

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

VANESSA LEAL WINCKLER

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO E PRODUTIVIDADE ENTRE
SISTEMAS DE VEDAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE
GESSO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2019

VANESSA LEAL WINCKLER

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO E PRODUTIVIDADE ENTRE
SISTEMAS DE VEDAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE
GESSO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras, do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Cezar Augusto Romano

CURITIBA

2019

VANESSA LEAL WINCKLER

**ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTO E PRODUTIVIDADE ENTRE
SISTEMAS DE VEDAÇÃO COM BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE
GESSO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2019

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico este trabalho a meus pais que sempre apoiaram e incentivaram minha evolução profissional e ao meu noivo pelo carinho e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Romano, pelo auxílio à escolha do tema e pela sabedoria com que me guiou nesta jornada. Por meio dele, me reporto à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade e apoio incondicional.

Agradeço aos meus pais, por me incentivar a buscar aprimoramento em minha profissão.

À minha família, pelo carinho e confiança.

Agradeço ao meu noivo pela paciência e compreensão à minha ausência.

Aos amigos e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

*A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará a seu tamanho original.*

Oliver Wendell Holmes

RESUMO

WINCKLER, V. L. **Estudo comparativo de custo e produtividade entre sistemas de vedação com bloco cerâmico e bloco de gesso.** 2019. 36 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

A competitividade entre as empresas da construção civil e a atual situação econômica do país têm exigido a racionalização dos métodos construtivos com o intuito de aumentar a qualidade do produto e diminuir os custos e tempo de execução dos edifícios. Diante disso, o tema escolhido tem o objetivo de analisar comparativamente dois sistemas construtivos de vedações verticais: alvenaria com blocos cerâmicos e alvenaria com blocos de gesso maciço através de um estudo de produtividade, custo e geração de resíduos obtidos em duas obras distintas. O trabalho consistiu em um estudo de caso a partir de duas obras residenciais. Através dos dados coletados, foi possível calcular a produtividade e o custo unitário dos sistemas usando como base a TCPO e tabela SINAPI (CAIXA). Os resultados encontrados indicam que o sistema com blocos de gesso possui melhor produtividade e maior custo em relação ao sistema com blocos cerâmicos. No âmbito da sustentabilidade, a alvenaria de gesso apresentou menor quantidade de resíduos quando comparada à alvenaria convencional. Os parâmetros analisados permitiram a verificação da viabilidade dos blocos de gesso para edifícios habitacionais.

Palavras-chave: Vedações verticais. Bloco de gesso. Bloco cerâmico. Produtividade.

ABSTRACT

WINCKLER, V. L.; **Comparative study of cost and productivity between ceramic block and gypsum block sealing systems.** 2019. 36 f. Monography (Specialization in Construction Management) – Civil Works Department, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2019.

The competitiveness between construction companies and the current economic situation in the country has required the rationalization of construction methods in order to increase the quality of the product and decrease the costs and execution time of the buildings. Therefore, the chosen theme aims to comparatively analyze two constructive systems of vertical seals: masonry with ceramic blocks and masonry with solid gypsum block through a study of productivity, cost and waste generation obtained in two distinct constructions. Through the collected data, it was possible to calculate the productivity and the unit cost of the systems using TCPO and SINAPI table (CAIXA). The results indicate that the system with gypsum blocks has better productivity and higher cost in relation to the system with ceramic blocks. In terms of sustainability, the gypsum blocks presented less waste when compared to conventional masonry. The parameters analyzed allowed the verification of the feasibility of gypsum blocks for residential buildings.

Keywords: Vertical fences. Ceramic block. Gypsum block. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Desenho ilustrativo de bloco de gesso alveolar e maciço.	20
Figura 2: Conceito de produtividade segundo Sink.	21
Figura 3: Faixas de produtividade para alvenaria de tijolo cerâmico furado.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição de custo unitário referente a alvenaria de blocos cerâmicos 9x19x19 cm.....	27
Tabela 2: Composição de custo unitário referente à alvenaria de blocos cerâmicos 9x19x39 cm.....	27
Tabela 3: Composição de custo unitário referente à alvenaria com blocos de gesso 7,6x67x50 cm.....	30
Tabela 4: Comparativo entre sistemas de vedação. *Bloco cerâmico 9x19x19 cm..	31

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Cm	Centímetro
GRG	Glass Reinforced Gypsum
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Mm	Milímetro
NBR	Norma Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
RUP	Razão Unitária de Produção
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 SISTEMAS DE VEDAÇÃO	17
2.1.1 Blocos Cerâmicos	17
2.1.2 Blocos de Gesso.....	18
2.2 PRODUTIVIDADE.....	20
3 METODOLOGIA.....	23
4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÕES	24
4.1 ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS – OBRA A.....	24
4.1.1 Produtividade.....	25
4.1.2 Custo	26
4.2 ALVENARIA COM BLOCOS DE GESSO	28
4.2.1 Produtividade.....	29
4.2.2 Custo	29
4.3 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um importante segmento da indústria e ocupa um papel de destaque no cenário socioeconômico. Ela tem impacto direto na geração de empregos e na melhoria de áreas como habitação e infraestrutura. Segundo relatório do IBGE (2019), a construção civil foi responsável por movimentar 20,6% do PIB da indústria no ano de 2018 e em virtude da recessão econômica que o país se encontra, o setor acumulou retração de 27,7% entre os anos de 2013 e 2018.

Em razão da atual situação do país, é notório que empresas busquem meios para melhorar seus processos construtivos. Visando obter um melhor gerenciamento de recursos, a racionalização tem o objetivo de aumentar a funcionalidade do processo construtivo e colaborar com a redução de custos, prazo de execução e desperdício de material, além de conferir melhor desempenho e qualidade ao produto (SILVA, 2003).

Dentro deste contexto, a racionalização da alvenaria pode significar uma estratégia vantajosa. Segundo Bayeux (2000), o gasto com as vedações verticais, incluindo o sistema de esquadria, instalações e revestimento podem corresponder até 40% do custo total da obra, e se considerado o serviço de vedações verticais isoladamente, este valor pode alcançar 6% do custo total de construção de edifícios.

Além do custo significativo, o índice de desperdício na alvenaria com blocos cerâmicos é elevado. Mass (2017) aponta perdas entre 18% a 21% e ressalta que estes resultados são reflexo da ineficiência no uso de materiais e da falta de planejamento da obra.

Nesse contexto, destaca-se o interesse dos clientes no processo construtivo pois há uma nítida mobilização dos usuários na busca construções sustentáveis. Portanto, a redução de resíduos pode ser uma estratégia interessante na captação de novos clientes que buscam produtos cuja produção seja menos nociva ao meio ambiente.

Os blocos de gesso são uma alternativa na construção de paredes internas, permitindo uma execução rápida e econômica. As principais vantagens deste sistema destacadas por Lordsleem e Neves (2011) são: menor sobrecarga na estrutura, aumento de área útil, bom isolamento térmico, facilidade de manutenção e precisão dimensional.

Diante do exposto, esta monografia visa analisar o sistema de vedação vertical interna de bloco de gesso, comparando sua produtividade, custo e geração de resíduos com o sistema de vedação com blocos cerâmicos.

1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA

Este projeto de pesquisa delimitou-se em coletar informações de produtividade utilizando como indicador a razão unitária de produção (RUP), custo unitário de produção e quantidade de resíduos gerados de dois sistemas de vedação vertical a partir de duas obras distintas. Os métodos construtivos analisados foram alvenaria de blocos cerâmicos furados e alvenaria com blocos de gesso maciço.

A partir da coleta de dados elaborou-se uma análise comparativa com as vantagens e desvantagens de cada Sistema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar comparativamente dois sistemas construtivos de vedação vertical: alvenaria com blocos cerâmicos e alvenaria com blocos de gesso maciço através de um estudo de produtividade, custo e geração de resíduos obtidos em duas obras distintas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Levantar dados sobre produtividade, custo e geração de resíduos de cada sistema construtivo;

Comparar os dados descritos acima;

Analisar as vantagens e desvantagens de cada sistema construtivo.

1.3 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção passa por um cenário conturbado. O setor apresenta índices de retração e desempenho abaixo do esperado. Com a economia em crise, os clientes finais passaram a fazer mais exigências a respeito da qualidade e garantia do produto final. Dentro desse contexto, é necessário buscar otimização de recursos no processo construtivo, tornando-o mais produtivo e com menor índice de perdas.

O sistema de vedação mais consolidado no Brasil continua sendo a alvenaria com bloco cerâmico, porém este sistema gera desperdício, e muitas vezes é pouco produtivo. Em contrapartida, a alvenaria com blocos de gesso, apesar de ter seu uso já difundido na região Nordeste, ainda é pouco utilizado na região Sul do Brasil e observa-se uma carência na divulgação de informações técnicas a respeito do produto.

Desta forma, a presente monografia ocupou-se em comparar os parâmetros de produtividade, custo e resíduos de dois sistemas de vedação vertical de duas obras localizadas na cidade de Curitiba, a primeira com utilização de blocos cerâmicos e a segunda com blocos de gesso.

A pesquisa pretende expor as características, vantagens e desvantagens do sistema construtivo com blocos de gesso, de modo a despertar interesse de profissionais da área com informações técnicas que possam auxiliar na escolha do tipo de alvenaria mais adequada em cada caso.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 5 capítulos, sendo a abordagem de cada capítulo descrita a seguir:

O capítulo 1 contempla a introdução com contextualização do problema, apresenta o objetivo geral e os específicos e a justificativa da escolha do tema.

O capítulo 2 apresenta um referencial teórico abrangendo conceitos de autores sobre produtividade e a importância de seu estudo, conceitos de vedações verticais, de alvenaria de blocos cerâmicos e de gesso.

O terceiro capítulo aborda a metodologia adotada no estudo e a forma de coleta dos dados.

O capítulo 4 apresenta uma descrição das obras visitadas, os dados coletados e as características dos sistemas construtivos. Também são contempladas as análises acerca dos parâmetros investigados de cada sistema.

O quinto capítulo aborda as considerações finais a respeito do tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE VEDAÇÃO

As vedações verticais podem ser definidas como um subsistema dos edifícios e têm a finalidade de compartimentar e definir ambientes internos e criam condições de habitabilidade para os usuários das edificações. Também são funções das vedações verticais o controle da ação de agentes externos como intemperismo, pessoas ou animais indesejáveis, além de dar suporte e proteção para instalações embutidas (MEDEIROS, 2013).

Franco (1998) prescreve que o sistema de vedação deve satisfazer requisitos de desempenho, são estes: segurança estrutural, isolamento térmica e acústica, segurança ao fogo, estanqueidade, estabilidade, durabilidade, estética e economia.

Os sistemas de vedação podem ser constituídos por paredes de alvenarias, paredes maciças moldadas in loco e paredes maciças pré-moldadas ou pré-fabricadas.

A vedação vertical pode ser classificada como interna ou externa, de acordo com sua posição no edifício. As vedações externas ou envoltórias são aquelas que formam a fachada do edifício. As internas são definidas como vedações que compartimentam o ambiente interno. (RODRIGUES, 2008)

Segundo Azeredo (1977), alvenaria é toda obra constituída por pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto ligados ou não por meio de argamassa. Há diversos materiais disponíveis no mercado da construção civil para compor a alvenaria. Dentre eles estão os blocos cerâmicos e de gesso que são objetivo de estudo desta pesquisa.

2.1.1 Blocos Cerâmicos

Segundo definição da NBR 15270-1, os blocos cerâmicos de vedação são componentes das alvenarias externas ou internas e têm a função de resistir apenas

o peso da alvenaria da qual faz parte. Sua fabricação deve ser por conformação plástica de matéria-prima argilosa, queimado a elevadas temperaturas e pode ou não conter aditivos.

É obrigatório a indicação em baixo relevo ou reentrância do fabricante e lote do bloco cerâmico, além de suas dimensões.

Os Blocos cerâmicos podem ser maciços ou com furos prismáticos ou circulares. Os blocos furados promovem vantagem econômica, já que seu custo é inferior ao dos maciços, além de proporcionar maior produtividade em razão de suas maiores dimensões e peso reduzido.

Ainda quanto aos furos, a norma NBR 15270-1 estabelece que os blocos com furos posicionados na vertical devem ter resistência à compressão igual ou maior que 1,5 Mpa e os blocos assentados com os furos na horizontal devem atender à resistência mínima de 3,0 Mpa.

Em relação à execução, antes de iniciar o assentamento da alvenaria, o pavimento deve estar limpo e desimpedido para não prejudicar a aderência da argamassa. As estruturas de concreto em contato com a alvenaria devem estar chapiscadas.

A marcação é realizada com o assentamento dos blocos sobre uma camada de argamassa e a cada nova fiada, os blocos das extremidades são assentados primeiro e neles é fixada uma linha de nylon que servirá de orientação para alinhamento e nível do restante dos blocos.

Os blocos devem ser colocados com juntas verticais desencontradas promovendo amarração dos mesmos. Deve ser previsto um espaçamento de 1,5 a 3,5 cm entre a alvenaria e a estrutura (laje ou viga) para execução do encunhamento com espuma expansiva.

2.1.2 Blocos de Gesso

Os blocos de gesso destinam-se à execução de alvenaria não estrutural e sua aplicação é exclusivamente para vedações verticais internas

Neves (2011) define a vedação vertical com blocos de gesso como um elemento construído através da união destes blocos por juntas de cola de gesso, que gera como resultado um conjunto rígido.

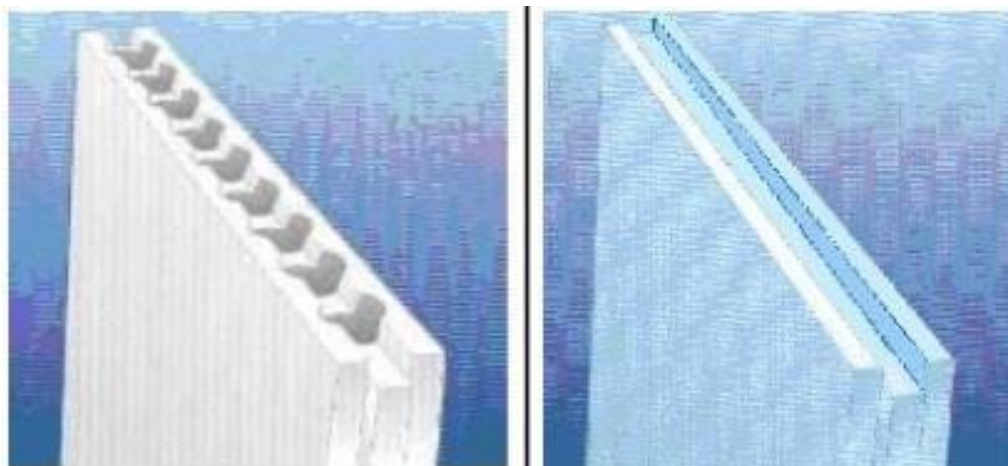
No Brasil, são comercializados quatro tipos de blocos de gesso (SILVA; PERES, 2016):

- Bloco de gesso Standart: também chamado de bloco simples, fabricado na cor branca, é utilizado na construção de paredes divisórias de áreas secas.
- Bloco de gesso Hidrofugado: Contém aditivos hidrofugantes, é fabricado na cor azul e indicado para áreas molhadas e molháveis, como: banheiros, cozinhas, refeitórios, áreas de serviço, etc.
- Bloco de gesso GRG: Reforçado com fibras de vidro e fabricado na cor verde, é indicado no uso de paredes internas de áreas secas com necessidade de maior resistência ao arrancamento e à flexão. São utilizados em áreas com grande aglomeração de pessoas, como: restaurantes, cinemas, lojas de departamento, shoppings centers, entre outros.
- Bloco de gesso GRGH (hidrofugado): Reforçado com fibras de vidro e hidrofugado. É fabricado na cor rosa e indicado no uso de paredes internas de áreas molháveis com necessidade de maior resistência ao arrancamento e à flexão.

Conforme descrição da NBR 16494 (2017), os blocos de gesso têm formato de paralelepípedo com comprimento de 666 mm, 500 mm de altura e espessura mínima de 50 mm, podendo ser maciços ou vazados, conforme ilustra a figura 1. Possuem duas faces planas e encaixe macho e fêmea em lados opostos com a finalidade de facilitar o encaixe entre si.

Rodrigues (2008) explica que os blocos vazados são dotados de alvéolos internos que possibilitam reduzir a sobrecarga nas estruturas e conferem um melhor isolamento acústico. Já os blocos maciços permitem a construção de paredes com maior altura. (ROCHA, 2007)

Dentre as principais vantagens do sistema construtivo com blocos de gesso apontados por Sobrinho (2009), estão: a precisão milimétrica, em razão da superfície plana dos blocos e seu sistema de encaixe macho e fêmea, produtividade elevada em comparação com o sistema de vedação com blocos cerâmicos, devido as grandes dimensões dos blocos de gesso e a praticidade e precisão nos cortes necessários às instalações embutidas.



**Figura 1: Desenho ilustrativo de bloco de gesso alveolar e maciço.
Fonte: Sobrinho (2007)**

Quanto à execução, antes da locação da alvenaria, o pavimento já deve estar livre de escoramento e a superfície deve ser limpa para não prejudicar a aderência da argamassa de assentamento.

Assim como na alvenaria de blocos cerâmicos, a marcação da alvenaria é feita e a primeira fiada deve ser realizada obrigatoriamente com bloco de gesso hidrofugado com o encaixe fêmea voltado para baixo preenchido com a cola de gesso hidrofugado. A segunda fiada deve ser executada com o bloco específico para cada tipo de área (seca ou molhada).

As juntas verticais devem ser desencontradas, promovendo a amarração dos blocos e sua espessura deve ser próxima a 2 mm. No encontro da vedação com blocos de gesso e a estrutura deve ser instalado o poliestireno de alta densidade fixado com uma mistura de gesso cola e gesso de fundição com traço de 1:1 (LORDSLEEM JR.; NEVES, 2011).

2.2 PRODUTIVIDADE

A produtividade pode ser descrita como a eficiência em transformar recursos em produtos (SOUZA ,2000).

Para Rodriguez (1992) a produtividade é a relação entre o resultado e a utilização de um ou vários fatores de produção (capital, materiais, equipamentos),

também chamada de relação OUTPUT/INPUT. Desta forma, segundo Sink apud Ferreira (2017), produtividade é a relação entre o que é produzido durante um intervalo de tempo e a quantidade de recursos consumidos para gerar as saídas (outputs). A figura 2 ilustra esta relação.

Para Souza (2006) os materiais, equipamentos e mão de obra são as entradas (inputs) da construção civil, e dentro de um processo produtivo estes recursos são transformados em saídas, que por sua vez são os serviços executados que geram o produto final da construção, a obra.

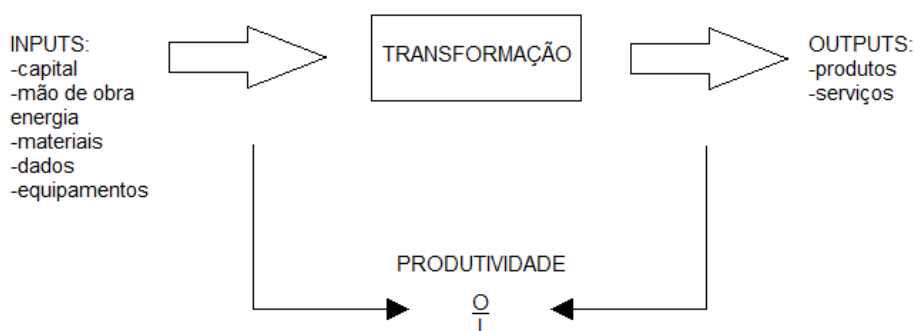


Figura 2: Conceito de produtividade segundo Sink.

Fonte: Adaptado de Sink (1985 apud Ferreira, 2017)

De acordo com Sousa apud Ferreira (2017) melhorar a produtividade significa colher benefícios sem onerar o processo, ou seja, aumentar de produção sem alterar a quantidade de recursos ou, de outra forma, manter a produção inalterada reduzindo-se os recursos. Pode-se ainda correlatar a qualidade com a produtividade, dessa maneira, o aumento desta pode ser alcançado mantendo-se a quantidade de saídas com acréscimo de qualidade do produto ou serviço.

Ferreira (2017) afirma que a relação pela qual se exprime a produtividade é representada sob a forma direta de “produção por unidade de fator” ou “consumo de fator por unidade de produção”. O termo abrange diferentes conceitos que expressam aspectos específicos: produtividade do trabalho, produtividade do capital ou de um insumo. A escolha do conceito e a medida de produtividade são definidas baseadas nos objetivos da análise.

O fator mais corrente é o trabalho humano. Neste caso, o indicador adotado é a razão unitária de produção – RUP, e pode ser expresso conforme representado pela Equação 1.

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (1)$$

Em que:

Hh = Homens-hora;

QS = Quantidade do serviço realizado;

Segundo Souza (2006), a razão unitária de produção pode ser classificada em relação ao tipo de mão de obra considerada. A RUP oficial avalia apenas a produtividade da mão de obra dos oficiais envolvidos na produção do serviço analisado, e a RUP direta avalia a mão de obra de oficiais e ajudantes envolvidos no processo de produção do serviço analisado.

Em relação ao período medido, o indicador pode ser classificado como RUP diária – tem como base a produtividade obtida no dia – e RUP acumulada – produtividade obtida em um período de estudo. Para esta pesquisa, optou-se em utilizar o indicador de produtividade referente a mão de obra acumulada apenas dos oficiais.

3 METODOLOGIA

Foram adotados dois procedimentos metodológicos para esta monografia, o primeiro um estudo teórico, com informações coletadas a respeito dos sistemas construtivos de vedação com blocos cerâmicos e com blocos de gesso. A pesquisa bibliográfica também abordou conceitos sobre produtividade.

O segundo procedimento metodológico adotado foi um levantamento de dados a partir de duas obras residenciais localizadas na cidade de Curitiba, no estado do Paraná, com diferentes sistemas de vedação. Ambos os empreendimentos são edifícios residenciais com sistema estrutural em concreto armado. Com as informações obtidas nas obras, foi possível elaborar um estudo comparativo entre os sistemas.

A obra A utilizou blocos cerâmicos nas vedações internas e externas.

Na obra B, foi utilizada a alvenaria com blocos de gesso maciço nas vedações internas, e bloco cerâmico nas externas.

Para análise da produtividade, fez-se necessário coletar os dados de entrada: composição da equipe, jornada de trabalho e prazo de execução do serviço e os dados de saída: quantidade de alvenaria executada, além de outras informações relevantes ao processo de execução.

A partir dos dados, foi possível verificar a produtividade das equipes e levantar os custos de execução de ambos os sistemas construtivos.

A análise comparativa foi baseada no custo e tempo de execução apenas para produção das alvenarias, sem contabilizar as etapas de instalações e o revestimento das paredes.

Também se analisou a geração de resíduos e o fluxo físico dentro da obra, de modo a complementar a pesquisa.

4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÕES

Os itens subsequentes apresentam uma descrição das obras, a produtividade, custo e geração de resíduos dos sistemas analisados. Foram destacados pontos importantes a respeito do serviço executado como área de alvenaria por pavimento, tipo de bloco adotado, equipamentos utilizados, composição das equipes, armazenamento e transporte de materiais.

4.1 ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS – OBRA A

Edificação residencial composta por 12 pavimentos e 1 subsolo com sistema estrutural de concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

Conforme descrito anteriormente, a obra A utilizou blocos cerâmicos de vedação nas paredes internas e externas. O bloco empregado tem dimensões 14x19x29 cm, com furos posicionados na horizontal. A argamassa de assentamento foi produzida in loco, no pavimento térreo e transportada por elevador de carga até o pavimento onde a alvenaria era executada.

Foram fornecidos à equipe planta da primeira fiada de alvenaria e projeto arquitetônico com distâncias das paredes e dimensões dos vãos.

As ferramentas utilizadas pela equipe foram: prumo de face, trena, nível de bolha, esquadro metálico, colher de pedreiro, linha de nylon e régua de alumínio.

A equipe de alvenaria era composta por 5 trabalhadores oficiais e 3 ajudantes, responsáveis exclusivamente pela produção de alvenaria. A produção de argamassa, confecção de vergas, carga, descarga e transporte de materiais era responsabilidade de uma equipe adjacente que abastecia a equipe de produção para que esta não precisasse parar o serviço.

A mão de obra foi terceirizada com pagamento por produção. O horário de expediente era de segunda a quinta, entre 07:30 e 17:30, e sexta-feira entre 07:30 e 16:30 com 1 hora de almoço todos os dias, somando 44 horas semanais, com média de 8,8 horas por dia.

A obra possui 1103 m² de área de alvenaria por pavimento tipo. Foi constatado que o tempo entre o início e conclusão do serviço em um pavimento levou 27,5 dias, ou 242 horas.

Em relação à quantidade de resíduos gerados, foi relatado uma quantidade média de 5 m³ de material de descarte proveniente do serviço de alvenaria a cada pavimento tipo executado.

4.1.1 Produtividade

Admite-se que quanto menor o valor da RUP (razão unitária de produção), menor é a quantidade de mão de obra necessária para executar 1 m² de alvenaria. Portanto quanto menor o valor de RUP, maior é a produtividade.

Para a estimativa da produtividade foi considerado a RUP média referente à execução completa do serviço. Faz-se necessário ressaltar que este cálculo considerou apenas a mão de obra dos oficiais. A partir da equação 1 (item 2.2) e com os dados de entrada (quantidade de alvenaria, composição da equipe e tempo de execução) encontrou-se RUP média de 1,10 Hh/m² para a obra A.

A TCPO (2010) indica faixas de valores de produtividade entre 0,51 Hh/m² e 0,74 Hh/m² para alvenaria de tijolo cerâmico furado conforme mostra a Figura 3. Confrontando-se o valor obtido da obra A com o menor índice apontado pela TCPO têm-se uma redução de 48,64% da produtividade.

Herculano (2010) registrou RUPs médias maiores, ou seja, com produtividades menos satisfatórias que a obtida na obra A. Os valores encontrados pelo autor foram de 1,56 Hh/m², 1,41 Hh/m² e 1,15 Hh/m² para obras diferentes utilizando bloco cerâmico. Observa-se que os resultados obtidos pelo autor também se encontram acima dos níveis indicados pela TCPO.

Há muitos fatores que podem influenciar a produtividade na construção civil, segundo Araújo (2000), há fatores relacionados ao conteúdo do trabalho, como nível de especificações e detalhes do projeto e fatores relacionados ao contexto do trabalho, ou seja, características do local onde o serviço é executado como layout e organização do canteiro de obras, disponibilidade de materiais e ferramentas, além de condições atmosféricas.

Para Souza (2006) outros fatores que influenciam a produtividade na construção civil são aqueles associados a anormalidades como afastamentos por variação de temperatura, chuvas, retrabalhos, trabalhos fora da programação usual, rotatividade da equipe, adiantamento de prazos, entre outros.

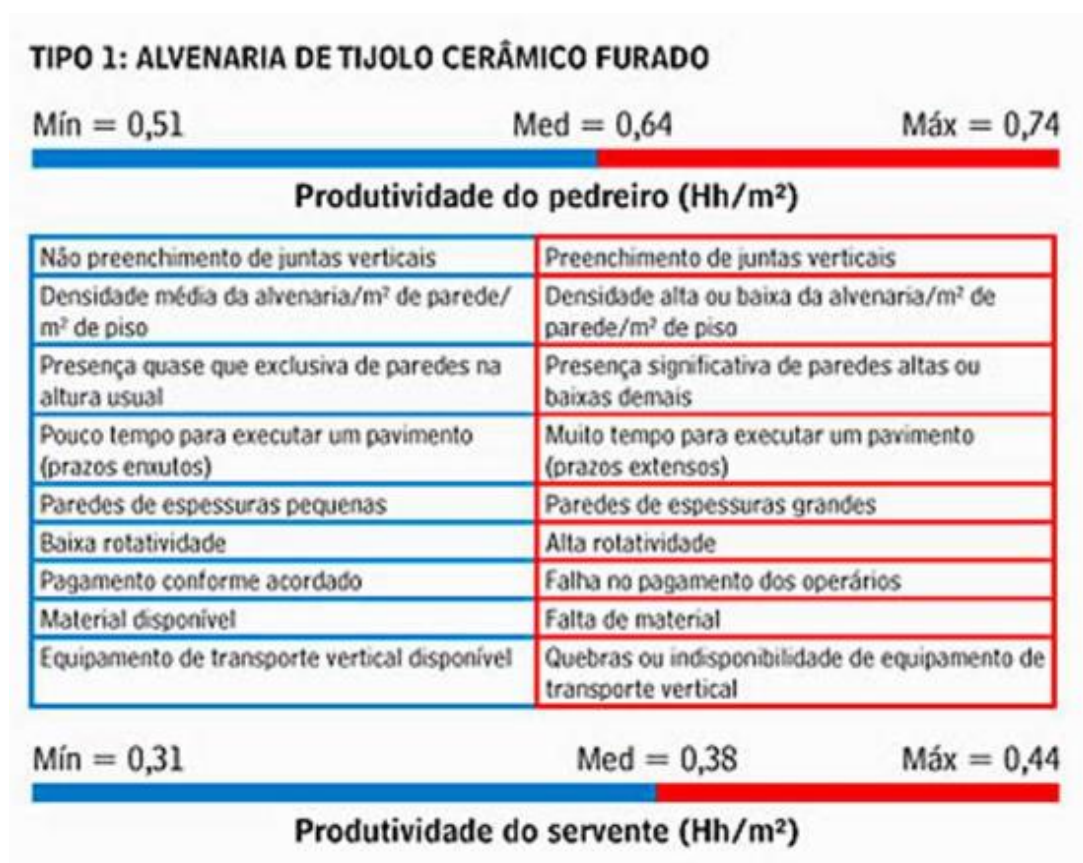


Figura 3: Faixas de produtividade para alvenaria de tijolo cerâmico furado.

Fonte: TCPO (2010)

4.1.2 Custo

Para análise de custo, foram elaboradas as composições de preços unitários para o sistema de alvenaria. A composição dos serviços utilizou como base a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO, 2010). Os preços unitários sem encargos foram retirados do relatório desonerado de insumos referente ao mês de

abril de 2019 do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI – CAIXA).

A seguir são apresentadas as tabelas 1 e 2 com as composições de custos unitários para a alvenaria com blocos cerâmicos de tamanho 9 cm x 19 cm x 19 cm e 9 cm x 19 cm x 39 cm, respectivamente. A TCPO e o SINAPI não trazem uma composição de custo unitário para o bloco de vedação analisado na obra A (com comprimento de 29 centímetros), por esta razão optou-se por analisar a composição de custo de um bloco com tamanho maior e outro menor.

Tabela 1: Composição de custo unitário referente à alvenaria de blocos cerâmicos 9x19x19 cm.

DESCRIÇÃO: Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x19 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm, e=9 cm, argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:8 UNIDADE: M²

COMPONENTES	UNIDADE	CONSUMO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL(R\$)
Pedreiro	h	1,0000	15,94	15,94
Servente	h	1,1350	11,25	12,77
Areia lavada média	m ³	0,0165	57,00	0,94
Cal hidratada CH III	kg	2,4570	0,28	0,69
Cimento Portland CII-E-32	kg	2,4570	0,44	1,08
Bloco cerâmico furado 9x19x19	un	25,7000	0,43	11,05
Total				42,47

Fonte: Autor (2019)

Tabela 2: Composição de custo unitário referente à alvenaria de blocos cerâmicos 9x19x39 cm.

DESCRIÇÃO: Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x39 cm (furos horizontais), juntas de 12 mm, e=9 cm, argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:8 UNIDADE: M²

COMPONENTES	UNIDADE	CONSUMO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL(R\$)
Pedreiro	h	0,6600	15,94	10,52
Servente	h	0,7630	11,25	8,58
Areia lavada média	m ³	0,0126	57,00	0,72
Cal hidratada CH III	kg	1,8746	0,28	0,52
Cimento Portland CII-E-32	kg	1,8746	0,44	0,82
Bloco cerâmico furado 9x19x39	un	12,9300	1,06	13,71
Total				34,88

Fonte: Autor (2019)

A respeito do conteúdo dos serviços, a TCPO (2010) faz as seguintes observações:

- Considera-se material e mão de obra para preparo da argamassa, marcação e execução da alvenaria. Excetos serviços de fixação (encunhamento) da alvenaria.
- Perda adotada para os blocos cerâmicos: 5%
- Perda considerada para argamassa: 30%

4.2 ALVENARIA COM BLOCOS DE GESSO

A obra B é composta por uma única torre de 7 andares além do térreo e 2 subsolos. Neste edifício optou-se pela utilização do bloco de gesso maciço nas paredes internas. A justificativa pela escolha do bloco maciço se deve à sua maior capacidade de carga em relação ao bloco alveolar, permitindo a instalação de armários fixos nas paredes.

O bloco adotado possui dimensões de 7cm x 50 cm x 66 cm e argamassa utilizada foi uma mistura pronta de gesso chamada “gesso cola” e seu preparo era feito no próprio pavimento pelo gesseiro

Os equipamentos e ferramentas utilizados foram: prumo de face, martelo de borracha, trena, nível de bolha, esquadro metálico, espátula, linha de nylon, régua de alumínio e serra circular.

Quanto à mão de obra, esta foi terceirizada com pagamento por produção. O horário de expediente era de segunda a quinta, entre 07:00 e 17:00, e sexta-feira entre 07:00 e 16:00 com 1 hora de almoço e 15 minutos para café, totalizando uma carga horária semanal de 42,75 horas, com média de 8,55 horas de trabalho por dia.

Em relação à equipe, esta era composta por um único oficial com função exclusiva para o assentamento da alvenaria e era abastecido por uma segunda equipe responsável pela carga, descarga, transporte de materiais e fabricação de vergas.

A obra B, composta por pavimentos tipo com 3 apartamentos por andar, possuindo 258 m² de parede internas por pavimento. O tempo necessário à

conclusão do serviço de alvenaria com blocos de gesso referente a um pavimento tipo foi de 9 dias, ou seja, 76,95 horas.

Observou-se uma média de 1 m³ de resíduos de alvenaria de gesso a cada pavimento de alvenaria.

4.2.1 Produtividade

Para o serviço de alvenaria com blocos de gesso a RUP média da obra B foi de 0,30 Hh/m².

A TCPO não indica faixas de valores de produtividade para elevação de alvenaria com blocos de gesso, mas em um estudo de caso realizado em uma obra localizada em Goiânia, Almeida e Pedrosa (2017) encontraram RUP média de 0,48 Hh/m², 60% maior que o valor verificado na obra B.

O valor de RUP diária encontrada pelas autoras variou entre 0,34 e 0,56 Hh/m². A grande variação foi justificada pela dimensão das paredes executadas em cada dia, já que paredes maiores são de execução mais simples do que as de menor dimensão, pois possuem um maior número de recortes e amarrações entre os blocos.

Na obra analisada por Almeida e Pedrosa (2017), a produtividade do serviço acompanhado foi afetada por pausas da mão de obra para realizar o deslocamento de materiais e ferramentas. O mesmo caso não se aplica na Obra B, visto que havia uma equipe adjacente encarregada da movimentação de materiais.

Valor próximo foi encontrado no estudo realizado em edifício residencial localizado na cidade de Recife por Mendonça (2009) com RUP de 0,36 Hh/m², significando uma produtividade 20% menor do que a encontrada na obra B desta monografia. Além da produtividade na elevação da alvenaria, Mendonça também analisou os serviços de colocação de tubulação e caixas elétricas, aparelhamento e pintura, somando um total de 0,66 Hh/m².

4.2.2 Custo

A análise de custo do o sistema de alvenaria com blocos de gesso foi elaborada com base na composição unitária da TCPO (2010). Os preços dos insumos e mão de obra sem encargos sociais foram retirados do relatório desonerado de insumos referente ao mês de abril de 2019 do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil (SINAPI – CAIXA).

A tabela 3 apresenta a composição de custo unitário para a alvenaria com blocos de gesso de dimensões: 67 cm de comprimento, 50 cm de altura e espessura de 7,5 cm.

Tabela 3: Composição de custo unitário referente à alvenaria com blocos de gesso 7,6x67x50 cm

DESCRIÇÃO: Alvenaria de vedação com blocos de gesso 7,5x67x50 cm				UNIDADE: M ²
COMPONENTES	UNIDADE	CONSUMO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL(R\$)
Pedreiro	H	0,20	15,94	3,19
Servente	H	0,15	11,25	1,69
Gesso	Kg	4,00	0,60	2,40
Bloco de gesso	Um	3,00	22,62255	67,87
Total				75,14

Fonte: Autor (2019)

A respeito do conteúdo do serviço, a TCPO (2010) esclarece que foram considerados material e mão de obra para preparo do gesso, marcação e assentamento da alvenaria, com exceção dos serviços de fixação (encunhamento da alvenaria).

4.3 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS

A tabela 4 apresenta um comparativo de produtividade e custo entre os sistemas de vedação com blocos cerâmicos e com blocos de gesso.

No que se refere à execução, a tabela 4 indica que a produtividade da alvenaria com blocos de gesso é 3,67 vezes maior que a alvenaria com blocos cerâmicos, significando uma maior eficiência na execução de vedações internas.

Tabela 4: Comparativo entre sistemas de vedação. *Bloco cerâmico 9x19x19 cm.

Obra	Serviço	Produtividade média (Hh/m ²)	Custo Unitário (R\$/m ²)	Volume de resíduos (m ³ /m ²)
A	Alvenaria com blocos cerâmicos	1,10	42,47*	0,0045
B	Alvenaria com blocos de gesso	0,30	75,14	0,0039

Fonte: Autor (2019)

A produtividade elevada na obra B é justificada pelas seguintes razões:

- A mão de obra aplicada na obra B era especializada e o profissional tinha experiência e treinamento para executar o serviço.
- Os encaixes macho e fêmea presentes nos blocos de gesso resultam em maior agilidade no assentamento dos blocos.
- Apesar de ser mais pesado, a área ocupada pelo bloco de gesso é aproximadamente 6 vezes maior que o bloco cerâmico analisado na obra A, sendo necessário uma menor quantidade de movimentos do profissional para executar a alvenaria.

Na avaliação de custos unitários, há uma diferença significativa de 76,92% a favor da alvenaria com blocos cerâmicos. No entanto, considerando-se o ganho de área em razão da menor espessura do bloco e o menor tempo de execução que refletem em economia de outros custos adicionais como manutenção de canteiro e segurança do trabalho, as vantagens do sistema são evidenciadas.

Além dos pontos destacados, se o acabamento de gesso for bem executado, a aplicação de revestimento argamassado é dispensado e a alvenaria é considerada apta para receber as camadas de massa corrida e pintura, desse modo a diferença de custo entre os sistemas pode reduzir ainda mais.

Outro ponto de destaque é a quantidade de resíduos gerados pelo sistema, verificou-se que a alvenaria com blocos cerâmicos gera cerca de 17% a mais de resíduos quando comparado à alvenaria com blocos de gesso.

Embora o tempo despendido com as instalações hidráulica e elétrica na alvenaria não tenha sido objeto de estudo desta monografia, outra vantagem dos blocos de gesso que pode ser apontada, é a facilidade de recorte da parede em relação a alvenaria cerâmica, o que contribui para um menor índice de perdas.

Em estudo comparando sistemas de vedação vertical em alvenaria de blocos cerâmicos revestidos com argamassa e alvenaria de blocos de gesso Sobrinho et al (2010) relatou uma redução de resíduos na ordem de 75% na utilização da alvenaria proveniente do gesso.

Sintetizando os resultados, a obra A obteve-se RUP média de 1,10 Hh/m. Em relação ao custo unitário de produção foram encontrados os valores de R\$ 42,47/m² e R\$ 34,88/m² para alvenarias com blocos de dimensões 9x19x19 cm e 9x19x39 cm, respectivamente. Em relação à quantidade de resíduos gerados na elevação da alvenaria, verificou-se que há um desperdício médio de 0,0045 m³ para cada m² de alvenaria executada.

Quanto aos parâmetros referentes à obra B, obteve-se uma RUP média de 0,30 Hh/m². O custo unitário alcançou R\$75,15/m², e o desperdício médio foi inferior a 0,004 m³ para cada m² de alvenaria executada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise comparativa entre os dois sistemas construtivos, pode-se afirmar que o sistema de alvenaria com blocos de gesso apresenta mais vantagens em relação à alvenaria com blocos cerâmicos. Dentre os parâmetros analisados, a produtividade e quantidade de resíduos alcançaram resultados mais satisfatórios para o sistema aplicado na obra B. Em relação ao custo, a alvenaria com blocos cerâmicos apresentou um custo por metro quadrado menor, evidenciando a preferência das construtoras por este método construtivo.

A grande vantagem no sistema aplicado na obra B é o aumento de produtividade, resultando em um menor tempo de execução do empreendimento. Este aspecto reflete numa redução de custos diretos da obra como despesas com canteiro e com segurança do trabalho.

Outra vantagem do gesso é a redução de peso na alvenaria, permitindo uma estrutura mais econômica, pois admite elementos de menor dimensão. Sobrinho et al relatou uma economia de 14% nas armações da superestrutura e 32% no consumo de concreto. Se aliarmos esta característica com o fato de que o sistema não exige um revestimento interno argamassado, a economia gerada com esta alternativa construtiva se mostra muito atrativa.

Pode-se dizer que o método de construção com blocos cerâmicos já está consolidado no mercado e enraizado na cultura dos brasileiros. A facilidade de encontrar mão de obra especializada neste método é um fator que favorece o uso deste material, assim como a grande oferta do insumo disponível no mercado.

Embora seja um método construtivo tradicional nos países da Europa, no Brasil a alvenaria com blocos de gesso ainda é pouco utilizada. Esta resistência se explica pela falta de informação a respeito do desempenho técnico, econômico e ambiental do produto.

Há resistência de algumas construtoras ao uso dos blocos de gesso devido à impressão que os clientes têm do material. Segundo os construtores, os usuários reportam uma ideia de fragilidade em razão à menor espessura das paredes. Porém essa característica permite um melhor aproveitamento do ambiente com ganho de área interna.

A partir do exposto, esta monografia atingiu seu objetivo e pode-se afirmar que as vantagens da alvenaria com blocos de gesso são significativas e o sistema pode ser considerado uma alternativa viável para a construção de edifícios habitacionais.

Como recomendação a pesquisas futuras, indica-se o estudo comparativo de ambos os sistemas, com as instalações embutidas e o revestimento da alvenaria a serem considerados na análise.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14724**: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. 2011.

_____. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. 2005.

_____. **NBR 16494**: Bloco de gesso para vedação vertical – Requisitos. 2017.

ALMEIDA, Ana C. R. S.; PEDROSA, Jéssica R. **Produtividade em sistemas de vedação: estudo comparativo entre blocos cerâmicos e de gesso**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – curso superior de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2017.

ARAÚJO, Luíz O. C. **Método para previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

AZEREDO, H. A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BAYEUX, P. Tecnologia: Custos na parede. **Revista Techne**, ed. 48, set. 2000. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/48/artigo285174-1.aspx>>. Acesso em: 15 de mai. de 2019.

FERREIRA, C. D. S. **Produtividade na Indústria da Construção – Conceitos e Especialidades**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Porto: FFUP, 2017.

FRANCO, L. S. **O Desempenho Estrutural e a Deformabilidade das Vedações Verticais**. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998.

HERCULANO, Mateus T. **Produtividade em alvenaria de vedação de blocos cerâmicos: análise comparativa**. Monografia (graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE – Contas Nacionais Trimestrais**. 28 fev. 2019.

LORDSLEEM JR, Alberto C., NEVES, Maria L. R. Vedação vertical interna de edifícios com blocos de gesso. **Revista Techne**, ed.181, dez. 2011.

MASS, Bárbara H. **Resíduos de construção civil na obra de uma edificação e seus impactos: estudo de caso de uma residência em *Light Steel Framing* e simulação de uma alvenaria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2017.

MEDEIROS, Marcelo. **Notas de aula da disciplina de Construção Civil II**. Curitiba: UFPR, 2013.

MENDONÇA, L.A.C. **Divisórias em blocos de gesso**. Trabalho final da disciplina estágio supervisionado, POLI/UPE, Recife, 2009.

NEVES, Maria L. R. **Método Construtivo de Vedação Vertical Interna com Blocos de Gesso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, 2011.

ROCHA, C. A. L. **O gesso na indústria da construção civil: Considerações econômicas sobre utilização de blocos de gesso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

RODRIGUES, Christiane C. **Desenvolvimento de um sistema construtivo modular com blocos de gesso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade de Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

RODRIGUEZ, M. A. A. **Gerenciamento da qualidade e produtividade na execução de serviços na construção civil: Um estudo de caso na pré-fabricação e montagem de unidades residenciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

SILVA, Angelo J. da C.; PERES, Luciano. Como construir: execução de alvenaria não estrutural de blocos de gesso. **Revista Técnica**, 15 abr. 2016. Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2016/04/como-construir-execucao-de-alvenaria-nao-estrutural-de-blocos-de-gesso/>>. Acesso em: 09 mai. 2019.

SILVA, Margarete M. de A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOBRINHO, Carlos W. de A. P. **Vedações Verticais em Alvenaria de Blocos de gesso para estruturas apertadas de concreto armado – projeto, execução e desempenho.** Documento Técnico, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife. 2009.

SOBRINHO, Carlos W. de A. P.; BEZERRA, Natalia de M.; COSTA, Tatiana de C. T.; SILVA, Carolina B. A. **Divisórias internas de edifícios em alvenaria de bloco de gesso – vantagens técnicas, econômicas e ambientais.** 2010, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, 2010

SOUZA, Ubiraci. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra.** São Paulo: PINI, 2006.

SOUZA, Ubiraci. E. L. **Como medir a produtividade de mão-de-obra na construção civil.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais do ENTAC 2000 – Modernidade e sustentabilidade. Salvador, 2000.

TCPO, Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos, 2010. 13ª Ed. São Paulo: Pini, 2010.