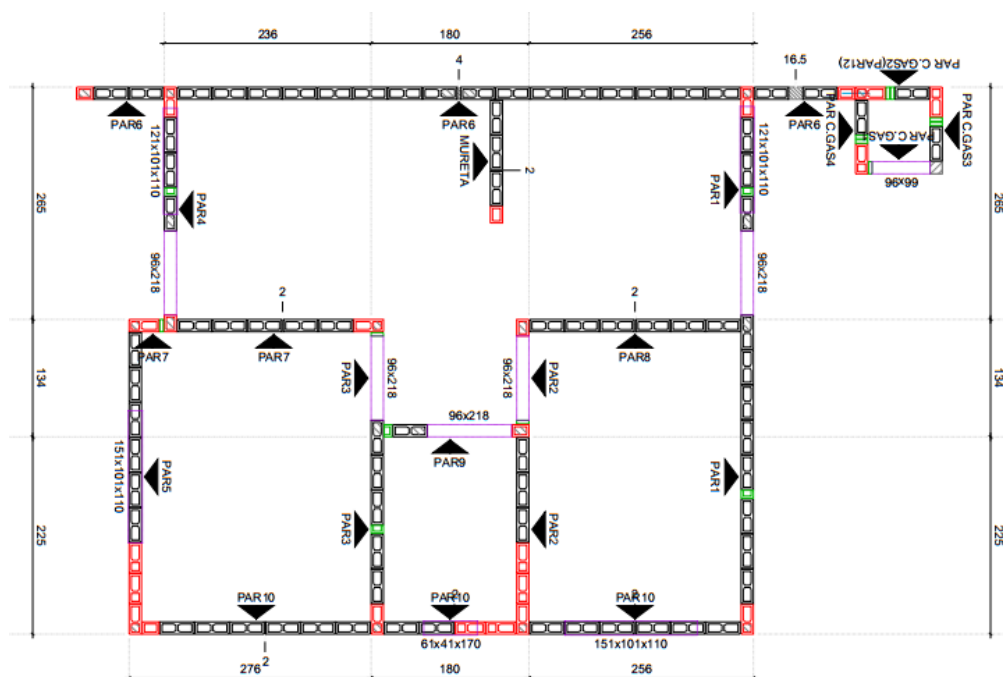
8 ANEXO A – PLANILHAS DA AGHEAB

SIN	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÃ OS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	M2	58,18	52,15	13,25	65,40	3.804,97	4.551,89	1.745,40	114.149,10	136.556,57
SIN	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM) FBK = 14,0 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M², SEM VÃ OS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	M2	12,50	68,19	16,87	85,06	1.063,25	1.271,97	375,00	31.897,50	38.158,98
SIN	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², COM VÃ OS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	M2	66,97	53,19	14,51	67,70	4.533,87	5.423,87	2.009,10	136.016,10	162.716,06
GOIN	PISO EM LAJE PRÉ-MOLDADA INC. CAPEAMENTO/FERR.DISTRIB./ESCORAMENTO E FORMA/DESFORMA	m2	6,39	103,26	18,59	121,85	778,41	931,21	191,70	23.352,30	27.936,36
SIN	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015	M3	2,30	540,05	287,84	827,89	1.904,15	2.277,93	69,00	57.124,50	68.338,04
GOIN	ACO CA-50 A - 8,0 MM (5/16") - (OBRAS CIVIS)	Kg	90,06	11,2	2,37	13,57	1.222,11	1.462,01	2.701,80	36.663,30	43.860,31
GOIN	FORMA CH.COMPENSADA 12MM-VIGA/PILAR U=4V - (OBRAS CIVIS)	m2	84,75	59,34	5.029,34		6.016,60	4.237,50	251.467,00	300.829,97	
GOIN	ACO CA-50 A - 8,0 MM (5/16") - (OBRAS CIVIS)	Kg	141,91	11,89	1.687,25		2.018,46	7.095,50	84.362,50	100.922,86	
GOIN	ACO CA-50A - 10,0 MM (3/8") - (OBRAS CIVIS)	Kg	147,55	11,30	1.667,65		1.995,01	7.377,50	83.382,50	99.750,48	
GOIN	ACO CA - 60 - 5,0 MM - (OBRAS CIVIS)	Kg	96,91	13,97	1.353,45		1.619,13	4.845,50	67.672,50	80.956,61	
GOIN	PISO EM LAJE PRÉ-MOLDADA INC. CAPEAMENTO/FERR.DISTRIB./ESCORAMENTO E FORMA/DESFORMA	m2	6,39	106,76	682,03		815,91	319,50	34.101,50	40.795,62	
GOIN	CONCRETO USINADO CONVENCIONAL FCK=25 MPA COM TRANSPORTE MANUAL - (O.C.)	m3	4,43	318,87	1.412,61		1.689,91	221,50	70.630,50	84.495,27	
GOIN	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO/ADENSAMENTO MANUAL DE CONCRETO - (OBRAS CIVIS)	m3	4,43	35,27	156,23		186,90	221,50	7.811,50	9.344,90	
GOIN	ALVENARIA DE TIUOLO FURADO 1/2 VEZ 11,5 X 19 X 19 - ARG. (1 CALH:4ARML + 100 KG DE C/M3)	m2	128,45	55,88	7.178,08		8.587,14	5.908,70	330.191,68	395.008,31	
GOIN	VERGA/CONTRAVERGA EM CONCRETO ARMADO FCK = 20 MPA	m3	0,34	2.492,99	855,10		1.022,96	15,64	39.334,60	47.055,98	
COMP	PEITORIL DE CONCRETO	m	6,00	14,78	88,69		106,10	276,00	4.079,74	4.880,59	

Fonte: AGEHAB (2022)

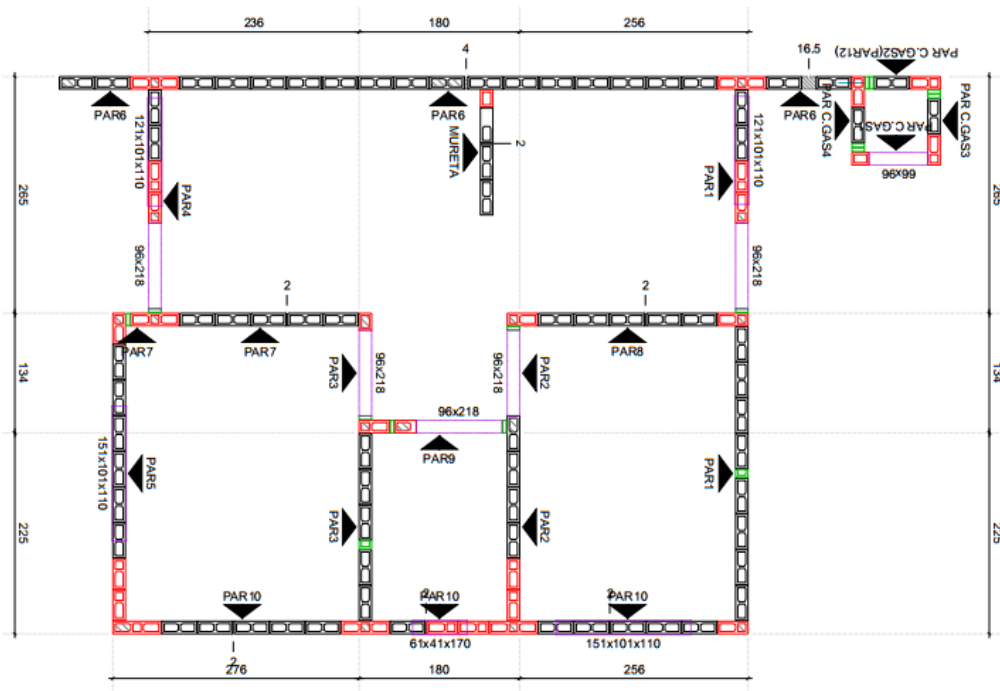
9 ANEXO B – PROJETOS

Fiada 1 de blocos alvenaria estrutural



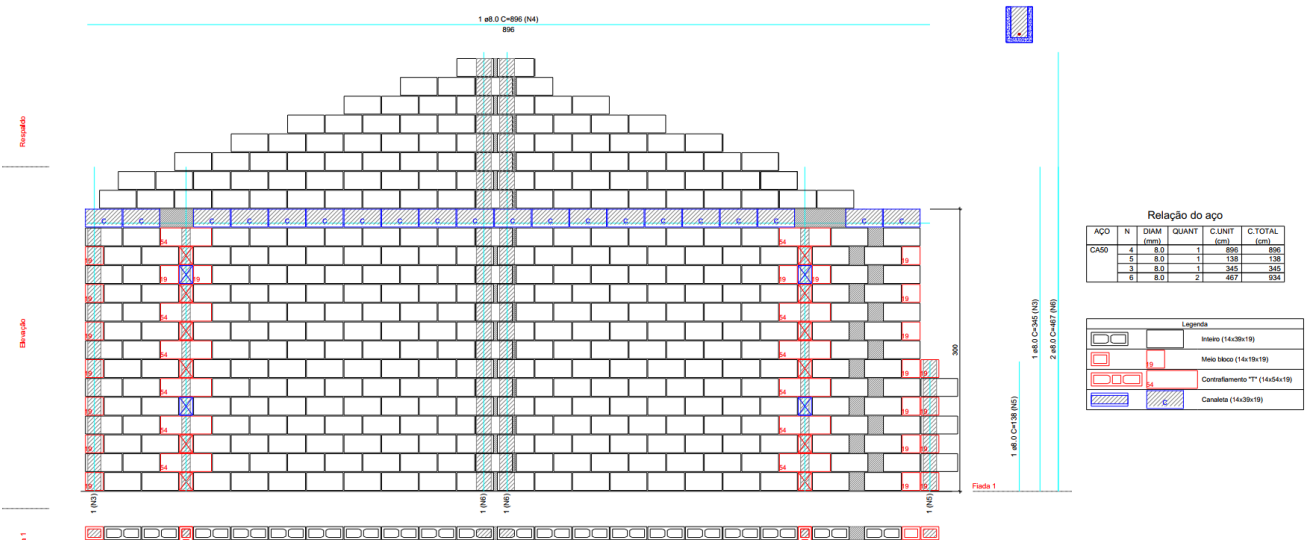
Fonte: AGEHAB (2022)

Fiada 1 de blocos alvenaria estrutural



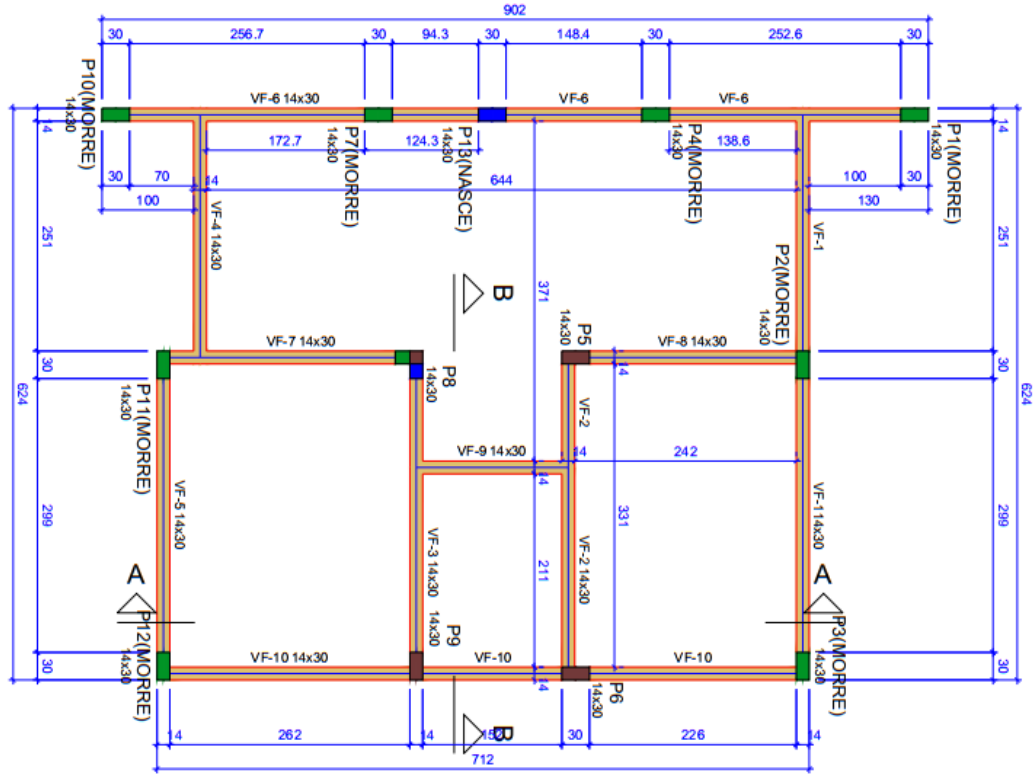
Fonte: AGEHAB (2022)

Parede PAR6 Alvenaria estrutural



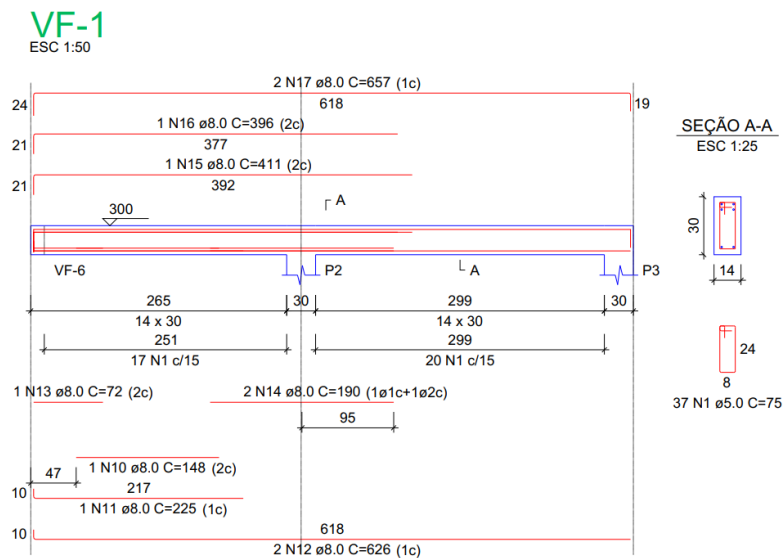
Fonte: AGEHAB (2022)

Projeto estrutural concreto armado



Fonte: AGEHAB (2022)

VF-1 Concreto armado



Fonte: AGEHAB