

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Gabrielly Silva Monteiro

**COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA  
ESTRUTURAL X PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO***

Santa Maria, RS  
2023

**Gabrielly Silva Monteiro**

**COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA  
ESTRUTURAL X PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO***

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Civil**.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Marcos Alberto Oss Vaghetti

Santa Maria, RS  
2023

**Gabrielly Silva Monteiro**

**COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA  
ESTRUTURAL X PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO***

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Civil**.

**Aprovado em 10 de agosto de 2023:**

---

**Marcos Alberto Oss Vaghetti, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Alexandre Silva de Vargas, Dr. (UFSM)**

---

**Amanda Vielmo Sagrilo, Me. (UFSM)**

Santa Maria, RS

2023

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui.

À minha mãe, a pessoa mais importante da minha vida, que nunca mediu esforços para que eu chegasse até aqui, foi meu porto seguro em todos os momentos de desespero e de achar que eu não conseguiria, e sempre me incentivou e mostrou que eu era capaz, para ti meu muito obrigada.

À minha família e em especial aos meus dindos, que sempre estiveram torcendo por mim e me apoiando de todas as formas possíveis e por vezes até impossíveis para que eu alcançasse meu sonho.

Ao meu pai do coração, que me deu todo o suporte para que eu conseguisse estudar, sei que mesmo não estando mais junto de mim, tenho certeza que está feliz.

À minha amiga e colega Thainá que passou alegrias, tristeza, incertezas, medos, aprovações e reprovações comigo, tu foste e és uma das peças mais importantes para eu conseguir, juntas começamos e juntas vamos terminar essa batalha em direção ao tão sonhado diploma, obrigada por tanto.

Aos meus colegas de trabalho Dani e Leonardo, obrigada por me aguentarem nesse 1 ano e meio de estágio, por estarem do meu lado, pelos puxões de orelha, obrigada por me ensinarem sem medir esforços, vocês são demais. E ao Daniel pela ajuda, apoio e torcida por mim.

Aos meus amigos, que entenderam minha ausência nos momentos que precisei me distanciar porque precisava estudar.

Ao Professor Vaghetti, pela orientação e paciência, obrigada por confiar em mim e fazer como que esse trabalho fosse possível.

E por fim, obrigada a todas as pessoas que fizeram parte dessa caminhada, foram longos 8 anos, a todos que acreditaram em mim.

Muito obrigada!

*“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)*

## RESUMO

### COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL X PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO*

AUTORA: Gabrielly Silva Monteiro  
ORIENTADOR: Marcos Alberto Oss Vaghetti

Este estudo tem como objetivo à investigação comparada da implementação de dois sistemas construtivos: paredes de concreto moldadas *in loco* e alvenaria estrutural, a fim de verificar qual dos sistemas é mais vantajoso. Com a necessidade da racionalização, rapidez e eficiência, o mercado da construção teve que encontrar formas de manter a produção de habitações em alta. Com isso, o método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* veio ganhando destaque no Brasil. Este trabalho estuda esse sistema, como seus componentes, sua execução e também o compara com o método construtivo da alvenaria estrutural. Após realizada a análise e comparação qualitativa e quantitativa dos dois sistemas, pode-se observar que em relação a alvenaria estrutural, o sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* ganha destaque, por suas vantagens como a rapidez e alta produtividade que pode reduzir em até 30% o seu tempo de execução comparado a alvenaria estrutural, resistência e durabilidade, mão de obra reduzida devido a multifuncionalidade das equipes e menos desperdício de materiais, chegando a reduzir o desperdício em até 50% e seu custo de obra relativamente mais baixo. Devido sua rápida execução, ela torna-se excelente para a produção de obras de grande escala, como condomínios, pelo fato da sua semi-industrialização, e assim tendo seu principal papel a racionalização como um todo.

**Palavras-chave:** Paredes de Concreto. Alvenaria Estrutural. Sistemas Construtivos. Comparação.

## ABSTRACT

# COMPARISON OF CONSTRUCTION SYSTEMS: STRUCTURAL MASONRY VS. IN-SITU CAST CONCRETE WALLS

AUTHOR: Gabrielly Silva Monteiro  
ADVISOR: Marcos Alberto Oss Vaghetti

This study aims to conduct a comparative investigation of the implementation of two construction systems: cast-in-situ concrete walls and structural masonry, in order to determine which system is more advantageous. With the need for rationalization, speed, and efficiency, the construction market had to find ways to maintain productivity at a high level. In this context, the cast-in-situ concrete walls construction method has been gaining prominence in Brazil. This work examines this system, its components, and execution, and also compares it with the structural masonry construction method. After conducting a qualitative and quantitative analysis and comparison of the two systems, it can be observed that, in comparison to structural masonry, the cast-in-situ concrete walls system stands out due to its advantages, such as speed and high productivity, which can reduce execution time by up to 30% compared to structural masonry. It also offers increased strength and durability, reduced labor requirements due to the multifunctionality of the teams, and less material waste, resulting in up to a 50% reduction in waste and relatively lower construction costs. Thanks to its quick execution, this system becomes excellent for large-scale projects, such as condominiums, due to its industrialization, playing a significant role in overall rationalization in the construction process.

**Keywords:** Concrete Walls. Structural Masonry. Building Systems. Comparison.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	PIRÂMIDES DO ANTIGO EGITO.....	8
FIGURA 2 -	EDIFÍCIO MONADNOCK.....	9
FIGURA 3 -	TIPOS DE BLOCOS UTILIZADOS NA ALVENARIA ESTRUTURAL. ....	10
FIGURA 4 -	SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA DA ALVENARIA ESTRUTURAL. ....	12
FIGURA 5 -	EFLORESCÊNCIA NA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	14
FIGURA 6 -	FISSURAÇÃO NA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	14
FIGURA 7 -	SISTEMAS DE FORMAS DA GETHAL .....	16
FIGURA 8 -	SISTEMA OUTINORD: FORMAS METÁLICAS TIPO TÚNEL.....	17
FIGURA 9 -	TIPO DE FORMAS .....	18
FIGURA 10 -	ESCORAMENTO METÁLICO.....	19
FIGURA 11 -	TELA DE AÇO SOLDADA .....	20
FIGURA 12 -	MARCAÇÃO DA LAJE.....	22
FIGURA 13 -	ESPAÇADORES.....	23
FIGURA 14 -	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	23
FIGURA 15 -	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NA LAJE.....	24
FIGURA 16 -	MONTAGEM DAS FORMAS .....	25
FIGURA 17 -	CONCRETAGEM DE EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO. ....	26
FIGURA 18 -	CURA POR MEMBRANA .....	27
FIGURA 19 -	CURA POR MOLHAGEM .....	27
FIGURA 20 -	CORREÇÃO DE DEFEITO NO CONCRETO .....	28
FIGURA 21 -	FACHADA COM ACABAMENTO E COM REVESTIMENTO EM TEXTURA PROJETADA. ....	29
FIGURA 22 -	BOLHAS DE AR INCORPORADO NAS PAREDES DE CONCRETO.....	30
FIGURA 23 -	EXEMPLO DE FISSURA EM PAREDE DE CONCRETO.....	31
FIGURA 24 -	ACABAMENTOS EM CADA TIPO DE PAREDE .....	36



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TIPOS DE CONCRETO.....	18
TABELA 2 - CUSTO DO SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL POR M <sup>2</sup> .....	33
TABELA 3 - CUSTO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO POR M <sup>2</sup> .....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

NBR – Norma Brasileira de Regulamentação

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SINAP – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1. JUSTIFICATIVA.....	7
1.2. OBJETIVOS.....	7
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>8</b>
2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL.....	8
<b>2.1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2. COMPONENTES.....</b>	<b>10</b>
2.1.2.1. BLOCO.....	10
2.1.2.3. GRAUTE.....	11
2.1.2.4. ARMADURAS.....	11
2.1.2.5. MODULAÇÃO.....	12
<b>2.1.3. EXECUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.4. INSTALAÇÕES.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.5. PATOLOGIAS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.6. VANTAGENS E DESVANTAGENS .....</b>	<b>15</b>
2.2. PAREDES DE CONCRETO .....	16
<b>2.2.1. ASPECTOS HISTÓRICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2. COMPONENTES.....</b>	<b>17</b>
2.2.2.1. CONCRETO.....	17
2.2.2.2. FÔRMAS.....	18
2.2.2.3. ESCORAMENTO.....	19
2.2.2.4. ARMADURAS.....	20
<b>2.2.3. EXECUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
2.2.3.1. MARCAÇÃO DA LAJE .....	21
2.2.3.2. ARMAÇÃO.....	22
2.2.3.3. INSTALAÇÕES.....	23
2.2.3.4. MONTAGEM DAS FÔRMAS .....	24
2.2.3.5. CONCRETAGEM.....	25
2.2.3.6. DESFORMA.....	26
2.2.3.7. CURA.....	27
2.2.3.8. ACABAMENTO.....	28
<b>2.2.4. PATOLOGIAS.....</b>	<b>29</b>

<b>2.2.5. VANTAGENS E DESVANTAGENS .....</b>	<b>32</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>4. PAREDES DE CONCRETO X ALVENARIA ESTRUTURAL.....</b>	<b>33</b>
4.1. COMPARATIVO QUANTITATIVO .....	33
4.2. COMPARATIVO QUALITATIVO .....	34
<b>4.2.1. PRODUTIVIDADE. ....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.2. QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.3. ACABAMENTO.....</b>	<b>35</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crise econômica a partir dos anos 2000, o ramo da construção civil acabou sofrendo queda, e com isso as construtoras foram atrás de novas possibilidades construtivas, que não perdessem a qualidade, e assim mantendo-se competitiva no mercado construtivo. Buscando racionalização de mão de obra e insumos, tentando atender essas demandas apareceu o método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*, que desde então tem sido utilizada por construtoras visando o aumento dos lucros (SANTOS, 2013).

O surgimento do Programa Minha Casa Minha Vida em março de 2019 pelo Governo Federal foi uma poderosa ferramenta para o desenvolvimento da construção civil no Brasil, disponibilizando condições mais favoráveis de financiamento a longo prazo, buscando atender as famílias de baixo padrão socioeconômico (COSTA, 2013).

Os sistemas racionalizados melhoram a qualidade das equipes de trabalho, a elaboração e a realização das obras e o método de paredes de concreto moldadas *in loco* permite exatamente isso, eficiência na execução e economia nas obras de larga escala, como condomínios, já que suas paredes e lajes são moldadas diretamente no canteiro, utilizando formas ajustada para cada tipo de projeto.

Com o aumento da procura por habitações com valor reduzido, surge a demanda de sistemas construtivos que fossem mais rápidos e econômicos, e mesmo assim mantendo a qualidade e a segurança das edificações.

Já o sistema de alvenaria estrutural baseia-se no uso de blocos, que desempenham o papel tanto de estrutura quanto de vedação. Nesse modelo, a construção é realizada de forma modular, permitindo maior flexibilidade em termos de projeto e adaptação a diferentes demandas arquitetônicas. Esse sistema também apresenta benefícios como o bom isolamento térmico e acústico, além de utilizar materiais mais leves em comparação ao concreto, o que pode gerar economia de recursos.

No sistema de paredes de concreto, a estrutura e a vedação são executadas simultaneamente. Essa técnica tem se mostrado uma opção rápida e eficiente, reduzindo significativamente o tempo de construção em relação aos métodos tradicionais. Além disso, proporciona uma excelente resistência e durabilidade,

tornando-se uma escolha popular em projetos que demandam alta performance e segurança estrutural.

Conforme mencionado anteriormente, a racionalização é um dos principais pontos desses métodos construtivos citados. Tem como vantagens a rápida execução, industrialização do processo, melhor desempenho e qualidade, minimização da equipe e das despesas indiretas.

Portanto, através deste estudo comparativo, almeja-se contribuir para a evolução do setor da construção civil, fornecendo informações valiosas para aprimorar o desenvolvimento de projetos mais eficientes, seguros e sustentáveis, com o propósito de promover o crescimento contínuo e a qualidade das edificações em nosso cenário urbanístico atual.

### 1.1. JUSTIFICATIVA

Devido a importância da racionalização no mercado da construção civil, é interessante abordar a comparação de dois sistemas construtivos que tem sua principal vantagem a racionalidade. Esse trabalho justifica-se pela falta de conhecimentos sobre o sistema de paredes de concreto moldadas no local e pelo fato de não estar sendo visado ainda na graduação em Engenharia Civil, tendo assim o intuito de mostrar como o sistema funciona, como seus elementos e processos de execução.

### 1.2. OBJETIVOS

O objetivo central desse trabalho é a comparação dos sistemas construtivos de paredes de concreto moldadas *in loco* e alvenaria estrutural, englobando seus elementos e apresentando o procedimento construtivo de forma ampla, com a finalidade de proporcionar melhor um entendimento dos métodos. Os objetivos específicos são os seguintes:

- Exibir os principais elementos e processos de execução dos métodos construtivos: paredes de concreto moldadas no local e alvenaria estrutural;

- Apresentar uma comparação dos métodos no que se refere a produtividade, custo de obra, quantidade de funcionários e acabamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica é baseada na explicação sobre os métodos construtivos, primeiramente é falado sobre alvenaria estrutural e sequencialmente sobre paredes de concreto moldadas no local, seus elementos, processos executivos, vantagens, desvantagens e patologias de ambos os métodos.

### 2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que as paredes trabalham não somente como estrutura, mas também vedação, dispensando assim o uso de vigas e pilares, onde os blocos são colocados de forma que os carregamentos sejam distribuídos uniformemente por toda a estrutura e fundação.

#### 2.1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS

Ramalho & Correa (2003) exemplificam construções em alvenaria da antiguidade, salientando as pirâmides do antigo Egito mostradas na Figura 1 construídas de blocos de pedras.

Figura 1 - Pirâmides do Antigo Egito.



Fonte: Mundo Viagens<sup>1</sup> (2017)

Outras obras citadas são o Farol de Alexandria, o Coliseu em Roma, a Catedral de Reims.

Já mais recentemente entre os anos de 1889 e 1891 em Chicago, foi construído o Monadnock Building (Figura 2) com 16 pavimentos e medindo uma altura de 65 metros. No pavimento térreo suas paredes mediam 1,8 metros de espessura, e essa espessura ia reduzindo à medida que iam subindo os pavimentos. (MOHAMAD, 2020).

Figura 2 - Edifício Monadnock



Fonte: OPTIMA<sup>2</sup> (2021)

Conforme Mohamad (2020) o surgimento da alvenaria estrutural no Brasil, se deu no final dos anos 60, antes disso era denominada “alvenaria resistente”, construída a partir de métodos empíricos, pelo fato de não existirem regulamentações para sua segurança e dimensionamento. O ponta pé inicial das alvenarias armadas, foi a execução do condomínio Central Parque Lapa no ano de 1966, que foi construído na cidade de São Paulo com prédios de 4 andares. Em seguida no ano de 1972 nesse mesmo condomínio foram erguidos mais 4 edifícios de 12 andares e construídos em blocos de concreto.



Anos antes em 1970, foi construído em São José dos Campos, o Edifício Muriti, erguido com 16 andares também com blocos de concreto. Mas só foi no ano de 1977 na cidade de São Paulo, que começou a ser empregada a alvenaria não armada, com a construção do Jardim Prudência, obra com 9 andares e executada com blocos sílico-calcário.

A alvenaria como sistema construtivo no Brasil tem mostrado enorme crescimento. Em virtude da maior oscilação do cenário financeiro nacional, percebe-se a maior necessidade de diminuição de custos, acarretando em pesquisas para o emprego de materiais mais baratos.

## 2.1.2. COMPONENTES

### 2.1.2.1. BLOCO

O sistema tem seu principal componente, os blocos estruturais, responsáveis por proporcionar maior parte da resistência da estrutura. As principais unidades que utilizadas são: bloco cerâmico, bloco de concreto e bloco sílico-calcário (Figura 3). Com diferentes características cruciais, não somente para o cálculo estrutural, como: resistência à compressão, modulação, resistência ao fogo, estabilidade dimensional; mas também, em aspectos executivos, como: vedação, durabilidade a intempéries, aderência a revestimento de argamassa e absorção correta (MOHAMAD, et al., 2017).

Figura 3 - Tipos de blocos utilizados na alvenaria estrutural.



Fonte: MOHAMAD et al., (2017).

#### 2.1.2.2. ARGAMASSA

Além dos blocos, outro componente importante é a argamassa de assentamento, que tem como principal função garantir a solidez que a parede necessita. Essa argamassa é composta por cimento e/ ou cal, areia, água, podendo ser utilizado aditivos. Com função principal de solidarização entre as unidades, uniformizando transmissão de tensões entre elas, ainda, garantindo vedação e compensando as variações dimensionais das unidades. As propriedades para a argamassa no estado endurecido são: resistência à compressão, aderência superficial, durabilidade e a capacidade de deformação sem fissurar (CAMACHO, 2006).

#### 2.1.2.3. GRAUTE

Os vazios existentes nos blocos estruturais são preenchidos por um concreto fluído composto de agregados de pequena dimensão, denominado graute, composto por cimento, areia água e agregado miúdo, adicionando cal a mistura reduz a retração. O graute serve para aumentar a resistência à compressão e a solidarização da armadura nos blocos, também é utilizado para o preenchimento dos vazios reforçando a estrutura, onde se localizam as concentrações de tensão.

Esse componente tem como propriedades: a consistência, a retração e a resistência à compressão (CAMACHO, 2006).

#### 2.1.2.4. ARMADURAS

As mesmas armaduras utilizadas no concreto armado, são usadas na alvenaria estrutural. Presentes como armaduras transversais com função de resistir à esforços de tração e de cisalhamento, assegurando a amarração e evitando possíveis fissuras. São utilizadas treliças planas para controlar as fissuras nas aberturas, que ocorre pelo fato da redução da área da seção transversal e devem ser de tamanho suficiente para dividir as tensões de tração (MOHAMAD, et al., 2017).

### 2.1.2.5. MODULAÇÃO

Modular um layout arquitetônico implica em ajustar suas medidas em planta e também a altura da estrutura, utilizando as dimensões das unidades, com o propósito de minimizar os cortes e ajustes necessários durante a construção das paredes. Existem duas categorias de modulação: a horizontal e a vertical (CAMACHO, 2006).

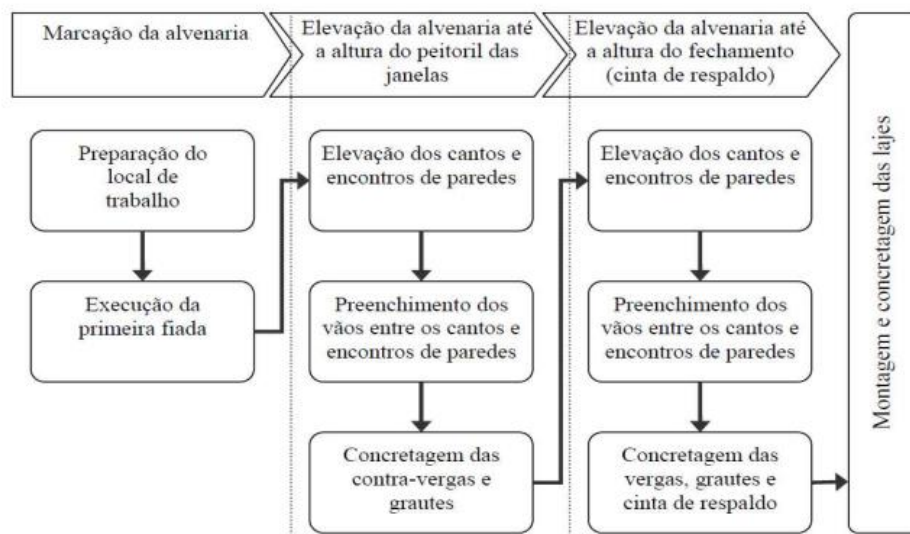
É de grande importância que o comprimento e a largura sejam idênticos ou múltiplos um do outro, permitindo a adoção de um único módulo em planta. Isso simplifica a interligação entre as paredes, resultando em uma racionalização mais eficaz do sistema construtivo.

Ao contrário do concreto, que pode ser moldado em diversas dimensões e formatos, as paredes ideais da alvenaria estrutural são restritas a múltiplos das medidas da sua unidade (CAMACHO, 2006).

### 2.1.3. EXECUÇÃO

A Figura 4 abaixo mostra as etapas da execução da alvenaria estrutural em uma sequência detalhada.

Figura 4 - Sequência construtiva da alvenaria estrutural.



Fonte: Richter (2007)

A Figura 4 mostra o processo sequencial da execução da alvenaria estrutural, que se inicia pela preparação do local, marcação e execução da primeira fiada, após primeira fiada ter sido executada é feita a elevação dos cantos e encontros de paredes, sequencialmente são preenchidos os vãos entre os cantos e encontros de paredes, concretagem das contra-vergas e grauteamento. Novamente o processo ocorre, desta vez com a concretagem da verga. E assim, até atingir a altura do pé direito, e então é realizada a montagem e concretagem das lajes. Repetindo este processo até o último pavimento.

#### **2.1.4. INSTALAÇÕES**

Neste sistema as tubulações hidráulicas são inseridas em paredes não estruturais, normalmente alvenaria de vedação, ou então em vazios posteriormente fechados por paredes “falsas”, chamadas de *shafts*. Na parte elétrica, os eletrodutos são posicionados dentro dos blocos, à medida que se eleva as paredes, esses acompanham a evolução da mesma.

Os blocos das paredes estruturais não devem ser cortados e seus vazios não devem servir como passagem para tubulações. Os pontos específicos onde são postos os interruptores e tomadas, devem ser analisados estruturalmente, em virtude dos locais de abertura dos blocos estruturais, corte, não devendo ser alterados (ALVES; PEIXOTO, 2011).

#### **2.1.5. PATOLOGIAS**

Conforme Corrêa (2010), existem diversas patologias nas alvenarias, mas dentre as existentes tem a maior predominância a fissuração.

As principais são:

a) Eflorescência:

A mudança de aparência da alvenaria, através de manchas brancas é chamada de eflorescência, podendo ser agressiva, causando degradação, seu aparecimento

ocorre na existência de um conjunto formado por água, pressão hidrostática e sais solúveis nos materiais presentes, reagindo e dando origem a patologia.

Figura 5 - Eflorescência na Alvenaria Estrutural



Fonte: BLOK<sup>3</sup> (2019)

#### b) Fissuração

Razões por trás dessa patologia são diversas, incluindo desde a fabricação inadequada do bloco até as condições de logística e armazenamento, além da ausência de atenção na construção. Um exemplo da variedade de causa, é a dimensão da junta de assentamento, se a mesma for executada com pequena espessura, os blocos acabam tocando-se, ocasionando ponto de aumento de tensão, como também, se a mesma tiver excesso de espessura não acontece o confinamento necessário, resultando também em fissuras localizadas.

Figura 6 - Fissuração



Fonte: MAPA DA OBRA<sup>4</sup> (2019)

### c) Infiltrações

É uma patologia relacionada a existência de água na estrutura que pode causar o aparecimento de mofo, eflorescências, deslocamento do revestimento cerâmico, alteração da coloração das paredes e até mesmo a corrosão das armaduras.

## 2.1.6. VANTAGENS E DESVANTAGENS

A alvenaria estrutural é um método construtivo que tem suas próprias características e desafios, e a escolha da alvenaria estrutural dependerá das necessidades específicas do projeto, do local da construção e das preferências dos envolvidos. Essa técnica tem suas vantagens e desvantagens, Mohamad et al., (2017) citam estas listadas abaixo:

### **Vantagens:**

- Trabalhadores especializados;
- Limpeza do local da obra;
- Diminuição dos reforços em aço;
- Redução de formas;
- Maximização da produtividade;
- Requerimento de coordenação e harmonização com sistemas prediais;
- Diminuição da equipe no local da construção.

### **Desvantagens:**

- Impede improvisos;
- Impede a utilização planejada dos edifícios (uso e ocupação);
- Limita a viabilidade de alterações;
- Restrição de espaços livres e desencorajamento de vãos em balanço;
- Não suporta estruturas extremamente esbeltas.

Em resumo, a alvenaria estrutural é uma técnica que oferece várias vantagens, especialmente relacionadas à economia de materiais e rapidez na execução. Entretanto, exige planejamento detalhado e pode ser menos flexível em termos de alterações futuras. Para decidir sobre o uso da alvenaria estrutural, é fundamental

avaliar as necessidades e especificidades de cada projeto, bem como contar com profissionais qualificados para sua execução e acompanhamento.

## 2.2. PAREDES DE CONCRETO

O sistema paredes de concreto moldadas no local são paredes e lajes que são moldadas por formas e preenchidas com concreto no próprio local da edificação. Por ser um sistema altamente industrializado, tem boas condições para a produção de moradias em grande escala e rapidez.

### 2.2.1. ASPECTOS HISTÓRICOS

O fim do Banco Nacional de Habitação (BNH), na década de 80, aumentou a procura por tecnologias novas, que racionalizasse a produção e reduzisse os custos de execução. O sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* se destacou por atender esses requisitos (SACHT, ROSSIGNOLO E BUENO, 2011).

A alternativa ao concreto convencional surgiu com a tecnologia desenvolvida pela empresa gaúcha Gethal, em 1980, com a possibilidade redução de custo, por meio do uso paredes e lajes em concreto celular moldados no local (Figura 7).

Figura 7 - Sistemas de formas da Gethal



Fonte: GETHAL<sup>5</sup> (2015)

Ao mesmo tempo, era empregado um sistema que utilizava formas em forma de túnel (Figura 8), criado pela Outinord, que possibilitava a concretagem conjuntas

das lajes e paredes. Mas não se obteve êxito na implantação dessa tecnologia no Brasil. Apesar de as duas empresas já visionarem a industrialização no mercado da construção civil.

Figura 8 - Sistema Outinord: Formas Metálicas tipo Túnel.



Fonte: OUTNORD<sup>6</sup>

Contudo, não se pôde prosseguir com o novo sistema em um período de desestímulo econômico no país, com vulnerabilidade no sistema financeiro e pouca versatilidade no sistema de paredes de concreto (BRAGUIM, 2013).

Somente em 2007 que a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) começou a desenvolver estudos para normalizar o sistema (ABCP, 2007).

## **2.2.2. COMPONENTES**

### *2.2.2.1. CONCRETO*

O concreto é o principal componente do sistema de paredes de concreto. Conforme a ABCP (2007) o concreto precisa ter boa trabalhabilidade, evitando a separação dos agregados (causa das “bicheiras” do concreto) e assim garantindo uma parede uniforme. Também orienta a utilização de concretos que possuam as características mencionadas.

A seguir mostrada uma tabela com os tipos de concreto.



Tabela 1 – Tipos de Concreto

TIPO	CONCRETO	TIPOLOGIA UTILIZADA
L1	Celular	Residência de até dois andares
L2	Com material agregado de baixa densidade	Qualquer arquitetura
M	Com elevado conteúdo de ar incluído	Residência de até dois andares
N	Convencional ou auto adensável	Qualquer arquitetura

Fonte: Adaptada da ABCP (2007)

O concreto auto adensável é a melhor escolha para o sistema paredes de concreto moldadas no local pela rapidez na concretagem e ótima plasticidade que permite o excelente preenchimento das formas e não sendo necessário o uso de vibradores (TUTIKIAN, 2007).

#### 2.2.2.2. FÔRMAS

As fôrmas têm como função moldar o concreto fresco até a fase de cura e são responsáveis pelo acabamento das paredes. Devem resistir as solicitações a que são sujeitas, garantir as tolerâncias, a estanqueidade, conforme a ABNT NBR 16055:2022.

Os tipos de fôrmas que podem ser encontrados nos sistemas de parede de concreto são: metálicas (alumínio e aço), madeira compensada com estrutura metálica e em material polímero.

Figura 9 - Tipo de fôrmas



Metálicas

Madeira Compensada

Material Polímero

Fonte: ABCP (2008)

O sistema de formas, segundo a ABNT NBR 16055:2022, é a parte principal do método construtivo paredes de concreto, pois com ele teremos o formato, a aparência e a durabilidade da estrutura, a norma também menciona a necessidade dos escoramentos, alinhamentos e aprumos antes da concretagem.

### 2.2.2.3. ESCORAMENTO

O escoramento é responsável por receber os esforços resultantes do seu peso próprio, peso da estrutura e das cargas variáveis que ocorrem no decorrer da execução da estrutura, é necessário levar em conta a deformação e a flambagem no projeto de escoramento, assim como as vibrações em que o escoramento está sujeito (NBR 16055, 2022).

Medidas preventivas devem ser adotadas para evitar que ocorram deformações ou recalques no escoramento, em decorrência das cargas aplicadas a ele. Fazer uma base para sustentar as escoras e o nivelamento do local, se o escoramento for metálico (Figura 10) as instruções do fabricante do sistema de vem ser obedecidas (NBR 16055, 2022).

Figura 10 - Escoramento Metálico



Fonte: Autora

#### 2.2.2.4. ARMADURAS

Os três objetivos principais das armaduras de aço são: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações (ABCP, 2007). São usados dois tipos de armaduras: telas de aço eletrossoldadas (Figura 11) e aço em barra.

Figura 11 - Tela de aço eletrossoldada



Fonte: Autora

A armadura deve ser montada exatamente como especificado no projeto estrutural, só podendo ser alterada com a autorização do projetista. As armaduras não devem ser armazenadas diretamente no solo e devem estar todas identificadas conforme projeto para que não haja erros na hora da execução (NBR 16055, 2022).

### 2.2.3. EXECUÇÃO

A fase de execução de paredes de concreto varia conforme do método escolhido por cada construtora, desde a escolha das formas até o tipo de concreto utilizado.

- Fundação
- Marcação da Laje
- Armaduras
- Sistemas Embutidos
- Montagem das Formas
- Concretagem
- Desforma

Após a execução da fundação, realiza-se a preparação do piso para a marcação da laje, nela são marcadas as paredes e assim onde serão inseridas as armaduras. Com as armaduras posicionadas, os espaçadores são colocados e junto é realizada a instalação dos sistemas embutidos. Logo após começa a montagem das formas, onde deve-se cuidar os alinhamentos e as marcações da laje, só depois de feita todas as conferências da montagem das formas, é iniciada a concretagem que é essencial que seja feita de forma cuidadosa, para garantir que todo o espaço das formas seja preenchido. Com o concreto atingindo a resistência de 3MPa, já pode ser feita a desforma.

#### 2.2.3.1. MARCAÇÃO DA LAJE

Realiza-se a marcação das faces internas e externas das paredes para guiar o posicionamento das formas, onde é marcado o eixo central da parede e adicionados 5cm para cada lado, totalizando 10cm de espessura da parede. Em seguida, para a colocação das formas, são marcados mais 8cm para cada lado interno e externo.

Figura 12 - Marcação da Laje



Fonte: NEOFORMAS<sup>7</sup> (2023)

#### 2.2.3.2. ARMAÇÃO

Inicialmente são alinhados os ferros de arranque, onde são fixadas as telas eletrossoldadas de acordo com a altura da parede estipulada pelo projeto estrutural.

A armação é uma parte indispensável no sistema, porque é ela que assegura a absorção dos esforços e sua distribuição. Nas paredes de concreto, ferragem é a tela eletrossoldada disposta verticalmente e a armadura complementar posicionada em posições estratégicas. A armação precisa satisfazer três requisitos fundamentais: controlar a retração do concreto, suportar aos esforços nas paredes e estrutural e fixar as instalações (ABCP, 2007).

A utilização de espaçadores serve para manter a tela na posição adequada durante a concretagem, evitando deslocamento e exposição da armadura.

Figura 13 - Espaçadores

Fonte: PLASTECH<sup>8</sup> (2023)

### 2.2.3.3. INSTALAÇÕES

Conforme a ABNT NBR 16055:2022, a armadura além de estrutural, também serve como suporte das instalações elétricas e hidráulicas, que depois de colocadas das armaduras, são fixadas nas telas conforme o projeto. A norma não permite que as tubulações passem por encontros de paredes, e nem que sejam horizontais, a menos que não ultrapassem 1 metro, isso evita o entupimento durante a concretagem.

Figura 14 - Instalações Elétricas

Fonte: NUCLEO DE CONCRETO<sup>9</sup>

Figura 15 - Instalações Elétricas na Laje



Fonte: Autora

A Figura 14 mostra as tubulações elétricas fixadas na armação das paredes e a Figura 15 mostra as tubulações elétricas na laje superior que sejam igualmente concretadas durante do processo de concretagem.

#### 2.2.3.4. MONTAGEM DAS FÔRMAS

A montagem varia conforme o tipo de forma empregada e a execução deve ser realizada conforme o projeto. Inicialmente são montadas as quinas e em seguida os painéis internos. Os painéis devem ser numerados conforme o projeto para a fácil identificação durante a execução.

É de suma importância a conferência de escoramentos, prumos e alinhamentos horizontais antes da concretagem. A estanqueidade deve ser chegada a fim de evitar que ocorra o vazamento do concreto (ABCP, 2007).

Figura 16 - Montagem das Fôrmas



Fonte: Autora

A Figura 16 mostra o conjunto de fôrmas montadas para verificação de possíveis defeitos, pois está já havia sido usada em várias concretagens. Na (A) é a parte interna das fôrmas que é responsável pelo acabamento e no (B) é a parte externa, responsável pela sustentação.

#### 2.2.3.5. CONCRETAGEM

Primeiramente é aplicado o desmoldante nas formas, que impede a aderência do concreto e facilita a retirada dos painéis sem causar danos nas paredes. A seleção do desmoldante também varia de acordo com o tipo de forma empregada (ABCP, 2007).

No processo de concretagem, o lançamento do concreto precisa ser planejado, iniciando em um dos cantos da edificação, até a conclusão de uma parte das paredes próximas a esse ponto. Em seguida, move-se para o canto oposto e se repete o procedimento.

No processo de concretagem, são aceitos intervalos de até 30 minutos no máximo (tempo que começa a pega). Caso excedido esse tempo, tem-se a obrigatoriedade de fazer uma junta de concretagem, conforme as orientações para Juntas de Construção (ABCP, 2007).



Figura 17 - Concretagem de edifício em paredes de concreto.



Fonte: Autora

A figura 17 mostra o lançamento do concreto através da bomba lança, sua utilização favorece pelo fato da lança alcançar quando alturas e comprimentos, e assim facilitando a concretagem.

#### 2.2.3.6. DESFORMA

O concreto leva em média de 12 a 14 horas para adquirir resistência de 3 MPa, sendo assim possível a desforma. Primeiro se retira as cunhas de travamento, os pinos e por último, os painéis.

Durante a fase inicial de ganho de resistência do concreto, é importante evitar esforços para preservar a estrutura e prevenir o surgimento de fissuras.

Depois a concretagem, os painéis devem ser limpos com espátulas para remover os resíduos de concreto que ficam aderidos as peças.

### 2.2.3.7. CURA

A cura do concreto deve ocorrer logo depois da desforma, para evitar a secagem prematura do concreto (ABNT NBR 12645). Quanto mais cedo a cura for realizada, menor será a probabilidade de ocorrência de fissuras, devido à grande extensão da área do concreto exposta (ABNT NBR 16055:2022).

Cura por membrana (películas impermeáveis ou agentes de cura) (Figura 18) e a cura por molhagem (Figura 19) são os dois principais métodos de cura.

Figura 18 - Cura por Membrana



Fonte: LINKEDIN<sup>10</sup> (2021)

Figura 19 - Cura por Molhagem

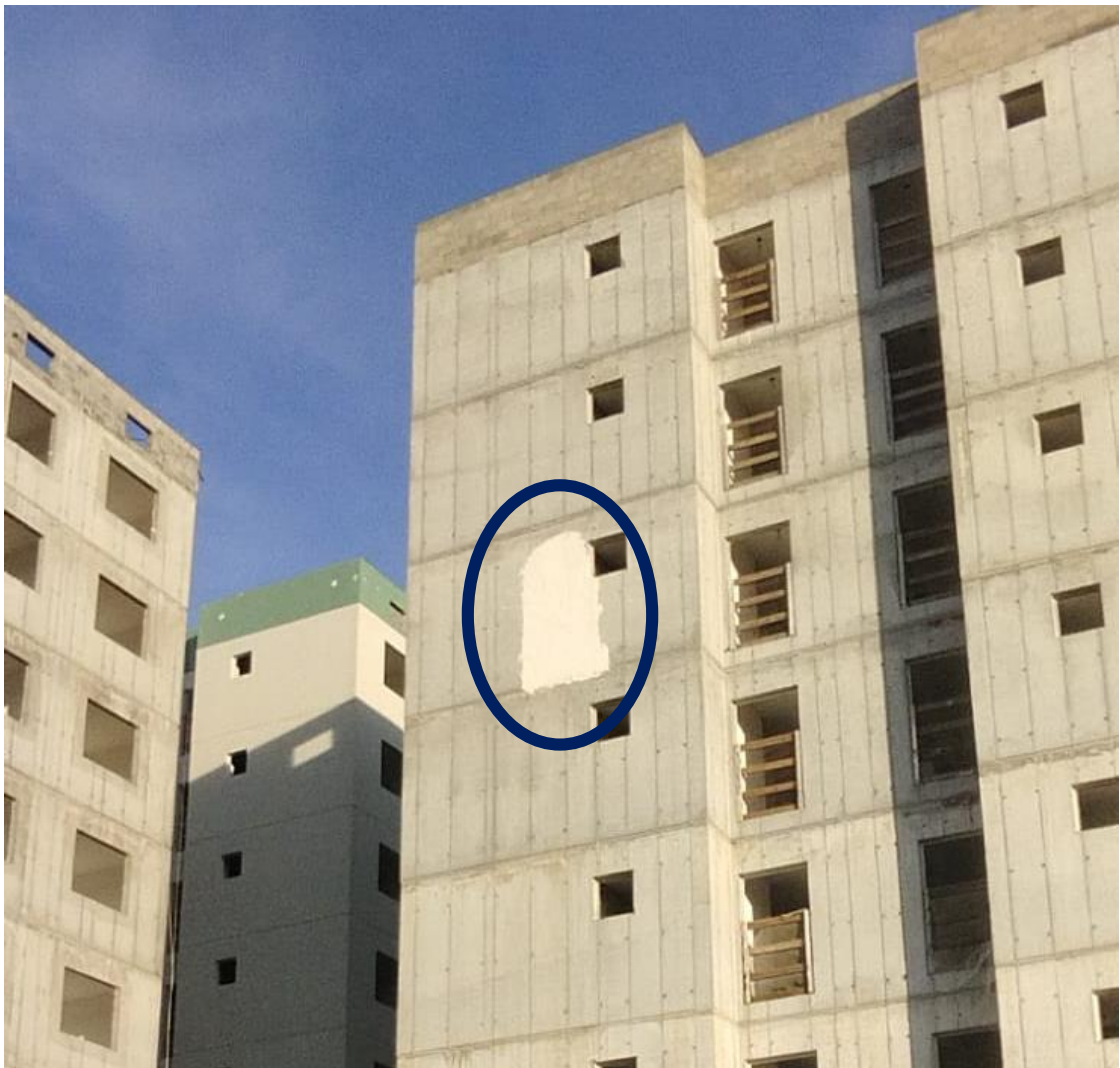


Fonte: LINKEDIN<sup>10</sup> (2021)

### 2.2.3.8. ACABAMENTO

Considerando que as formas são retiradas, é crucial que sejam feitas identificações de possíveis defeitos na execução das paredes. Caso ocorram falhas no concreto, elas são corrigidas com graute ou argamassa com gesso como na Figura 23 e os furos de ancoragem precisam ser preenchidos com argamassa. Também podem ocorrer marcações nas junções dos painéis que precisam ser retiradas com espátula. Como resultado da desforma, normalmente apresentam paredes com textura regular (ABCP, 2007).

Figura 20 - Correção de defeito no concreto



Fonte: Autora

Figura 21 - Fachada com acabamento e com revestimento em textura projetada.



Fonte: Autora

A Figura 20 mostra a correção de uma parede onde ocorreu deslocamento da fôrma durante a concretagem, devido a esse fato foi evita a quebra do concreto endurecido e o nivelamento com massa niveladora, para assim poder receber o acabamento.

A Figura 21 mostra a fachada com acabamento em textura projetada. Essa textura é aplicada utilizando pistolas de alta pressão, o que possibilita a obtenção de resultados estéticos bastante atrativos, ao mesmo tempo em que garante uma produtividade elevada durante o processo de aplicação.

#### **2.2.4. PATOLOGIAS**

As paredes de concreto como outros métodos construtivos também estão propícias ao surgimento de patologias, que diminuem a resistência e o desempenho

da estrutura, os mais recorrentes são os desalinhamentos e desaprumos internos e entre pavimentos, bem como falhas relacionadas à ciência do concreto.

As patologias mais frequentes nesse sistema são:

- BOLHAS

Bolhas superficiais que acontecem durante a concretagem devido à alta agitação. Com isso ao longo da etapa de cura o ar incorporado é expulso e ficando nas superfícies externas das paredes de forma aparente.

Figura 22 - Bolhas de ar incorporado nas paredes de concreto.



Fonte: TECNOMOR<sup>11</sup>

- FISSURAS

As fissuras podem ser causadas por diferentes fatores entre eles estão: deformação (compressão, cisalhamento ou tração), retração térmica (variação de temperatura), retração hidráulica (perda de água) e expansão hidráulica (expansão volumétrica da água).

Figura 23 - Exemplo de fissura em parede de concreto.



Fonte: NUCLEO DO CONCRETO<sup>9</sup>

- FALHAS NA EXECUÇÃO

A construção de paredes de concreto pode apresentar várias falhas se não forem tomadas as adequadas preocupações durante a fase de construção. Algumas das falhas mais frequentes são:

- Má qualidade do concreto;
- Falta de armação adequada;
- Desforma precoce;
- Excesso de água na mistura;
- Falta de cura adequada;
- Erros de nivelamento e alinhamento;

Para evitar esses erros durante a execução de paredes de concreto, é essencial que sejam seguidas as práticas adequadas de construção e que profissionais qualificados e experientes sejam responsáveis pelo processo de construção. Além disso, é importante utilizar materiais de qualidade e seguir as especificações técnicas e normas de construção aplicáveis ao projeto. Realizar inspeções e testes de qualidade ao longo do processo também é uma prática recomendada para assegurar que a construção esteja sendo realizada de acordo como planejado.

### 2.2.5. VANTAGENS E DESVANTAGENS

O método construtivo paredes de concreto é ótimo para empreendimentos de condomínios horizontais com muitos blocos ou mesmo condomínios de residenciais unifamiliares, que impõem às construtoras prazos de entrega curtos, economia e melhoria na produtividade da mão de obra.

Sacht (2008) cita vantagens e desvantagens deste sistema:

#### **Vantagens:**

- Custo da obra acessível;
- Execução síncrona da vedação e estrutura;
- Pode receber diretamente a pintura;
- Alta produtividade, poucas perdas e mão de obra enxuta;
- Aumento de qualidade, na execução e no acabamento;
- As formas reutilizáveis que possibilitam a construção de uma habitação diariamente;
- Ampliação do espaço interno da moradia devido à redução da espessura das paredes.

#### **Desvantagens:**

- Baixa flexibilidade;
- Necessidade, de maquinário para transportar as formas e o quantidade de concreto necessário;
- As patologias, como fissuras e umidade.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia apresentada nesse estudo é baseada em uma revisão bibliográfica, a partir de artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, aditivos e normas técnicas relacionadas aos assuntos mostrados no trabalho. Fundamentada nas referências e levantamento feitos no OrçaFasio, o comparativo entre os dois sistemas apresentados, parede de concreto moldado no local e alvenaria

estrutural, foi analisado levando em consideração características mencionadas nas fontes consultadas e nos dados obtidos.

A partir do OrçaFasio foram retiradas as composições necessárias para os cálculos de comparação, englobando a mão de obra e os insumos.

#### 4. PAREDES DE CONCRETO X ALVENARIA ESTRUTURAL

##### 4.1. COMPARATIVO QUANTITATIVO

A partir do levantamento de custos de materiais e serviços feito através do SINAP – RS (junho/2023), foi obtido o custo por metro quadrado de parede de cada sistema apresentado detalhado nos Anexos A e B. E com isso pôde ser feita a comparação quantitativa dos dois métodos. Os resultados desse levantamento estão presentes nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Custo do Sistema de Alvenaria Estrutural por m<sup>2</sup>

<b>PAREDE DE ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>VALOR POR m<sup>2</sup></b>	<b>PORCENTAGEM</b>
ALVENARIA	R\$ 123,95	10,4%
ARMAÇÃO	R\$ 11,03	0,9%
GRATEAMENTO	R\$ 954,65	80,0%
REVESTIMENTO	R\$ 103,17	8,6%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.192,80</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora

Na Tabela 2, pode-se constatar que no sistema de alvenaria estrutural o maior custo para a execução da parede encontra-se no grauteamento que custou 80% total da parede. Na execução também, foi considerado blocos, aço e revestimento que somam os 20% restantes.

Sobre a porcentagem do grauteamento, esse pode ser reduzido, pois nem todos os furos dos blocos necessitam de graute e também pelo fato de poder ser feito com cimento.



Tabela 3 - Custo do Sistema de Paredes de Concreto moldadas in loco por m<sup>2</sup>

<b>PAREDE DE PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>VALOR POR m<sup>2</sup></b>	<b>PORCENTAGEM</b>
FORMAS	R\$ 47,09	6,6%
ARMAÇÃO	R\$ 10,77	1,5%
CONCRETO	R\$ 641,67	90,2%
ESTUCAMENTO	R\$ 11,94	1,7%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 711,47</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Autora

Já na Tabela 3, pode-se notar que no sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* o maior investimento deve-se ao concreto que foi de 90%, também foi considerado na execução: as formas, armaduras e estucamento das paredes que somaram os 10% restantes.

Com os dados obtidos nas Tabelas 2 e 3, é possível fazer a comparação entre os dois sistemas. Pode-se destacar que o sistema de paredes de concreto teve seu custo significativamente menor comparado ao sistema de alvenaria estrutural, chegando a ser 40% mais barato.

Outros dados importantes de serem mencionados na comparação de cada sistema é o tempo de execução e a geração de resíduos. Conforme, Lara e Pilonetto (2016) o sistema de parede de concreto moldadas *in loco* o tempo de execução pode ser reduzido em até 30% do seu tempo total relacionado a alvenaria estrutural. Já Braguim e Bittencourt (2014) destacam que a geração de resíduos pode ser reduzida em até 50% em relação a alvenaria estrutural.

#### 4.2. COMPARATIVO QUALITATIVO

Sendo apresentadas vantagens, desvantagens e patologias dos dois sistemas construtivos, alvenaria estrutural e paredes de concreto moldadas no local. Perante essas características pôde ser realizada uma comparação que envolvesse os detalhes mais significativos.

#### **4.2.1. PRODUTIVIDADE**

A produtividade de paredes de concreto pode chegar ao dobro relacionada a alvenaria estrutural. Com a industrialização da execução de processos que não tem contexto artesanal, o que ainda é usado na alvenaria (CICHINELLI, 2015).

Normalmente o sistema de paredes de concreto é conhecido por ser mais rápido na construção de grandes projetos. As formas são montadas e o concreto é despejado em seguida, agilizando o processo de construção. Já o processo de alvenaria estrutural é mais lento, uma vez que envolve a colocação manual dos blocos e a espera adequada de assentamento entre as camadas.

#### **4.2.2. QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS**

Mais um atrativo do sistema é a possibilidade de redução de mão de obra em comparação com a alvenaria estrutural, tornando-se fator diferencial na redução de custos diretos e indiretos. Além disso, a multifuncionalidade das equipes é característica de destaque, visto que, um mesmo funcionário executa diferentes serviços em diferentes etapas da obra.

#### **4.2.3. ACABAMENTO**

Uma característica muito importante é a diminuição da espessura dos revestimentos em paredes de concreto, com a eliminação do chapisco e do reboco, que é indispensável a alvenaria estrutural.

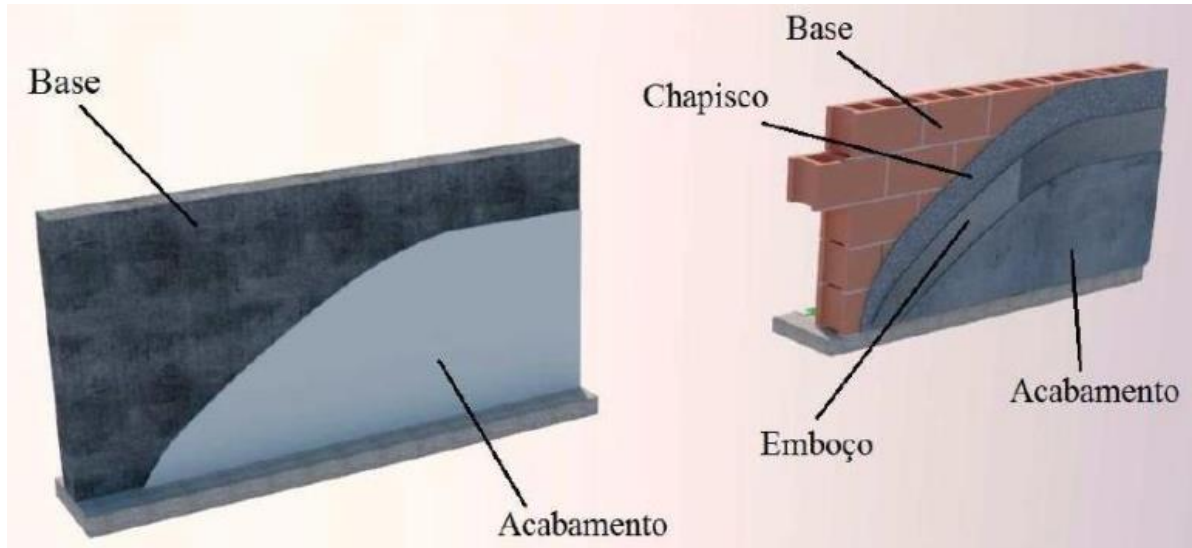
Não há restrições do uso de qualquer revestimento, só é indicado que o acabamento seja iniciado após a cura da parede.

Como as paredes, após a desforma, tem textura regular, apresentando apenas marcas nas junções dos painéis e furos dos espaçadores. Também pode ser visíveis pequenas bolhas de ar, incorporadas durante a concretagem. Essas eventuais falhas são corrigidas com o estucamento, e após já pode ser feito o acabamento.

Nas paredes internas, é usada massa niveladora para regularização, e então pode-se finalizar com a pintura. Já nas paredes externas, é aplicada diretamente

textura, sem reboco. Lembrando que é necessário fazer limpeza com escovação mecânica e jato de água.

Figura 24 - Acabamentos em cada tipo de parede



Fonte: Costa (2013)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base do estudo desenvolvido, verifica-se que o método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* é um avanço para a construção civil ter obras rápidas e racionalizadas. Trazendo diversas vantagens como: rapidez na execução, industrialização e racionalização, custo reduzido, onde as construtoras vêm buscando melhorar a cada dia o sistema.

O sistema de paredes de concreto moldadas no local consegue industrializar e sistematizar a produção. Com isso, ocorre o aumento da produtividade, que favorece empreendimentos de vasta repetitividade e grande número de habitações.

Pode-se observar que entre vantagens e desvantagens, a partir da comparação, que o método paredes de concreto ganha maior visibilidade, devido a rapidez na execução que pode chegar em até 30%, racionalização de mão de obra e insumos, tendo assim uma redução do desperdício de materiais que pode ser reduzido pela metade quando relacionado com a alvenaria estrutural.

Buscou-se verificar a relação do custo de parede por metro quadrado de cada sistema, baseando-se nos índices calculados pelo SINAP. Por esse estudo verifica-se que o sistema de paredes de concreto tem um menor custo, podendo chegar em até 40%. Salienta-se que o preço alto inicial devido a compra das formas metálicas ao longo do tempo é diluído.

Então concluiu-se que apesar de diversos obstáculos econômicos devido a crises e culturais encontrados no cenário da construção, o sistema de paredes de concreto teve destaque, tendo em vista o grande aumento de procura por moradias.

Assim, em projetos maiores com equipe experiente e maquinário adequado, as paredes de concreto tendem a ser mais produtivas. No entanto, a escolha entre os métodos também pode ser influenciada por outros fatores, como o clima local, a disponibilidade de mão de obra e as preferências do construtor ou do cliente. É essencial considerar todos esses aspectos antes de tomar uma decisão sobre qual sistema utilizar em um determinado projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Cleber de Oliveira; PEIXOTO, Egleson José dos Santos. **Estudo comparativo de custo entre alvenaria estrutural e paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas de alumínio**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade da Amazônia, Belém, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. **Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Parede de Concreto Moldada no local para a Construção de Edificações Requisitos e Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, ABCP. **Sistemas construtivos racionalizados permitem obras mais rápidas e eficientes**, 2012.

BRAGUIM, T. C. **Utilização de Modelos de Cálculo para Projeto de Edifícios de Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local**. 2013. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

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.

CAMACHO, Jefferson S. **Projetos de edifícios em alvenaria estrutural**. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista, 2006. Notas de aula.

CORRÊA, Ederson Souza. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

COSTA, L. J. D. **Paredes de concreto moldadas in loco em condomínios horizontais: avaliação de desempenho pelos usuários**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

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.

RAMALHO, Márcio A.; CORRÊA, Márcio R.S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo, SP: Pini, 2003.

RICHTER, C. **Alvenaria estrutural: processo construtivo racionalizado**. 2007b. Apostila do Curso de Extensão na Área de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Federal do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2007.

SACH, H.M.; ROSSIGNOLO, J.A.; BUENO, C. **Vedações verticais em concreto moldadas in loco: avaliação do conforto térmico de habitações térreas no Estado de São Paulo**. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, São Paulo, 2011.  
SILVA, F.B. Paredes de concreto armado moldadas in loco. Revista Técnica, São Paulo: Pini, ano 19, n. 167, fev. 2011.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Proposição de um método de dosagem experimental para concretos auto-adensáveis**. 2007. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

JÚNIOR, Valdir O. **Recomendações para projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. 1992. 266 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

SANTOS, Everton de Britto. **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2013.

MOHAMAD, Gihad et at., **Alvenaria Estrutural, Construindo Conhecimento**. São Paulo, SP: Blucher, 2017.

MOHAMAD, Gihad, **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**, 2. ed. ampliada e revisada conforme a NBR 16868/2020. São Paulo, SP: Blucher, 2020.

<sup>1</sup> **Mundo Viagens**, 2017. Disponível em: <https://mundodeviagens.com/top-artigos-viagens-abril-2017/> Acesso em: 05 de agosto de 2023.

<sup>2</sup> **Optima**, 2021. Disponível em: <https://www.optima.inc/chicago-skyscraper-history-the-monadnock-building/> Acesso em: 05 de agosto de 2023.

- <sup>3</sup> **Blok**, 2019. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia> Acesso em: 03 de agosto de 2023.
- <sup>4</sup> **Mapa na Obra**, 2019. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacidade/fissura-paredes/> Acesso em: 03 de agosto de 2023.
- <sup>5</sup> **Gethal**, 2015. Disponível em: <http://gethal.com.br/site/palmares/index.html> Acesso em: 04 de agosto de 2023.
- <sup>6</sup> **Outinord**. Disponível em: <https://outinord.net/tmp/> Acesso em: 04 de agosto de 2023.
- <sup>7</sup> **Neoformas**. Disponível em: <https://www.neoformas.com.br/> Acesso em: 01 de agosto de 2023.
- <sup>8</sup> **Plastech**. Disponível em: <https://plastech.com.br/linha-construcao/> Acesso em: 01 de agosto de 2023.
- <sup>9</sup> **Nucleo do Concreto**. Disponível: <http://nucleoparededeconcreto.com.br/> Acesso:
- <sup>10</sup> **LinkedIn**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/confira-6-m%C3%A9todos-utilizados-para-cura-do-concreto-na-mauricio-galv%C3%A3o/> Acesso em: 03 de agosto de 2021.
- <sup>11</sup> **Tecnomor**. Disponível em: <https://cdn.tecnomor.com.br/> Acesso em: 03 de agosto de 2021.

ANEXO A - Planilha de Custo de Insumos e Serviços do Sistema Alvenaria Estrutural

Planilha Orçamentária de Custo por m <sup>2</sup> - Sistema de Alvenaria Estrutural							
	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DATA	COEFICIENTE	VALOR NÃO DESONERADO	VALOR DESONERADO
SINAP - RS	89472	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO EST	m <sup>2</sup>	jun/23	-	R\$ 127,51	R\$ 123,95
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,67	R\$ 17,29	R\$ 15,41
SINAP - RS	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,67	R\$ 14,27	R\$ 12,79
SINAP - RS	88626	ARGAMASSA TRAÇO 1:0,5:4,5 (EM VOLUME)	m <sup>3</sup>	jun/23	0,0168	R\$ 9,01	R\$ 8,81
SINAP - RS	34570	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X	UM	jun/23	9,99	R\$ 66,33	R\$ 66,33
SINAP - RS	38593	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL	Um	jun/23	1,43	R\$ 5,37	R\$ 5,37
SINAP - RS	38594	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL	UM	jun/23	1,43	R\$ 8,46	R\$ 8,46
SINAP - RS	38600	CANALETA DE CONCRETO ESTRUTURAL 1	Um	jun/23	0,95	R\$ 6,78	R\$ 6,78
SINAP - RS	89996	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRU	KG	jun/23	-	R\$ 11,29	R\$ 11,03
SINAP - RS	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS	H	jun/23	0,041	R\$ 0,87	R\$ 0,78
SINAP - RS	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,0615	R\$ 1,57	R\$ 1,40
SINAP - RS	34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	jun/23	1	R\$ 8,85	R\$ 8,85
SINAP - RS	89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA	m <sup>3</sup>	jun/23		R\$ 1.002,73	R\$ 954,65
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	8,2973	R\$ 214,15	R\$ 190,83
SINAP - RS	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	5,5315	R\$ 117,82	R\$ 105,59
SINAP - RS	90279	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1	m <sup>3</sup>	jun/23	1,203	R\$ 670,76	R\$ 658,23
SINAP - RS	87543	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINT	m <sup>2</sup>	jun/23		R\$ 24,26	R\$ 23,49
SINAP - RS	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVE	m <sup>3</sup>	jun/23	0,0113	R\$ 18,75	R\$ 18,42
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,2	R\$ 5,16	R\$ 4,30
SINAP - RS	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,025	R\$ 0,53	R\$ 0,47
SINAP - RS	87778	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA	m <sup>2</sup>	jun/23		R\$ 83,18	R\$ 79,68
SINAP - RS	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVE	m <sup>3</sup>	jun/23	0,0314	R\$ 51,60	R\$ 51,20
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,617	R\$ 15,92	R\$ 14,19
SINAP - RS	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENT	H	jun/23	0,617	R\$ 13,14	R\$ 11,77
SINAP - RS	37411	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINC	m <sup>2</sup>	jun/23	0,1388	R\$ 2,52	R\$ 2,52
							<b>R\$ 1.192,80</b>

Fonte: SINAP - RS



**ANEXO B - Planilha de Custo de Insumos e Serviços do Sistema de Parede de Concreto Moldadas *in loco***

<b>Planilha Orçamentária de Custo por m<sup>2</sup> - Sistema de Parede de Concreto Moldadas <i>in loco</i></b>							
	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>DATA</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>VALOR NÃO DESONERADO</b>	<b>VALOR DESONERADO</b>
SINAP - RS	<b>90997</b>	<b>FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>mai/21</b>	-	<b>R\$ 18,29</b>	<b>R\$ 16,91</b>
SINAP - RS	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS	H	mai/21	0,3954	R\$ 8,10	R\$ 7,22
SINAP - RS	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	mai/21	0,2848	R\$ 4,84	R\$ 4,37
SINAP - RS	39397	DESMOLDANTE PARA FORMAS METALICAS	L	mai/21	0,0333	R\$ 0,36	R\$ 0,36
SINAP - RS	39965	DESMOLDANTE PARA FORMAS METALICAS	m <sup>2</sup>	mai/21	0,0028	R\$ 4,96	R\$ 4,96
SINAP - RS	<b>91000</b>	<b>FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>mai/21</b>	-	<b>R\$ 16,91</b>	<b>R\$ 15,67</b>
SINAP - RS	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS	H	mai/21	0,3533	R\$ 7,24	R\$ 6,45
SINAP - RS	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	mai/21	0,2545	R\$ 4,35	R\$ 3,90
SINAP - RS	39397	DESMOLDANTE PARA FORMAS METALICAS	L	mai/21	0,033	R\$ 0,36	R\$ 0,36
SINAP - RS	39965	DESMOLDANTE PARA FORMAS METALICAS	m <sup>2</sup>	mai/21	0,0028	R\$ 4,96	R\$ 4,96
SINAP - RS	<b>91002</b>	<b>FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>mai/21</b>	-	<b>R\$ 15,60</b>	<b>R\$ 14,51</b>
SINAP - RS	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS	H	mai/21	0,3136	R\$ 6,42	R\$ 5,73
SINAP - RS	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	mai/21	0,2259	R\$ 3,86	R\$ 3,46
SINAP - RS	39397	DESMOLDANTE PARA FORMAS METALICAS	L	mai/21	0,0333	R\$ 0,36	R\$ 0,36
SINAP - RS	39965	DESMOLDANTE PARA FORMAS METALICAS	m <sup>2</sup>	mai/21	0,0028	R\$ 4,96	R\$ 4,96
SINAP - RS	<b>91594</b>	<b>ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CO</b>	<b>KG</b>	<b>jun/23</b>	-	<b>R\$ 10,89</b>	<b>R\$ 10,77</b>
SINAP - RS	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS	H	jun/23	0,006	R\$ 0,12	R\$ 0,11
SINAP - RS	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,039	R\$ 0,99	R\$ 0,88
SINAP - RS	21141	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA, CA-6	m <sup>2</sup>	jun/23	0,712	R\$ 9,36	R\$ 9,36
SINAP - RS	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR C	UM	jun/23	1,382	R\$ 0,19	R\$ 0,19
SINAP - RS	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,0	KG	jun/23	0,0105	R\$ 0,23	R\$ 0,23
SINAP - RS	<b>99432</b>	<b>CONCRETAGEM DE PAREDES EM EDIFICAÇÃO</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>jun/23</b>	-	<b>R\$ 644,32</b>	<b>R\$ 641,67</b>
SINAP - RS	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS	H	jun/23	0,112	R\$ 2,84	R\$ 2,53
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,449	R\$ 11,58	R\$ 10,32
SINAP - RS	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,505	R\$ 10,75	R\$ 9,64
SINAP - RS	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PON	CHP	jun/23	0,055	R\$ 0,06	R\$ 0,06
SINAP - RS	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PON	CHI	jun/23	0,058	R\$ 0,02	R\$ 0,02
SINAP - RS	38408	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE	m <sup>3</sup>	jun/23	1,08	R\$ 619,07	R\$ 619,07
SINAP - RS	<b>91514</b>	<b>ESTUCAMENTO DE DENSIDADE BAIXA DE PA</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>jun/23</b>	-	<b>R\$ 5,92</b>	<b>R\$ 5,30</b>
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,182	R\$ 4,69	R\$ 4,18
SINAP - RS	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,049	R\$ 1,04	R\$ 0,93
SINAP - RS	37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III	KG	jun/23	0,086	R\$ 0,19	R\$ 0,19
SINAP - RS	<b>91525</b>	<b>ESTUCAMENTO DE DENSIDADE ALTA NAS FA</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>jun/23</b>	-	<b>R\$ 7,15</b>	<b>R\$ 6,64</b>
SINAP - RS	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,151	R\$ 3,89	R\$ 3,47
SINAP - RS	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	jun/23	0,04	R\$ 0,85	R\$ 0,76
SINAP - RS	34353	ARGAMASSA COLANTE AC II	KG	jun/23	1,736	R\$ 2,41	R\$ 2,41
							<b>R\$ 711,47</b>

Fonte: SINAP - RS