

# COMPARAÇÃO DE CUSTO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA UM EDIFÍCIO DE QUATRO PAVIMENTOS NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Cost comparison between structural masonry and reinforced concrete for a four floor building in the northern Region of Rio Grande do Sul

Danieli Perboni<sup>1</sup>; Gabriele Rech Silveira<sup>2</sup>; Diniane Baruffi<sup>3</sup>; Vitor Piran Cerioli<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Diplomada em Engenharia Civil pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim, Brasil. *E-mail*: danieliperboni@icloud.com

<sup>2</sup> Acadêmica da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim, Brasil. *E-mail*: 095479@aluno.uricer.edu.br

<sup>3</sup> Doutora em Engenharia pela Universidade de Passo Fundo – UPF. Professora do curso de Engenharia Civil da Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões – URI – Câmpus de Erechim. *E-mail*: dinianebaruffi@uricer.edu.br

<sup>4</sup> Diplomado em Engenharia Civil pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim, Brasil. *E-mail*: vitorcerioli@hotmail.com

Data do recebimento: 09/02/2022 - Data do aceite: 16/05/2022

**RESUMO:** Com o constante desenvolvimento da construção civil, torna-se cada vez mais necessária a procura por métodos construtivos eficientes, que proporcionem uma solução, tanto na redução de custos quanto na produtividade, aliando qualidade e tecnologia. O presente trabalho aponta um estudo comparativo entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e de concreto armado, de modo a verificar qual o sistema mais adequado, ponderando seus prazos de execução, qualidade e principalmente economia. Na realização do comparativo foi utilizado o projeto de uma obra multifamiliar, já finalizada em alvenaria estrutural, simulando a mesma no sistema em concreto armado para elaboração de quantitativos e custos estabelecidos pelo Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil – SINAPI e na região norte do RS, formando planilhas orçamentárias com valores específicos. Os resultados

encontrados neste estudo apontam a alvenaria estrutural como uma alternativa mais atraente, financeiramente, apresentando uma redução de até 46,17% quando comparado ao sistema em concreto armado.

**Palavras-chave:** Construção civil. Alvenaria estrutural. Concreto armado.

**ABSTRACT:** Due to the constant development of the construction industry, the search for efficient construction methods that provide a solution both in cost reduction and productivity, and also combine quality and technology is increasingly necessary. This work points to a comparative study between the structural masonry and reinforced concrete constructive systems to verify which system is most appropriate, considering execution deadlines, quality and mainly economy. A multifamily project, which was already complete in structural masonry, and a simulation of the same project in reinforced concrete system were used to make the comparison for the elaboration of quantitative and cost indicators established by the National System of Costs Surveys and Indexes of Construction - SINAPI in the northern region of Rio Grande do Sul state, creating budget spreadsheets with specific values. The results found in this study point to structural masonry as a more financially attractive alternative, presenting a 46,17% reduction when compared to the reinforced concrete system.

**Keywords:** Civil construction. Structural masonry. Reinforced concrete.

## Introdução

A moradia própria ainda não é uma realidade para todos os brasileiros. Segundo dados da Fundação Getúlio Vargas (2018) foi apontado um déficit habitacional de 7,77 milhões de moradias no país, em 2017. De acordo com Lima (2018), na tentativa de amenizar o problema, foi criado pelo Governo Federal, em 2009, o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) com o objetivo de tornar a moradia acessível às famílias de baixa renda, através do financiamento de habitações populares com condições facilitadas. Atualmente, o programa MCMV foi reformulado passando a se chamar programa Casa Verde e Amarela. Ainda, segundo Santana e Zanoni (2021), em seu estudo de indicadores habitacionais entre

os anos de 1995 a 2018 indicam a necessidade de analisar, historicamente, a evolução dos indicadores como forma de incentivar novos planos e programas habitacionais.

As obras para os programas relacionados com o déficit habitacional são caracterizadas pela produção, em larga escala, de moradias com um padrão de construção mais simplificado, visando a um baixo custo de construção. Assim, para uma melhor otimização dos recursos oferecidos, se fazem necessárias tomadas de decisões como, por exemplo, o método construtivo a ser utilizado (REIS, 2018). No Brasil, é notável uma grande diferença de custos entre uma região e outra, para um mesmo sistema implantado. Desta forma, se torna necessária a realização de pesquisas e orçamentos para definir a escolha do melhor sistema construtivo a ser adotado para cada obra na região.

A alvenaria estrutural é uma das técnicas que se apresenta como uma alternativa eficiente e viável para 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 comparada aos demais sistemas estruturais.

Segundo Araújo (2009) o sistema construtivo em alvenaria estrutural pode apresentar uma economia de até 25% quando comparada ao sistema em concreto armado. Cerioli (2020) constatou em análise comparativa para uma edificação térrea, realizada no município de Erechim-RS, que o sistema em alvenaria estrutural apresentou apenas 5,16% de economia quando comparado ao concreto armado.

Diante disso, o presente trabalho consiste em entender o resultado contraditório das bibliografias e comparar a viabilidade do uso da alvenaria estrutural com o concreto armado. Para esta análise, foi adotado um mesmo projeto arquitetônico de um edifício multifamiliar de quatro pavimentos, para dimensionamento e relação de quantitativos e custos. Após uma análise por meio de levantamentos orçamentários, foi averiguado qual sistema construtivo apresentou a melhor viabilidade econômica, servindo como referência para o consumidor.

## História da Alvenaria Estrutural

Segundo Moraes (2006), as construções em alvenaria são as mais antigas e utilizadas em todo o mundo há milhares de anos. No início, eram utilizadas apenas pedras ou tijolos de barro com baixa resistência, onde era feito o empilhamento puro e simples das unidades, sem utilizar elementos cimentícios. Com a incrementação de matéria-prima, como a argila, foi possível trabalhar com a produção de tijolos.

Conforme Ramalho e Corrêa (2003), os vãos neste sistema tinham necessidade de serem executados com dimensões pequenas. Até poderiam ser criados grandes vãos, desde que utilizadas peças auxiliares, como vigas de madeira ou pedra.

Ainda que, há milhares de anos, eram utilizados apenas conhecimentos empíricos, foram construídas obras marcantes em alvenaria, conhecidas até hoje, como as Pirâmides de Guizé, localizadas no Egito.

Atualmente, o maior edifício em alvenaria estrutural do mundo é o Hotel Excalibur, localizado em Las Vegas, nos Estados Unidos. Inaugurado em 1990, trata-se de um complexo formado por quatro torres principais e conta com 4.008 quartos divididos entre elas, cada uma contendo 1.008 apartamentos.

## História da Alvenaria Estrutural no Brasil

De acordo com Mohamad (2015), a alvenaria estrutural armada foi introduzida no Brasil no ano de 1966, em São Paulo, com edifícios de quatro pavimentos, com paredes de espessura de 19 centímetros, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”. Em 1977, a alvenaria estrutural não armada foi inaugurada no país, com a construção de um edifício de nove pavimentos, em blocos sílico calcários, com paredes 24 cm de espessura, também localizado em São Paulo. Os blocos cerâmicos só chegaram no Brasil no início da década de 80.

Silva (2016) afirma que, atualmente, a maior edificação em alvenaria estrutural do Brasil é o edifício residencial “Solar dos Alcântara”, construído na década de 90, no Bairro da Penha, em São Paulo, com 21 pavimentos em alvenaria estrutural armada.

## Conceito de Alvenaria Estrutural

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o principal conceito quando se fala em alvenaria estrutural é a transmissão de ações através de tensões de compressão. É evidente que se pode admitir a existência de tensões de tração em algumas das peças, desde que não apresentem valores elevados e sejam restringidas a pontos específicos da estrutura. Caso contrário, a estrutura ainda será viável, mas dificilmente apresentará a economia adequada.

Segundo Prado Neto (2015), a alvenaria estrutural é muito utilizada em prédios com múltiplos pavimentos tipo e repetições de layout. Quando bem planejado e gerenciado, é ideal para diminuir o tempo e custo da obra, porém, muitos cuidados devem ser tomados, uma vez que correções de erros podem aumentar o custo. Ao contrário da alvenaria de vedação, as instalações elétricas e hidráulicas são realizadas na fase de levantamento das paredes, pois as tubulações são embutidas dentro dos vazados maiores dos blocos estruturais.

## História do Concreto Armado

Segundo Bastos (2006), o cimento pozolânico e a cal já eram conhecidos pelos romanos como aglomerante. O cimento Portland, como é conhecido hoje, foi descoberto na Inglaterra por volta do ano de 1824, e a produção industrial foi iniciada após 1850.

Conforme Kaefer (1998), Joseph Aspdin inventou o cimento Portland, através de experimentos utilizando misturas de pó de pedra calcária e argila, as quais eram queimadas até a retirada do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e depois moídas. O produto final era similar a argamassa, que depois de seca ficava rígida.

Conforme Kaefer (1998), em 1850 o francês Joseph Loius Lambot realizou as primeiras experiências práticas do efeito da introdução de ferragens em uma massa de concreto. Lambot realizou a construção de uma canoa, com cerca de 4 m de comprimento, 1,30 m de largura e 4 cm de espessura em suas laterais, que foi apresentada junto a um pedido de patente, na Exposição Universal de Paris, em 1855. O projeto não teve grande repercussão, mas serviu de inspiração para difundir sua utilização.

Kaefer (1998) afirma que Thadeus Hyatt foi a primeira pessoa a compreender a necessidade de uma boa aderência entre a armadura e o concreto, tanto como o correto posicionamento das barras de ferro para a obtenção da resistência ideal no conjunto. Desta forma, Hyatt foi o grande precursor do concreto armado da maneira como conhecemos hoje.

## História do Concreto Armado no Brasil

Segundo Bastos (2006), em 1901 ocorreram as primeiras construções em concreto armado no Brasil, sendo estas, galerias de água, tendo 47 m e 74 m de comprimento. Em 1904, foram construídas em Copacabana, Rio de Janeiro, casas e sobrados. Em 1909, foi construída a ponte na Rua Senador Feijó, tendo vão de 5,4 m. Em 1908, foi executada, no Rio de Janeiro uma ponte com 9 m de vão, pelo construtor Echeverria, com projeto e cálculo do francês François Hennebique.

Giongo (2007) afirma que, em 1913, com a chegada da empresa alemã Wayss e Freytag no Rio de Janeiro, foram importados diversos mestres de obras do mercado internacional, transferindo seus conhecimentos para os técnicos nacionais. O engenheiro Emílio Henrique Baumgart, além de formar numerosos profissionais, foi destaque pelas suas grandes obras.

Segundo Souza Junior (2006), Emílio Baumgart é considerado o “pai” da Engenharia Estrutural no Brasil, desenvolvendo várias obras em concreto armado, ainda no século passado, com recordes mundiais.

## Conceito de Concreto Armado

De acordo com Souza Junior (2006), o concreto é uma pasta resultante da mistura entre um aglomerante (cimento) com agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita) e água, dosados em proporções exatas. A função dos agregados é criar resistência aos esforços e ao desgaste, além de reduzir o custo final da construção.

Segundo Carvalho (2012), o concreto oferece grande resistência aos esforços de compressão, e muito pouca aos esforços de

tração (10% da resistência à compressão). Desta forma, é feita a utilização de barras de aço, que possuem forte resistência à tração, permitindo a aderência entre os dois materiais, para a perfeita resistência aos esforços submetidos à estrutura.

Para Reis (2018), a construção convencional em concreto armado, ainda é o método construtivo mais utilizado no Brasil. O sistema é baseado na utilização de vigas e pilares em concreto armado para a sustentação da estrutura, além de blocos de alvenaria não-estrutural para sua vedação. Por se tratar de uma técnica mais difundida no país, ela tem a preferência da maioria dos operários e construtores.

Nas construções em concreto armado, de pequeno a grande porte, três elementos estruturais são fundamentais: as lajes, as vigas e os pilares. As fundações, também

**Tabela I:** Comparação entre a construção convencional e a alvenaria estrutural

Alvenaria Estrutural	Concreto Armado
<b>Arquitetura e design restritos.</b>	Arquitetura e design livres.
<b>Economia com formas, restringidas apenas para a execução de lajes, tendo baixo custo e alto grau de reaproveitamento.</b>	Retirada de formas e escoramentos após, o mínimo, de 21 dias.
<b>Custo reduzido devido ao pouco consumo de aço e dobras nas amarrações.</b>	Elevada quantidade de aço utilizada, tornando a obra mais cara pelo alto custo do material.
<b>Tubulações elétricas e hidráulicas instaladas ao mesmo tempo do levantamento da alvenaria, gerando maior economia e menor desperdício com a mão-de-obra e materiais.</b>	Tubulações elétricas e hidráulicas instaladas após a execução da alvenaria, necessitando cortar as paredes para embuti-las, gerando entulho, desperdício com materiais e mão-de-obra.
<b>Restringido a vãos maiores que causam grandes esforços na estrutura.</b>	Viabiliza elementos com grandes vãos, balanços e marquises.
<b>Menor quantidade de massa de assentamento, pela dimensão do bloco ser maior.</b>	Maior quantidade de massa de assentamento.
<b>A obra inteira é modulada de acordo com o tamanho do bloco, diminuindo a possibilidade de erros em medidas.</b>	São necessárias formas de madeira para a execução de vigas e pilares.
<b>Redução nos revestimentos, pela utilização de blocos de qualidade e execução controlada, possibilitando aplicação de gesso nas paredes e pintura logo após.</b>	Necessidade de chapisco interno e externo para execução do reboco.

podem ser encontradas como elementos portantes, responsáveis por transmitir as cargas das construções ao solo.

## Análise comparativa entre a Alvenaria Estrutural e o Concreto Armado

A Tabela I apresenta um comparativo reunindo informações sobre a execução dos dois sistemas construtivos. De acordo com Cerioli (2020), as duas técnicas construtivas podem se completar e não devem ser tratadas como concorrentes, unindo flexibilidade, agilidade e redução nos custos e prazos de execução.

## Material e Métodos

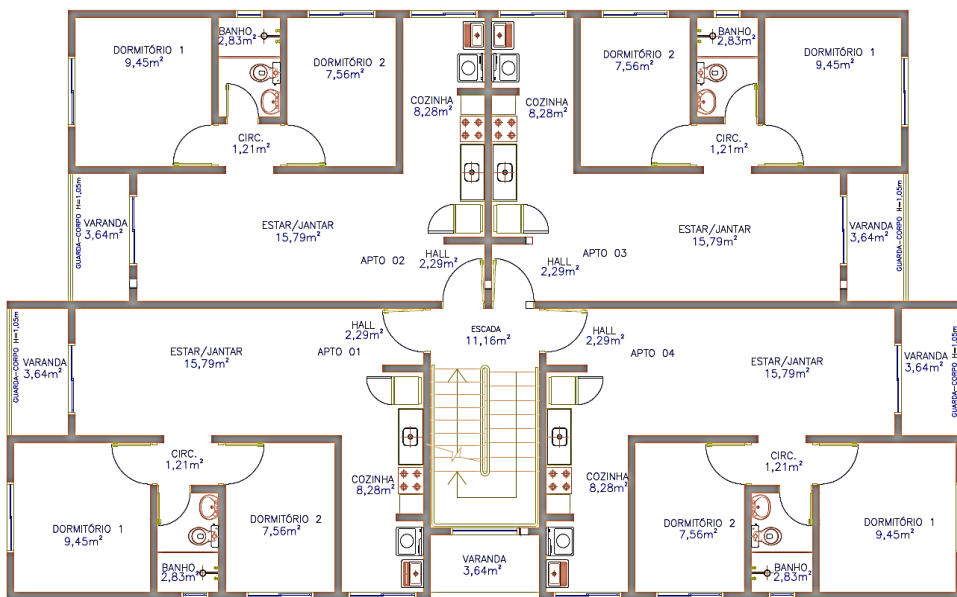
O presente trabalho visa a realizar uma comparação de custos para construção de uma edificação residencial pelo sistema construtivo em alvenaria estrutural e pelo sistema

construtivo em concreto armado, que podem ser utilizados neste tipo de edificação e estão disponíveis na região norte do RS.

Para realizar o comparativo entre os sistemas de alvenaria estrutural e concreto armado, foram realizados orçamentos referentes ao quantitativo de material e mão-de-obra, através do catálogo de composição analítica do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), ferramenta que define os custos e mão-de-obra da construção civil no Brasil, mantida pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE, para orçamentos de obras. Para comparativo foram realizados orçamentos nas construtoras da região norte do RS, a fim de esclarecer qual o sistema mais viável, financeiramente, para a situação proposta.

Na realização do estudo, foi feito o dimensionamento do projeto estrutural em concreto armado, com o auxílio do software TQS, atendendo aos critérios da NBR 6118 (ABNT, 2014). A resistência característica do concreto à compressão ( $f_{ck}$ ), utilizado no

Figura 1: Planta baixa pavimento tipo



projeto foi de 25 MPa, a classe de agressividade ambiental (CAA) considerada foi II e as análises realizadas foram para o atendimento do estado limite último, a fim de dimensionar os elementos estruturais e estado limite de serviço, analisando as flechas das vigas e das lajes, respeitando o máximo indicado por norma. As cargas foram aplicadas conforme orientação da NBR 6120 (ABNT, 2019). Posteriormente, foi realizado o levantamento de quantitativos dos materiais utilizados e orçamentos em ambos os sistemas.

Vale salientar que para o presente trabalho não foram levados em consideração custos referentes aos pisos, cobertura e instalações em geral, pois os custos em ambos sistemas são muito semelhantes.

## Apresentação do projeto modelo

O projeto modelo desse estudo se refere a uma edificação residencial multifamiliar de 986,72 m<sup>2</sup>, composta por 4 pavimentos tipo, construído pelo sistema em alvenaria estrutural. A obra está localizada no município de Ibiaçá-RS, norte do Rio Grande do Sul, e teve início no ano de 2018.

Cada pavimento é composto por quatro apartamentos, com dois dormitórios, uma sala de estar/jantar, uma cozinha, varanda e um banheiro, em cada um deles. São 242,53 m<sup>2</sup> de área construída por pavimento tipo, e 245,77 m<sup>2</sup> no pavimento térreo. Na Figura 1, está representada a planta baixa do pavimento tipo.

## Levantamento de orçamentos para os sistemas estruturais

Na alvenaria estrutural, foram avaliadas: paredes, lajes, pontos de grauteamento, cintas de amarração, chapisco, emboço, reboco e escadas. No concreto armado foram avaliados os itens que substituem os da alvenaria estrutural, sendo estes vigas, pilares, lajes,

alvenaria cerâmica de vedação, chapisco, emboço, reboco e escadas.

Para o presente trabalho não foi considerada a infraestrutura, pois as informações de fundações e solo do local não estavam disponíveis. Desta forma, não foi possível estimar as cargas para o sistema em alvenaria estrutural, ficando inviável o dimensionamento.

Após levantamento das quantidades de materiais e mão-de-obra especializada para cada sistema, os mesmos foram orçados através da tabela do SINAPI, tendo como base os valores do mês de maio de 2021. Em seguida, as mesmas composições utilizadas nas tabelas do SINAPI foram orçadas em construtoras da região norte do RS, com os valores referentes ao mês de maio de 2021.

## Resultados e Discussão

Ao analisar o orçamento em alvenaria estrutural pelo SINAPI, o custo total da obra foi de R\$ 636.213,78, sendo R\$ 504.637,38 (79,32%) em gastos em materiais e R\$ 131.576,40 (20,68%) em mão-de-obra. Para o concreto armado o custo total foi de R\$1.051.502,53, sendo R\$ 848.004,36 (80,64%) gastos em materiais e R\$ 203.498,17 (19,36%) em mão-de-obra.

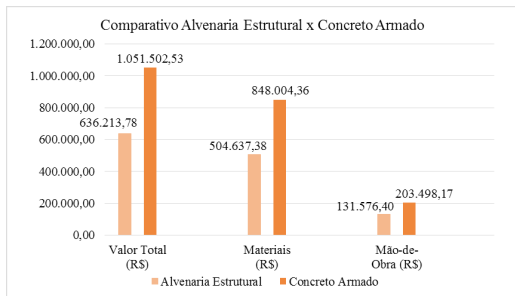
A diferença de custos na alvenaria estrutural, num comparativo ao sistema construtivo em concreto armado, com base nos dados da tabela do SINAPI-RS do mês de maio de 2021, foi de R\$ 415.288,75, ou 38,49%.

A Figura 2 exhibe os valores e porcentagens de materiais e mão-de-obra no comparativo entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e concreto armado pelo SINAPI.

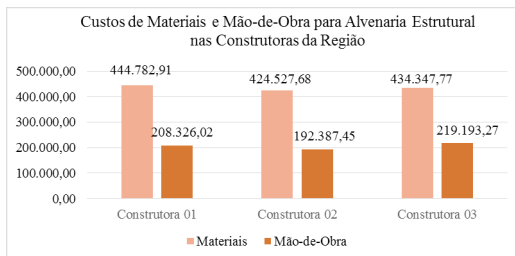
Os quantitativos foram orçados em três construtoras da região que praticam os dois sistemas construtivos. As empresas também forneceram os custos de mão-de-obra para execução de tais itens.

A Figura 3 mostra os valores totais de materiais e mão-de-obra repassados pelas construtoras para o sistema de alvenaria estrutural. O orçamento total na Construtora 1 foi de R\$ 653.108,94, sendo R\$ 444.782,91 (68,10%) em materiais e R\$ 208.326,02 (31,90%) em mão-de-obra. A Construtora 2 orçou o valor de R\$ 616.915,12, sendo R\$ 424.527,68 (68,81%) em materiais e R\$ 192.387,45 (31,19%) em mão-de-obra, enquanto a Construtora 3 determinou o valor de R\$ 653.541,03, sendo R\$ 434.347,77 (66,46%) em materiais e R\$ 219.193,27 (33,54%) em mão-de-obra. Desta forma, a média de custo para a obra em alvenaria estrutural, segundo orçamentos em construtoras da região, é de R\$ 641.188,36, apresentando um desvio padrão de R\$ 21.022,36.

**Figura 2:** Comparativo entre alvenaria estrutural e concreto armado pelo SINAPI



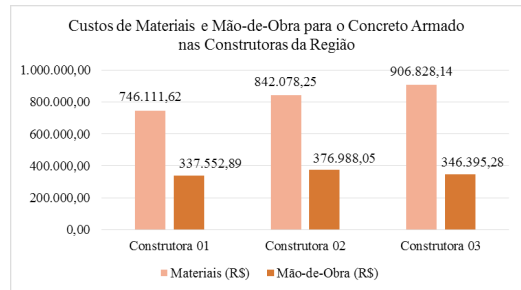
**Figura 3:** Custos de materiais e mão-de-obra em alvenaria estrutural orçados em construtoras



Da mesma forma, a Figura 4 apresenta os mesmos valores repassados pelas construtoras, porém, no sistema em concreto armado. O orçamento final da Construtora 1 foi de R\$

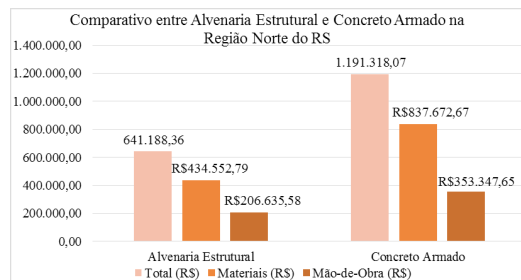
1.101.664,51, sendo R\$ 764.111,62 (69,35%) em materiais e R\$ 337.552,89 (30,64%) em mão-de-obra. A Construtora 2 orçou a obra em R\$ 1.219.066,30, sendo R\$ 842.078,25 (69,08%) em materiais e R\$ 376.988,05 (30,92%) em mão-de-obra, enquanto a Construtora 3 determinou o valor de R\$ 1.253.223,42, sendo R\$ 906.828,14 (72,36%) em materiais e R\$ 346.395,28 (27,64%) em mão-de-obra. Desta maneira, a média entre as construtoras para o sistema em concreto armado foi de R\$ 1.191.318,07, com um desvio padrão de R\$ 79.498,42.

**Figura 4:** Custos de materiais e mão-de-obra em concreto armado orçados por construtoras



Sendo assim, o sistema estrutural em alvenaria apresentou-se como o sistema mais viável financeiramente, com o custo médio total de R\$ 641.188,36, resultando em uma economia de R\$ 550.129,71 (46,17%) quando comparada ao concreto armado, que obteve o custo médio de R\$ 1.191.318,07, como mostra a Figura 5.

**Figura 5:** Média de custo das construtoras em alvenaria estrutural e concreto armado





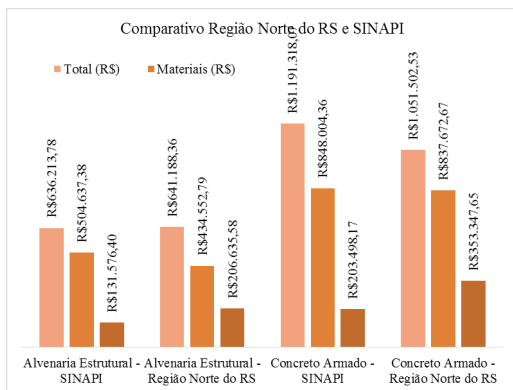
## Comparativo de custos entre o SINAPI e a região norte do RS

Com base nos orçamentos, foi utilizada como parâmetro para este comparativo uma média entre os valores orçados pelas três construtoras, para comparativo com o SINAPI-RS. Ao comparar os valores obtidos nas tabelas do SINAPI com os orçamentos da região norte do RS, para ambos os sistemas construtivos, obteve-se a Figura 6, que apresenta os valores divididos em mão-de-obra e materiais, com suas respectivas porcentagens de custo.

Segundo valores do SINAPI, a obra em alvenaria estrutural obteve um custo total de R\$ 636.213,78, enquanto a média para o mesmo sistema construtivo na região Norte do RS foi de R\$ 641.188,36, apresentando uma diferença de apenas R\$ 4.974,58 (0,77%).

Para o sistema construtivo em concreto armado, teve-se através do SINAPI o valor de R\$ 1.051.502,53, enquanto a média de preços encontrada na região foi de R\$ 1.191.318,07. Neste sistema, o orçamento, através do SINAPI, apresentou o menor preço, com uma diferença de R\$132.303,08 (11,73%).

**Figura 6:** Comparativo de custos da região norte do RS e do SINAPI



## Conclusões

O presente trabalho realizou um estudo comparativo entre os sistemas de alvenaria estrutural e concreto armado, com foco na região norte do Rio Grande do Sul. Os resultados analisados referem-se aos custos estruturais para o presente edifício, não sendo considerados outros fatores, como acabamentos, pintura e a fase de fundações. Com os comparativos realizados pode-se afirmar que na região norte do RS:

- O sistema estrutural em alvenaria é 38,49% mais econômico que o sistema estrutural em concreto armado, com base na tabela SINAPI-RS de maio de 2021.
- O sistema estrutural em alvenaria é 46,17% mais econômico que o concreto armado, com base nos orçamentos em construtoras da região Norte do RS.
- O sistema estrutural em alvenaria na região Norte do RS apresentou uma variação de 0,77% quando comparada aos valores obtidos na tabela do SINAPI.
- O sistema estrutural em concreto armado no SINAPI apresentou uma variação de 11,73% quando comparado aos valores da região Norte do RS.
- Os principais fatores que contribuíram para o valor elevado no sistema em concreto armado foram a utilização de fôrmas e a quantidade de aço utilizada no sistema.

Desta maneira, a alvenaria estrutural deve ser considerada como o melhor sistema construtivo no ponto de vista econômico. A alvenaria estrutural pode substituir o concreto armado na maioria das obras, desde que apresente características compatíveis por conta da modulação dos blocos necessária, pois não apresenta uma maior dificuldade na execução, sendo até mais simples e ágil executar alguns elementos do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. M. de. **Alvenaria Estrutural**. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Engenharia Civil. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Concreto Armado – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.
- BASTOS, P. S. dos S. **Sistemas estruturais I**: Histórico e Principais Elementos Estruturais de Concreto Armado. 2006. 15f. Notas De Aula – Curso de Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). **Referências de preços e custos**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- CARVALHO, C. B. **Concreto Armado**. Apostila. Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2012.
- CERIOLI, V. P. **Estudo de viabilidade econômica entre o sistema da alvenaria estrutural e o sistema do concreto armado em uma obra de Erechim-RS**. 2020. Projeto final de Curso – Departamento de Engenharia e Ciências da Computação – URI Câmpus Erechim. Erechim – RS. 2020.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Análise das Necessidades Habitacionais e suas Tendências para os Próximos Dez Anos**. 2ª versão, 2018. Disponível em: <https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2018/10/ANEHAB-Estudocompleto.pdf> Acesso em: 10 out. 2020.
- GIONGO, J.S. **Concreto armado**: Introdução e propriedades dos materiais. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- KAEFER, L. F. **A evolução do concreto armado**. São Paulo. 1998.
- LIMA, L. R. M. **Análise comparativa de custos entre alvenaria estrutural utilizando blocos cerâmicos ou de concreto aplicado a um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida**. Centro Universitário do Norte – UNINORTE. Manaus, 2018.
- MOHAMAD, G.; BAVASTRI, E. Y. N.; KIRCHHOF, L. D.; RIZZATTI, E.; JANTSCH, A. C. **A. Desenvolvimento de uma nova concepção geométrica para os blocos de concretos não modulares para alvenaria estrutural**. Universidade Federal de Santa Maria. Vol. 15. n° 2. Porto Alegre. 2015.
- MORAIS, A. **Alvenaria Estrutural**: Novo Processo Construtivo. 2006. 11 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitetura UT Lisboa. Lisboa. 2006.
- PRADO NETO, Á. P. do; PELUSO, E. de O.; CARVALHO, V. T. A. de. **Alvenaria estrutural**: Empreendimento Flora Park II. 2015. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.
- REIS, R. H. de F. **Análise comparativa de custos e exigência de mão de obra entre as técnicas construtivas de concreto armado e alvenaria estrutural em um empreendimento do programa**

**Minha Casa Minha Vida.** 2018. 69 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

SANTANA, R. B.; ZANONI, V. A. G. Indicadores habitacionais brasileiros: análise comparativa da série histórica 1995-2018. **Cadernos MetrÓpole**, v. 24, n. 53, p. 409-428, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2022-5316>.

SILVA, J. B. da. **Avaliação do desempenho de blocos de concreto estrutural dosados com politereftalato de etileno (PET) micronizado.** 2016. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2016.

SINDUSCON. **Cronograma de divulgação do CUB/RS.** 2021. Disponível em: <https://sinduscon-rs.com.br/cub-rs/>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SOUZA JUNIOR, T. F. de. **Estruturas de Concreto Armado.** Lavras, 2006. Notas de Aula da Disciplina de Estruturas de Concreto Armado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Lavras.

