

COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS - MG

COMPARISON BETWEEN STRUCTURAL MASONRY AND REINFORCED CONCRETE FOR CIVIL CONSTRUCTION IN THE CITY OF MONTES CLAROS - MG

RODRIGUES, Lucas Antunes

FONSECA, Abraão Pereira

RUAS, Adriana Xavier Alberico

Professora Orientadora - Mestra em Engenharia Civil
adriana.alberico@gmail.com

RESUMO

No presente estudo foi abordado o comparativo da superestrutura do 1º pavimento com exceção das lajes entre duas construções em alvenaria estrutural armada e duas em concreto armado. Considerando a viabilidade e acompanhamento técnico proporcional entre as áreas construídas. A alvenaria estrutural armada é um conjunto monolítico, composto de blocos cerâmicos ou de concreto, colados em sua interface por argamassa apropriada, acrescentadas com armaduras verticais grauteadas, formando paredes portantes capazes de resistir a esforços de compressão e esforços horizontais do vento. O concreto armado é composto da mistura de agregado graúdo (brita) com agregado miúdo (areia), água e aglutinante (cimento) e barras de aço. Os dois métodos construtivos apresentados têm grande importância, pois tudo no que se refere a construção civil tem a presença dos mesmos. A metodologia adotada inicialmente consiste em revisão bibliográfica, acompanhamento técnico proporcional entre as áreas construídas para obter informação do desenvolvimento físico/financeiro a partir do tipo de processo construtivo que foi adotado nas quatro obras na cidade de Montes Claros-MG. Nesta comparação observou-se qual o método construtivo saiu mais viável economicamente, quando estava em questão materiais, os custos ficaram muito próximos, mas, quando a comparação partiu para o lado da mão de obra, a diferença de custo foi significativo tendo alvenaria estrutural como o método mais viável economicamente tanto em relação ao custo quanto em relação ao tempo.

Palavras-Chave: Construção Civil, Alvenaria Estrutural, Concreto Armado.

ABSTRACT

This article discusses a comparative study of the superstructure of the 1st floor with the exception of the slabs between two buildings in armed masonry and two reinforced concrete regarding the feasibility and proportionate technical support between the built-up areas. The armed masonry is a monolithic assembly, consisting of plates of ceramic or concrete, bonded in their interface by suitable mortar added with grouted vertical reinforcements, forming bearing walls capable of resisting compressive forces and horizontal forces of the wind. Reinforced concrete comprises a mixture of coarse aggregate (crushed stone) with fine aggregate (sand), water and binder (cement) and steel bars. The two construction methods have

RODRIGUES, Lucas Antunes

shown great importance, because all as regards construction has presence. The methodology initially consists of literature review, proportional technical support between areas constructed for information of the physical / financial development from the kind of constructive process that has been adopted in the four works in the city of Montes Claros, Minas Gerais. In this comparison it was observed that the construction method emerged more viable when he was concerned the materials costs will be very close, but when the comparison set off to the side of the labor cost difference was significant with masonry structure and the method viable both in terms of cost and in respect to time.

Keyword: Construction, Structural Masonry, Reinforced Concrete.

INTRODUÇÃO

A Alvenaria Estrutural, mesmo sendo um tipo de construção desenvolvida à anos atrás, como no Coliseu em Roma, ou em Pirâmides do Egito, ainda assim não se destacava com tanta influência devido aos seus elementos de composição possuírem estruturas muito pesadas e com dimensões robustas, dificultando o uso da alvenaria estrutural em casas residenciais e construções de edifícios. Aproximadamente na metade do século XX inicia-se a revolução técnica no campo da alvenaria, se tornando um tipo de construção mais leve, com dimensões menos robustas, e mudanças como (equipamentos, ferramentas, capacitação da mão-de-obra e materiais).

Oliveira e Hanai (1998) citam sobre a evolução da alvenaria quando menciona que “O processo de evolução das alvenarias, que foram deixando de ser pesadas, espessas e rígidas, como na antiguidade, passando a ser delgadas, com processo de produção intensamente industrializado”. Nascimento (1999) cita que “As construções em alvenaria estrutural devem agir como uma combinação integrada para resistir aos esforços de compressão, bem como os esforços cortantes”.

Segundo Ramalho e Correa (2003) “Os primeiros edifícios construídos com o uso da alvenaria estrutural de blocos vazados, no Brasil, foram em São Paulo em 1966. Esses primeiros edifícios tinham apenas quatro pavimentos”.

Ramalho (2003) complementa explicando que “A principal definição estrutural do sistema de alvenaria é a transmissão dos esforços por meio de tensões de compressão”. Camacho (2006) ressalta que: “A alvenaria estrutural armada 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”. O autor Franco (2010) menciona sobre a definição da alvenaria estrutural como: “[...] um processo construtivo caracterizado pela

RODRIGUES, Lucas Antunes

utilização de paredes como principal estrutura resistente da edificação, sendo esta dimensionada através do cálculo racional”.

Segundo Prudêncio (2002):

[...] alvenaria estrutural é um tipo de estrutura em que as paredes são elementos portantes compostos por unidades de alvenaria, unidos por juntas de argamassas capazes de resistirem a outras cargas além de seu peso próprio e devem apresentar basicamente as seguintes funções: resistência a força do vento, resistência as cargas verticais, apresentar bom desempenho contra a ação do fogo, isolar acústica e termicamente do ambiente, proporcionar estanqueidade da chuva e do ar. (PRUDENCIO 2002).

A alvenaria estrutural se divide em alvenaria armada e alvenaria não armada. Alvenaria estrutural armada é um conjunto monolítico, composto de blocos cerâmicos ou de concreto, colados em sua interface por argamassa apropriada, acrescentadas com armaduras verticais grauteadas, formando paredes portantes capazes de resistir a esforços de compressão e esforços horizontais do vento. A alvenaria estrutural se divide em alvenaria armada e alvenaria não armada, uma característica da alvenaria armada é a utilização de armadura vertical grauteada no furo do bloco disposto. A alvenaria estrutural não armada é sem a presença de armadura vertical, grauteamento.

A NBR 15961:2011 item 5.1 define que para o requisito de qualidade de uma estrutura de alvenaria estrutural, o projeto deve estar de modo que esteja apto a receber todas as influências ambientais e ações que sobre ele produzam efeitos significativos tanto na sua construção quanto durante a sua vida útil e de projeto, resistam a ações excepcionais, como explosões e impactos sem apresentar danos desproporcionais a suas causas.

A NBR 15961:2011 item 5.2 descreve que a qualidade do projeto de alvenaria estrutural deve ser elaborada adotando-se: sistema estrutural adequado a função desejada para a edificação; ações compatíveis e representativas; dimensionamento e verificação de todos os elementos estruturais presentes; especificação de materiais apropriados e de acordo com os dimensionamentos efetuados; procedimentos de controle para projeto. O processo executivo da alvenaria estrutural requer atenção em relação a qualificação da mão-de-obra, qualidade dos materiais, ensaios laboratoriais e ferramentas.

Para ABNT NBR 15961:2011 item 3.1 o componente da alvenaria é a menor parte constituinte da estrutura. Os principais são: bloco, junta de argamassa e elemento de alvenaria armada.

- Bloco: componente básico da alvenaria
- Junta de argamassa: componente utilizado na ligação dos blocos

RODRIGUES, Lucas Antunes

- Graute: tipo de concreto que resiste até 15 Mpa. É um componente utilizado para espaços vazios de blocos, com finalidade de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar sua capacidade resistente.
- Elemento de alvenaria armada: são utilizadas armaduras passivas que são consideradas para resistir aos esforços solicitantes.

Quando especificado o graute, sua influência na resistência na alvenaria deve ser verificada em laboratório, nas condições de sua utilização. Para elementos de alvenaria armada, a resistência à compressão característica deve ser especificada com valor mínimo de 15 MPa (NBR 15961 item 6.1.3.). O item 6.1.4 da norma NBR 15961 define que a especificação do aço deve ser feita de acordo com a ABNT NBR 7480:2007, que estabelece os requisitos exigidos para encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado, com ou sem revestimento superficial. A não conformidade em relação à justaposição dos elementos que compõem a estrutura pode acarretar patologias.

As construções em concreto armado começaram a ganhar campo por volta de 1849, podendo ter surgido das necessidades de se aliar as resistências mecânicas do concreto e do aço. Segundo Bastos (2006), “Considera-se que o concreto armado surgiu na França, no ano de 1849, com o primeiro objeto do material registrado pela História sendo um barco, do francês Lambot, o qual foi apresentado oficialmente em 1855”. A idéia inicial do concreto armado surgiu a partir de Joseph Monier, que utilizou argamassa e arame para fabricar vasos, tanques. Em 1861 Monier muda de argamassa e arame para concreto e barras de aço depois de perceber que o concreto agregado com uma certa quantidade de barras de aço trazia uma boa resistência e facilidade de dar forma a qualquer objeto. Seus primeiros experimentos foram bacias, caixas d’água, tubos de encanamento, e depois reservatórios (25, 180 e 200 m³) e uma ponte com vão de 16,5 m.

Conforme Dirceu (2008) a grande importância de Monier foi “entender as características, as vantagens e desvantagens de cada material para combiná-los adequadamente”. Segundo Vasconcelos (2006), “pouco se conhece o início efetivo do concreto armado no Brasil. A mais antiga notícia sobre a utilização do concreto armado no Brasil data de 1904”. O autor Moraes (1999) considera que “a razão fundamental da utilização do concreto armado é a de obter um material que possa suportar bastantes esforços a compressão através do concreto e esforços de tração através do aço”.

Em 1924 passa a se fazer quase todos os cálculos no Brasil, onde deve se dar destaque para o engenheiro Emílio Baumgart que é citado por Vasconcelos (2006) como

RODRIGUES, Lucas Antunes

responsável pelo desenvolvimento do concreto armado no Brasil. Emílio Baumgart foi o primeiro a ter um escritório de cálculos de concreto armado na cidade de Rio de Janeiro em 1925. As barras de aço absorvem os esforços de tração nos elementos submetidos à flexão e a tração, já que o concreto tem grande resistência a compressão. O autor Bastos (2006) evidencia que concreto armado “[...] é o concreto simples agregado com barras de aço, onde as barras do aço absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão, no que pode ser auxiliado também por barras de aço”.

Na NBR 6118/2014 no item 3.1.3 os elementos de concreto armado são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência. Classificação dos requisitos de qualidade e estrutura item 5.1.2 descreve que os requisitos de qualidade são classificados em três: capacidade resistente, desempenho em serviço, durabilidade.

- Capacidade resistente: consiste basicamente na segurança a ruptura.
- Desempenho em serviço: consiste na capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em partes ou totalmente o uso para qual foi projetada.
- Durabilidade: consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

Com relação à durabilidade de uma obra de concreto armado, são realizados ensaios de resistência à compressão. A NBR 6118/2014 prescreve o seguinte: item 8.2.4 refere-se à resistência a compressão obtida em ensaios de corpo de prova cilíndricos, moldados segundo a NBR 5738:2015 que prescreve o procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndrico e prismáticos de concreto. O rompimento do corpo-de-prova conforme a ABNT 5739:2007 que prescreve um método de ensaio pelo qual deve ser a compressão os corpos-de-prova cilíndricos de concreto. Com esses procedimentos o desenvolvimento de cada etapa constitui o avanço físico e financeiro da obra.

MATERIAIS E MÉTODOS

No intuito de estudar os processos distintos da alvenaria procurou-se elaborar um objetivo geral baseado em análise e viabilidade da alvenaria estrutural em comparação ao concreto armado em quatro obras da cidade de Montes Claros - MG. Foram escolhidas quatro obras, para melhor compreensão dos processos evolutivos nesses dois tipos de construção. As obras foram liberadas, mas em prol de sigilo das empresas estas não poderão ser divulgadas. Portanto foi estabelecido nomes fictícios para acompanhamento e diferenciação de cada uma, sendo obra A e B que se tratam de alvenaria estrutural; e obra X e Y que utilizam o concreto armado para o seu desenvolvimento. A comparação foi feita no 1º pavimento de cada construção entre os elementos da superestrutura com exceção de lajes, e caixa de escadas. Em alvenaria estrutural, as paredes ficaram como superestrutura e em concreto armado pilares, vigas e alvenaria de vedação.

Ao especificar os objetivos que se pretendia alcançar com essa pesquisa, foi estabelecido primeiramente o estudo bibliográfico estabelecendo conceitos para a alvenaria estrutural e concreto armado; depois fazer o acompanhamento técnico em quatro obras da cidade de Montes Claros para obter informação do desenvolvimento físico/financeiro a partir do tipo de processo construtivo que está sendo adotado e por fim concluir qual a viabilidade custo x benefício. Foi também feita a coleta documental onde as planilhas de comparação entre os dois tipos de construções mencionadas serão compiladas, gerando gráfico com curvas evolutivas do tempo x custo.

Em primeira instância foi feita a revisão bibliográfica para coleta de dados sobre os assuntos predominantes deste trabalho. Em segundo momento a visita em obras mediante autorização das construtoras responsáveis pelas obras A, B, X, e Y. O acompanhamento técnico é fundamental para o desempenho deste estudo para a coleta de dados. Os dados coletados nas pesquisas de campo foram representados em: software excel (quantitativos gráficos e tabelas).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Brasil a construção civil teve aumento progressivo nos últimos anos, o que significa que há demanda de pessoas, materiais, e qualidade de construção, preocupando-se com o tempo de execução. É visível a evolução e demanda do mercado de construção civil na cidade de Montes Claros – MG. Cada processo construtivo tem a capacidade de gerar gastos de

COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A
CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS – MG

RODRIGUES, Lucas Antunes

materiais, pessoas e tempo. A finalidade de analisar qual processo construtivo é mais adotado, tende a caracterizar o tipo de construção mais comum de uma região.

O comparativo entre alvenaria estrutural e concreto armado é muito importante para a construção civil, pois a partir desta comparação é possível identificar as vantagens e desvantagens destes processos. Justifica-se por meio desta pesquisa averiguar qual o meio mais produtivo e viável para a construção civil em relação a custo x benefício.

Este estudo é feito na cidade de Montes Claros, localizada na região Norte de Minas Gerais. Considerada polo regional, tem atraído cada vez mais uma gama de produção na área da construção civil. Este estudo será efetivado no período entre o mês de junho a novembro do ano de 2015. Classifica-se como quali-quantitativo, transversal e exploratório; Segundo Creswell (2003) a abordagem mista é quando dados qualitativos e quantitativos são coletados e analisados para estudar um fenômeno num único trabalho.

A alvenaria estrutural possui sua significativa importância e tem exemplos pelo mundo como evidência na seguinte citação do trabalho da Professora Silvia Kalil

A alvenaria é um sistema construtivo que utiliza peças industrializadas de dimensões e peso que as fazem manuseáveis, ligadas por argamassa, tornando o conjunto monolítico. Estas peças industrializadas podem ser moldadas em: • Cerâmica • Concreto • Sílico-calcáreo. A alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional, utilizado à milhões de anos. Inicialmente eram utilizados blocos de rocha como elementos de alvenaria, mas a partir do ano 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada possibilitando a produção de tijolos. O sistema construtivo desenvolveu-se inicialmente através do simples empilhamento de unidades, tijolos ou blocos. Os vãos eram executados com peças auxiliares, como vigas de madeira ou pedra. Ao passar do tempo, foi descoberta uma alternativa para a execução dos vãos: os arcos. Estes seriam obtidos através do arranjo entre as unidades. Assim foram executadas pontes e outras obras de grande beleza, obtendo maior qualidade à alvenaria estrutural. Um exemplo disso é a parte superior da igreja de Notre Dame, em Paris. **KALIL, pg 3.**

Esta apostila de Kalil também explica sobre o processo histórico do desenvolvimento da alvenaria estrutural que se deu ao longo dos séculos, com obras conhecidas entre elas o Parthenon, na Grécia, edificada entre 480 a.C. e 323 a.C. e Muralha da China, edificada entre 1368 a 1644. A autora evidencia também que em meados do final do século XIX a alvenaria estrutural foi predominante. Os cálculos não eram de garantia pois eram feitos baseados no local de construção sem pensar em segurança futura, sendo assim muitas estruturas foram superdimensionadas por falta de planejamento e racionamento. Kalil ainda evidencia que em 1950 na Europa e América do Norte que foram surgindo os procedimentos de cálculos mais precisos. Os primeiros prédios no Brasil em foram construídos em 1966 tinham apenas 4 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto, no Conjunto Habitacional “Central

Parque da Lapa”. Kalil evidencia que “É estimado que no Brasil, entre 1964 e 1966, tenham sido executados mais de dois milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural.” (pg 4).

Em alvenaria estrutural a tensão admissível tem que ter maior precisão possível, passando por laboratório ou apenas estimada baseando-se em ensaios já elaborados e de acordo com o material adotado. Este tipo de alvenaria tem que ter resistência garantida de tijolo ou bloco, e também da argamassa. A espessura das juntas, o prumo das paredes, assim como a altura influenciam na resistência da alvenaria estrutural. Vantagens da alvenaria estrutural caracterizam em economia de materiais como formas de madeira; redução a quantidade de concreto e ferragens; a mão-de-obra em carpintaria e ferraria é consideravelmente pequena; a mão-de-obra qualificada é mais viável para as construtoras, e também não é um procedimento difícil de dar treinamento para executores; os projetos são mais compreensíveis, detalhados e básicos. Os levantamentos de mão de obra e materiais que foram utilizados nas obras foram feitos através de acompanhamento in loco e de informações passadas pelos responsáveis das execuções.

Os preços de materiais foram obtidos através de pesquisa no mercado de Montes Claros e pelo Setop, e a mão-de-obra nas próprias obras. Segue em anexo as tabelas sendo estas respectivamente 1- Quantitativos obras A esta obra é de alvenaria estrutural e foi comparada com os resultados da tabela 3 que é da obra X de concreto armado. Foi obtido como resultados que a obra A em alvenaria estrutural gasta em tempo cinco dias para a execução de um pavimento, em uma área de 352,78 m², enquanto o custo foi de R\$17.502,24 reais; enquanto na obra X que representa o concreto armado, o tempo é de doze dias para execução de um pavimento, em uma área de 380,44 m², o custo foi de R\$27.152,41 reais.

A obra B de alvenaria estrutural que segue representada em tabela 2, foi comparada com a obra Y em concreto armado, constatou-se que a obra B gastou em tempo seis dias para a execução de um pavimento, em uma área de 397,74 m², o custo foi de R\$23.165,82 reais. Os resultados da obra Y que estão representados em tabela 4 se define por ser em concreto armado, tempo gasto foi de dezesseis dias para a execução de um pavimento, em uma área de 446,58 m², com o custo de R\$32.462,31 reais.

CONCLUSÃO

Após a análise dos orçamentos onde foram comparados a obra A com a obra X, para chegar ao resultado de qual será a obra com que teve o método construtivo mais viável,

RODRIGUES, Lucas Antunes

constatou-se que entre a obra A e a obra X há uma diferença de sete dias, o que identifica que enquanto a alvenaria estrutural demora cinco dias para execução de um pavimento, a construção em concreto armado tem doze dias para efetivar a execução de seu pavimento, existem disparidades entre os custos também sendo que o metro quadrado de alvenaria estrutural da obra custa R\$49,61; já o metro do concreto armado custa R\$71,37 sendo assim foi possível perceber uma diferença de custo de R\$21,76. Entre os resultados da obra B, e obra Y a diferença de tempo é de dez dias para a execução de um pavimento, existem disparidades entre os custos também sendo que o metro quadrado de alvenaria estrutural da obra custa R\$58,24; já o metro do concreto armado custa R\$72,69 sendo assim foi possível perceber uma diferença de custo de R\$14,45. Deste modo pode se concluir que a alvenaria estrutural tem maior viabilidade em tempo e custo, pelo fato de não ter necessidade de adoção de formas em seus métodos construtivos, o que reduz no tempo de execução e mão-de-obra de carpintaria, redução da quantidade de armadura, volume de concreto é menor. Portanto mediante as informações obtidas a alvenaria estrutural é a mais indicada por tempo e custo, no entanto a alvenaria estrutural tem desvantagens em relação ao concreto armado pois suas estruturas nunca poderão ser alteradas, o que no concreto armado tem possibilidades de mudanças pois suas paredes não são consideradas como estruturais. Para empreendedores do ramo da construção civil que almejam tempo e custo a alvenaria estrutural será a mais indicada.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Alvenaria estrutural — Blocos de concreto**: ABNT NBR 15961:2011. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação**: ABNT NBR 7480:2007. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**: ABNT NBR 6118:2014. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**: ABNT NBR 5738:2015. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**: ABNT NBR 5739:2007. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru, São Paulo: UNESP, 2006.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Histórico e principais elementos estruturais de concreto armado**. Bauru, São Paulo: UNESP, 2006.

RODRIGUES, Lucas Antunes

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira, São Paulo: UNESP, 2006.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Califórnia: Sage Publications Inc, 2003.

FRANCO, L. S. **Notas de aula de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2010.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MORAIS, António José. **Alvenaria estrutural: novo processo construtivo**. Artitextos. Lisboa : CEFA ; CIAUD. ISBN 972-97354-6-8. N.º 2 (Set. 2006), p. 101-111.

NASCIMENTO NETO, Joel. **Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais**. São Carlos, 1999. 127p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, F. L.; HANAI, J. B. **Análise do importamento de paredes de alvenaria recuperadas com revestimentos resistentes**. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 1998.

PRUDÊNCIO JR, L.R.; OLIVEIRA A. L.; BEDIN, C.A. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Florianópolis: Editora Gráfica Pallotti, 2002.

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

TAUIL, Carlos Alberto; Nese, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O Concreto no Brasil**. São Paulo: Pini, 1992.2.ed.V.2.213p.

KALIL. Sílvia Maria Baptista. **Alvenaria Estrutural**. Disponível em: http://www.feng.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf

ANEXOS

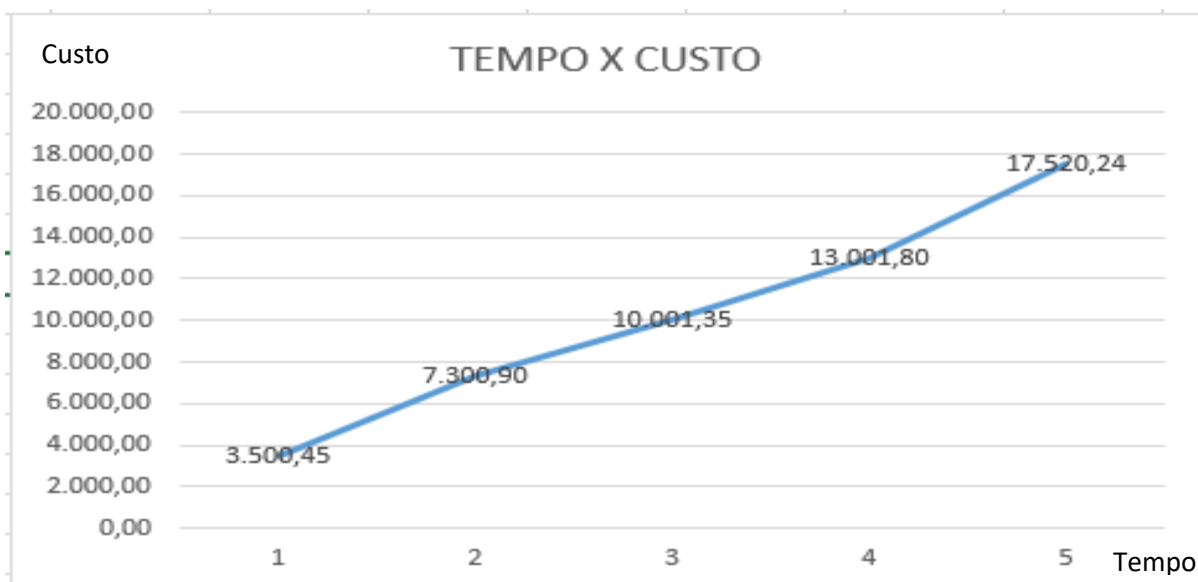
COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A
CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS – MG

RODRIGUES, Lucas Antunes

QUANTITATIVOS OBRA A				
MÃO DE OBRA				
FUNÇÃO	HOMEM/HORA(\$)	HORAS DE TRABALHO	QUANTIDADE	TOTAL
PEDREIRO	R\$ 12,00	44	4	R\$ 2.112,00
AJUDANTE	R\$ 7,33	44	4	R\$ 1.290,08
BETONEIRO	R\$ 10,00	44	1	R\$ 440,00
ARMADOR	R\$ 12,00	44	1	R\$ 528,00
TOTAL				R\$ 4.370,08
MATERIAIS				
	UND-KG-M3	PREÇO/UNT	PREÇO	TOTAL
BLOCO DE CONCRETO (34X19X14)	5461	R\$ 1,75	R\$ 9.556,75	R\$ 13.132,16
ARGAMASSA	2,75	R\$ 306,47	R\$ 842,79	
AÇO CA 50	258,47	R\$ 3,30	R\$ 852,95	
AÇO CA 60	49,72	R\$ 3,50	R\$ 174,02	
GRAUTE	2,03	R\$ 337,08	R\$ 684,27	
CONCRETO	2,5	R\$ 408,55	R\$ 1.021,38	
TOTAL GASTO PARA CONSTRUÇÃO DA SUPERESTRUTURA DE QUATRO APARTAMENTOS 1º PAVIMENTO ÁREA TOTAL = 352,78 M ²				
TOTAL GASTO			R\$ 17.502,24	

Tabela 1

Fonte: Mercado de Montes Claros, SETOP.



Obs: Comparação duração em dias.

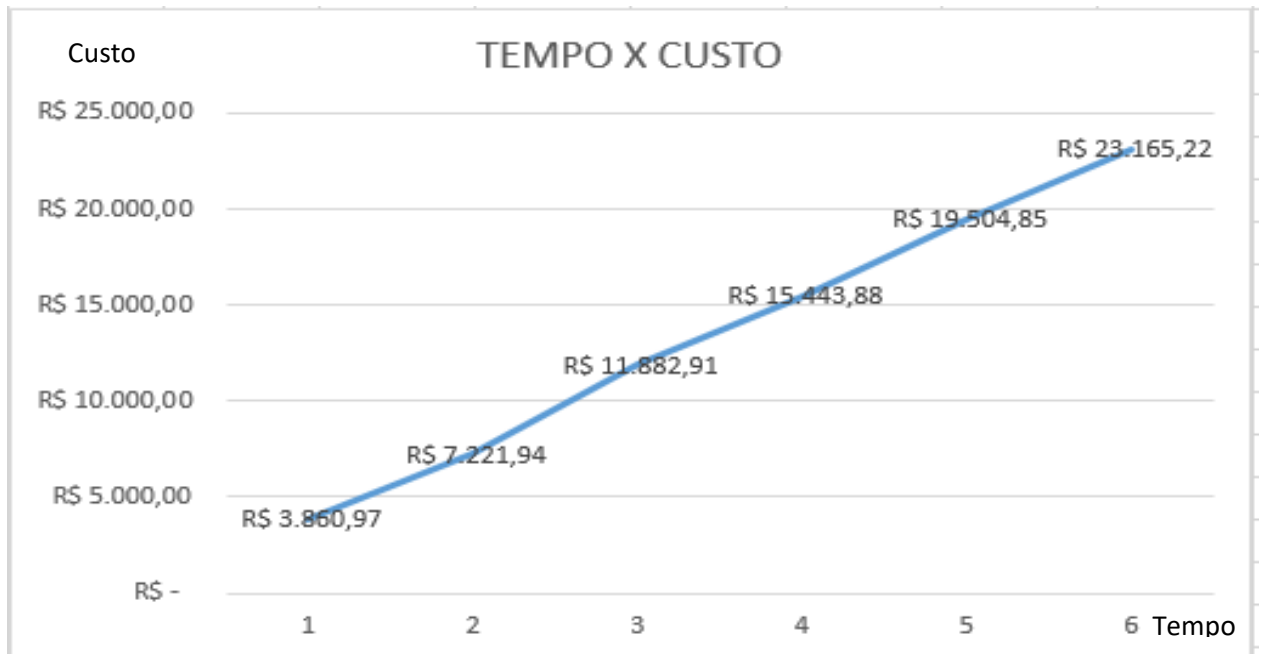
COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A
CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS – MG

RODRIGUES, Lucas Antunes

QUANTITATIVOS OBRA B				
MÃO DE OBRA				
FUNÇÃO	HOMEM/HORA(\$)	HORAS DE TRABALHO	QUANTIDADE	PREÇO
PEDREIRO	R\$ 12,00	53	6	R\$ 3.816,00
AJUDANTE	R\$ 7,33	53	6	R\$ 2.330,94
BETONEIRO	R\$ 10,00	53	2	R\$ 1.060,00
ARMADOR	R\$ 12,00	53	1	R\$ 636,00
TOTAL				R\$ 7.842,94
MATERIAIS				
	UND/KG/M3	PREÇO/UND.	PREÇO	TOTAL
BLOCO DE CONCRETO (34x19x14)	6157	R\$ 1,75	R\$ 10.774,75	R\$ 15.322,88
ARGAMASSA	3,1	R\$ 306,47	R\$ 950,06	
AÇO CA 50	336,19	R\$ 3,30	R\$ 1.109,43	
TRELIÇA CA 60	6	R\$ 33,70	R\$ 202,20	
AÇO CA 60	7,3	R\$ 3,50	R\$ 25,55	
GRAUTE	2,95	R\$ 337,08	R\$ 994,39	
CONCRETO	3,1	R\$ 408,55	R\$ 1.266,51	
TOTAL GASTO PARA CONSTRUÇÃO DA SUPERESTRUTURA DE QUATRO APARTAMENTOS 1º PAVIMENTO ÁREA TOTAL = 397,74 M ²				
TOTAL GASTO			R\$ 23.165,82	

Tabela 2

Fonte: Mercado de Montes Claros, SETOP.



Obs: Comparação duração em dias.

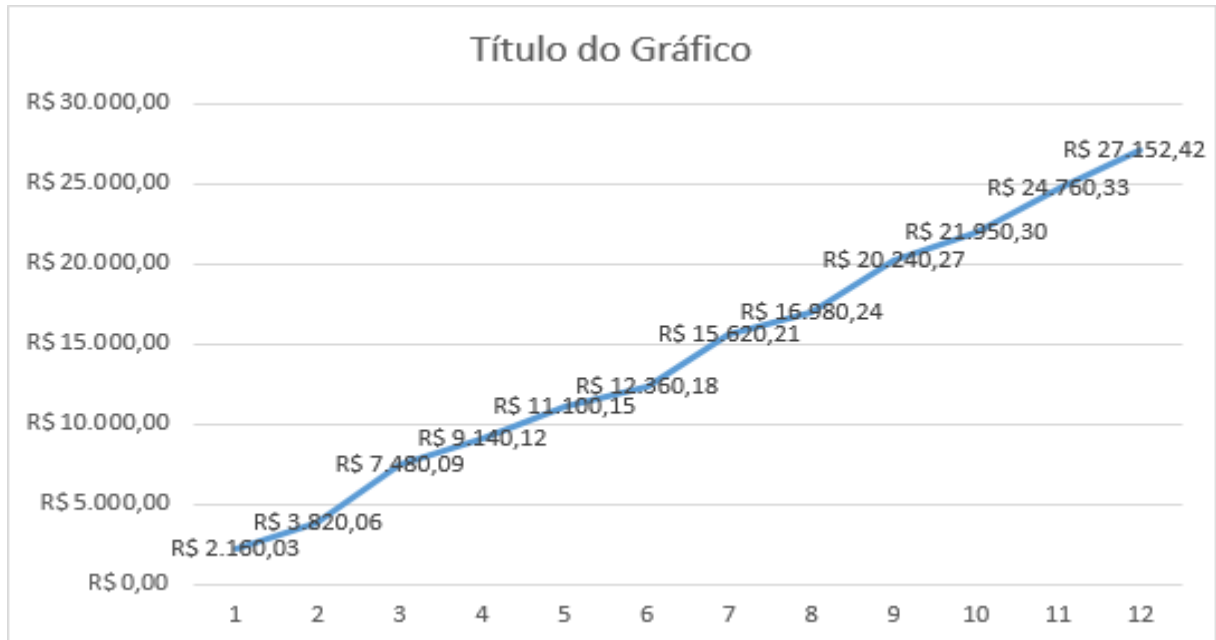
COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A
CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS – MG

RODRIGUES, Lucas Antunes

QUANTITATIVOS OBRA X				
MÃO DE OBRA				
FUNÇÃO	HOMEM/HORA(\$)	HORAS DE TRABALHO	QUANTIDADE	TOTAL
PEDREIRO A	R\$ 12,00	104	2	R\$ 2.496,00
PEDREIRO B	R\$ 9,00	104	1	R\$ 936,00
AJUDANTE	R\$ 7,33	104	6	R\$ 4.573,92
CARPINTEIRO	R\$ 12,00	104	3	R\$ 3.744,00
ARMADOR	R\$ 12,00	104	1	R\$ 1.248,00
TOTAL				R\$ 12.997,92
MATERIAIS				
	UND/KG/M3	PREÇO/UND.	PREÇO	TOTAL
TIJOLO (24x19x9)	9197	R\$ 0,49	R\$ 4.506,53	R\$ 14.154,49
ARGAMASSA	2,25	R\$ 275,33	R\$ 619,49	
AÇO CA 50	1581,76	R\$ 3,30	R\$ 5.219,81	
AÇO CA 60	132,76	R\$ 3,50	R\$ 464,66	
MADEIRITE	40	R\$ 30,80	R\$ 1.232,00	
CONCRETO	6,1	R\$ 346,23	R\$ 2.112,00	
TOTAL GASTO PARA CONSTRUIR A SUPERESTRUTURA E A ALVENARIA ÁREA TOTAL = 380,44 M ²				
TOTAL GASTO			R\$ 27.152,41	

Tabela 3

Fonte: Mercado de Montes Claros, SETOP.



Obs: Comparação duração em dias.

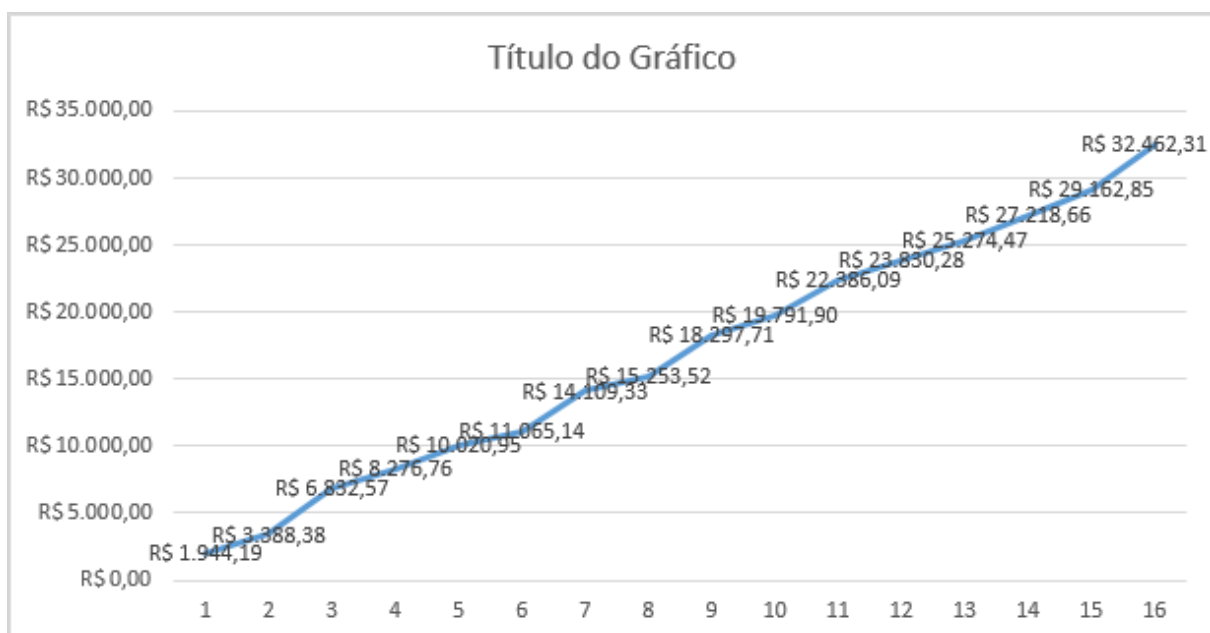
COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A
CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS – MG

RODRIGUES, Lucas Antunes

QUANTITATIVOS OBRA Y				
MÃO DE OBRA				
FUNÇÃO	HOMEM/DIA(\$)	DIAS DE TRABALHO	QUANTIDADE	TOTAL
PEDREIRO A	R\$ 80,00	16	2	R\$ 2.560,00
CARPINTEIRO	R\$ 80,00	16	6	R\$ 7.680,00
AJUDANTE	R\$ 788,00		5	R\$ 3.940,00
ARMADOR	R\$ 80,00	16	2	R\$ 2.560,00
TOTAL				R\$ 14.180,00
MATERIAIS				
	UND/KG/M3	PREÇO	PREÇO	TOTAL
TIJOLO (24x19x9)	10676	R\$ 0,45	R\$ 4.804,20	R\$ 18.282,31
ARGAMASSA	2,28	R\$ 275,33	627,7524	
AÇO CA 50	2636	R\$ 3,30	R\$ 8.698,80	
AÇO CA 60	221,24	R\$ 3,50	R\$ 774,34	
MADEIRITE	44	R\$ 30,80	R\$ 1.355,20	
CONCRETO	7,07	R\$ 286,00	R\$ 2.022,02	
TOTAL GASTO PARA CONSTRUIR A SUPERESTRUTURA E A ALVENARIA ÁREA TOTAL = 446,58 M²				
TOTAL GASTO		R\$ 32.462,31		

Tabela 4

Fonte: Mercado de Montes Claros, SETOP.



Obs: Comparação duração em dias.

COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO PARA A
CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MONTES CLAROS – MG

RODRIGUES, Lucas Antunes