Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, 2023
ISSN 2178-6925

ALVENARIA ESTRUTURAL ABORDAGEM DOS BLOCOS DE CIMENTO EM CONSTRUÇÃO COMERCIAL, INDUSTRIAL E PÚBLICA

STRUCTURAL MASONRY APPROACH TO CEMENT BLOCKS IN COMMERCIAL, INDUSTRIAL AND PUBLIC CONSTRUCTION

Alan Marcos Ribeiro de Sousa
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-4779-544X
Graduando em Engenharia Civil,
Instituito Santa Catariana – Faculdade Guaraí – IESC/FAG, Brasil,
E-mail: alanmarcosribeirode@gmail.com

Leondiniz Gomes de Sousa Júnior
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8095-516X
Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guaraí, Brasil
E-mail: leondinniz.junior@iescfag.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho de pesquisa é abordar questões que dizem respeito às dimensões estruturais na escolha certa do projeto de pré-dimensionamento de estruturas de alvenaria na construção civil, dar embasamento teórico e noções básicas sobre engenharia estrutural; analisar o pré-dimensionamento de obras em alvenaria de estrutura; noções básicas e definições sobre o sistema estrutural, e porque é uma boa opção para projetos governamentais, comerciais e industriais. O trabalho foi desenvolvido com base em pesquisas bibliográficas, de caráter qualitativo, descritivo e exploratório. A metodologia deste trabalho será uma revisão da literatura. Buscou-se em bases de dados científicos tópicos referentes ao tema em questão, procurando analisar de forma crítica o conteúdo de artigos, dissertações de mestrado ou doutorado, livros, revistas ou periódicos. Esses assuntos serão aqui discriminados para que se possa dissertar de maneira assertiva e para chegar a uma conclusão sólida e baseada na fundamentação teórica que iremos construir no decorrer do trabalho. Ao longo dos anos, os avanços tecnológicos e, principalmente, a urbanização trouxeram

consigo vantagens e desvantagens. As patologias construtivas há muito tempo estão presentes na área da construção civil. A falta de manutenção, desconhecimento da legislação pelos gestores, a dificuldade em cumprir os prazos, ocasiona diversos prejuízo a vida útil dos edifícios. Dito isso conclui-se que, com a apresentação das vantagens e desvantagens, os cálculos de cada método e seus insumos, apesar do uso de uma armadura de aço mínima para ambos os sistemas, nota-se um maior desempenho para o método de paredes de concreto tendo um custo global cerca de 1,2% menor que comparado com o sistema de alvenaria tradicional.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural, Construção. Estruturas. Fundações.

Abstract

The objective of this research work is to approach questions that concern the structural dimensions in the right choice of the pre-dimensioning project of masonry structures in civil construction, to give theoretical basis and basic notions about structural engineering; analyze the pre-dimensioning of structural masonry works; basics and definitions about the structural system, and why it is better choice for government, commercial, and industrial projects. Over the years, technological advances and, mainly, urbanization have brought advantages and disadvantages. Constructive pathologies have been present around civil construction for a long time. The lack of maintenance, lack of knowledge of the legislation by managers, the difficulty in meeting deadlines, causes several damages to the useful life of buildings. This study covers information about reinforcement and restoration of structures and foundations, addressing the main anomalies that may occur. This is a bibliographic review study, the exploratory type of methodology, as this type of study aims to approach the subject through a bibliographic survey in the search for higher quality results, whose main objective is to describe and analyze the main techniques used in the constructive systems. That said, it is concluded that the system is efficient and advantageous especially in industrial, commercial and public projects.

Keywords: Structural brickwork Construction. Structures. Foundations.

1. Introdução

O presente trabalho tem por objetivo fazer uma análise da técnica construtiva usando blocos em alvenaria estrutural face à metodologia convencional em alvenaria de vedação e concreto armado para evidenciar que hoje em dia, sobretudo no Brasil com crises e a má gerenciamento / gerenciamento dos recursos financeira públicos e a gritante necessidade de uso racional dos recursos minerais e preservação do

meio ambiente, pode se mostrar uma das melhores opções de construção sobretudo no seguimento comercial, industrial e institucional. Apresentando os seguintes objetivos específicos: noções básicas sobre engenharia estrutural, analisar o pré-dimensionamento de obras em alvenaria de estrutural e noções básicas e definições sobre o sistema estrutural.

A utilização da alvenaria estrutural pode-se dizer que remonta há milhares de anos atrás, vindo da época dos egípcios, gregos e romanos já que eles construíam suas estruturas apenas em alvenaria. As técnicas de uso nessa época eram sem nenhuma base ou conhecimento teórico/científico, eles utilizavam apenas o pequeno progresso e técnica da tentativa e erro e as experiências/saber eram passados de geração em geração. Eram colocadas pedra sobre pedra até atingir o resultado esperado, formando uma parede, sempre, de grande espessura. Essa edificação construída trazia conforto para aos seus habitantes, usuários em geral. Através deste método construtivo, a, digamos, alvenaria estrutural daquela época só contava com vãos que fossem executados com elementos auxiliares (vigas de madeira, por exemplo). FARIA, (2017a).

E por essa razão era preciso que suas dimensões fossem relativamente pequenas, além do que esses materiais que eram utilizados possuíam uma vida útil menor do que a alvenaria propriamente dita, o que afetava negativamente uma das principais características positivas de obras de construção civil a durabilidade. VALLE, (2008).

Com o passar dos anos, encontraram uma solução para executar os vãos, desenvolveram os arcos. Essa forma era possível por meio de arranjos de unidades, possibilitando assim na construção de vãos maiores, e se obter uma melhor qualidade de “alvenaria estrutural”. Mesmo assim, grandiosas que atualmente existem, mostram essa matéria e sistema construtivo, e seus ótimos estados de conservação mostram o grande potencial e qualidade que a alvenaria pode proporcionar para as construções. SALGADO, (2009).

Mohamad (2015) mostra que essas obras gigantescas, que marcaram a história pelas suas características singulares de estrutura e arquitetônico, eram feitas com elementos de blocos cerâmicos ou pedras intertravadas, que tinham ou não material ligante.

A Indústria da Construção Civil é composta por uma complexa cadeia produtiva que abrange setores industriais diversos, tais como: mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos e diversos prestadores de serviços, como escritórios de projetos arquitetônicos, serviços de engenharia, empreiteiros etc. (AMORIM, 1995; MELLO, 2007).

A construção civil consiste em uma série de atividades de complexidade variada, interligadas por diversos produtos, diferentes processos técnicos e diferentes tipos de necessidades. Abrange tudo, desde tecnologia de ponta e indústrias de capital intensivo, como cimento, aço e produtos químicos, até milhares de empresas de microsserviços, a maioria das quais de baixa tecnologia. Pode-se dizer que uma das características distintivas da indústria da construção civil é a sua heterogeneidade. O estudo ABRAMAT (2007) traz uma descrição atualizada dessa extensa cadeia produtiva.

O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) da construção de 9,7% em 2021, após uma queda de 6,3% em 2020, conforme reportado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), indica uma recuperação significativa do setor.

O PIB da construção, representando 6,2% do PIB total do Brasil, demonstra a importância econômica desse setor para o país. Além disso, o mercado de construção civil sendo responsável por 34% do total da indústria brasileira. Esse crescimento é relevante, pois a construção civil desempenha um papel crucial na promoção do desenvolvimento socioeconômico, contribuindo para a infraestrutura do país e proporcionando melhorias na qualidade de vida da população.

A indústria da construção civil tornou-se um dos principais motores da economia nacional. A indústria ajudou a impulsionar o crescimento do PIB do Brasil em 4,6% em 2021. O seu dinamismo reflete o aumento da atividade do mercado cadeia do setor de construção civil. O crédito imobiliário e as vendas de habitação nova também desempenharam um papel significativo no desempenho positivo do sector.

Recentemente, clientes públicos e privados perceberam que novos requisitos são necessários para o desenvolvimento sustentável, levando à decisão de desenvolver novos requisitos e regulamentações a nível nacional. Outro fator de

pressão para a indústria envolve novas normas de saúde e segurança nos processos construtivos, obrigando mudanças e melhorias nesses processos.

1.1. **Objetivos**

A adoção em larga escala de sistemas construtivos avançados no Brasil representa um avanço significativo no setor da construção e impulsiona o país a se tornar uma referência mundial em termos de tecnologia e competitividade nesse âmbito. Esse avanço tem implicações importantes para engenheiros, tanto em termos de desenvolvimento profissional quanto na contribuição para a sociedade e o meio ambiente.

Qualidade: A utilização desses sistemas construtivos avançados pode melhorar a qualidade das construções, garantindo estruturas mais seguras e duráveis. Os engenheiros precisam compreender profundamente essas tecnologias para garantir a qualidade dos projetos.

Eficiência Econômica: Sistemas construtivos mais eficientes podem reduzir os custos de construção, o que é crucial para tornar os empreendimentos mais acessíveis e economicamente viáveis.

Sustentabilidade Ambiental: A preocupação com o meio ambiente é cada vez mais relevante. Sistemas construtivos inovadores muitas vezes estão alinhados com práticas sustentáveis, reduzindo o impacto ambiental das construções.

Impacto Social: Construções eficientes e acessíveis têm um impacto direto na sociedade, fornecendo moradias melhores, infraestrutura de qualidade e espaços de trabalho adequados.

Especialistas em construção comprovam que a alvenaria estrutural com blocos de concreto permite reduzir o custo das obras em até 30% (em torres de até quatro pavimentos) e 15% (em torres com 20 pavimentos).

A alvenaria estrutural apresenta diversos aspectos positivos que contribuem para a sua popularidade e utilização em projetos de construção. Aqui estão alguns dos principais pontos positivos:

- Técnica Simplificada de Execução: O que pode resultar em economia de tempo e custos.
- Facilidade de Treinamento de Mão de Obra: contribuindo para uma disponibilidade maior de mão de obra qualificada.
- Organização do Processo de Produção: otimizando o fluxo de trabalho durante a construção.
- Menor Diversidade de Mão de Obra na Fase de Estrutura: simplificando a gestão de equipes.
- Integração com Sistemas de Instalações Elétricas e Hidrossanitárias: proporcionando eficiência e facilitando futuras intervenções e manutenções.
- Redução nas Formas, Consumo de Aço e Concreto: o que pode levar a economias de custos e a uma abordagem mais sustentável.

Esses aspectos positivos fazem da alvenaria estrutural uma escolha viável em muitos projetos de construção, especialmente quando se busca eficiência, economia e simplificação do processo construtivo.

Em relação aos indicadores ambientais, demonstrou-se que a alvenaria estrutural apresentou menor impacto. Os são baseados impactos são referentes à produção, transporte e deposição do material. Essa técnica construtiva praticamente não gerar rejeitos de canteiro de obras, quase não utilizar fôrmas e escoras de madeira, uma construção de alvenaria estrutural contribui com o meio ambiente, por ter uma execução racionalizada e sem perda de materiais

Uma outra grande relevância desse sistema construtivo também é o social, já que pode colocar à disposição da sociedade: indústrias, comércios, residências, serviços públicos em menos tempo, gastando menos recursos financeiros, gerando empregos, renda para população do entorno.

2. **Resultados e Discussões**

A alvenaria tem boas características de durabilidade, estética e desempenho térmico e acústico. Quando executado como um processo racionalizado, projetado, calculado e em conformidade com as normas pertinentes, a alvenaria estrutural apresenta simplificação das técnicas de execução, maior velocidade de execução, redução da mão-de-obra, diminuição de formas, escoramentos e armaduras; economia na aplicação dos revestimentos, redução dos desperdícios e funcionalidade com segurança (UFRGS, 2018).

A alvenaria estrutural com blocos de concreto é um sistema construtivo amplamente utilizado, com sua eficácia testada e comprovada ao longo de mais de três décadas. Durante esse período, o sistema evoluiu de maneira significativa, tornando-se uma escolha frequente entre grandes construtoras devido aos benefícios que oferece. Por ter a capacidade de imprimir métodos produtivos industrializados, uma grande vantagem, o que resulta em um processo de construção mais eficiente e rápido. Isso contribui para a diminuição do cronograma da obra, além de garantir maior controle sobre os custos e a qualidade do projeto final.

O desenvolvimento técnico do sistema inclui uma completa normalização dos materiais, especialmente os blocos de concreto. Os blocos são produzidos com garantia de resistência e uniformidade, o que é crucial para assegurar a estabilidade e durabilidade da estrutura. Além disso, a normalização abrange todos os serviços envolvidos no processo, desde o projeto até a construção da estrutura, execução das instalações e acabamento.

Essa abordagem integrada e padronizada proporciona uma base sólida para o enorme salto técnico-econômico no sistema construtivo de alvenaria estrutural com blocos de concreto, tornando-o uma escolha viável e eficaz para uma ampla gama de projetos de construção. Santos (2016) aponta: “Este sistema tem sido cada vez mais utilizado na construção civil por apresentar vantagens como custo competitivo, menor prazo de execução quando em comparação com outros sistemas construtivos e bom desempenho térmico e acústico”, o que evidencia vantagens para a alvenaria estrutural além das ambientais aqui estudadas. A ausência de vigas e pilares interferem não só na economia de materiais como aço, concreto e formas, mas interferem diretamente no custo e prazo das construções em que estas são utilizadas. A quantidade de argamassa utilizada também é menor, visto que os blocos estruturais são vazados e consequentemente possuem uma área. Cardoso (2015) realiza análise comparativa entre paredes construídas em tijolo cerâmico, considerando as vigas e os pilares de concreto armado contidas nestas; paredes construídas com blocos de alvenaria estrutural; paredes construídas inteiramente por concreto armado e paredes baseadas no sistema construtivo de aço leve. Os indicadores de funcionalidade e econômicos também foram analisados. Relativo à funcionalidade, todos os sistemas construtivos demonstraram obedecer aos requisitos mínimos exigidos por norma

referentes à transmissão calorífica e acústica. Em aspectos econômicos, a alvenaria de tijolos cerâmicos apresentou menor custo, seguido da alvenaria estrutural.

2.1 **A Alvenaria Estrutural**

Conforme Faria (2017) alvenaria estrutural constitui-se em um processo construtivo que faz uso de blocos vazados na construção de paredes que na maioria das vezes fazem um papel fundamental, mudando as funções das vigas e dos pilares de sua estrutura convencional reticulada, e acima de tudo uma função de vedação.

A estrutura normal em concreto armado é composta por pilares, vigas e lajes modeladas a partir de barras verticais e horizontais. Agora o modelo estrutural da alvenaria estrutural é formado por chapas feitas linearmente e Ramalho e Corrêa (2003) definem que essa transmissão de regras de tensões de compressão é um fundamento estrutural ligado ao uso de alvenaria estrutural.

É de fundamental importância que nesse caso exista uma execução de um projeto muito detalhado e compatibilizado com os complementares para que no futuro não seja necessário mudanças que abalem a segurança estrutural da edificação.

Segundo Campos (1993), a argamassa é um elemento fundamental utilizado na união entre os blocos, designada pela monoliticidade da alvenaria, porque transmite os esforços entre os blocos. Ele consolida, transmite e uniformiza as tensões dentre as unidades de alvenaria, e ainda absorve pequenas deformações, ocasionadas por concentração de tensões. Além disso ela também tem a função de garantir a vedação das juntas para evitar infiltração nas edificações.

Mohamad (2015) diz que uma das grandes vantagens do se usar a alvenaria estrutural é que seu potencial proporciona uma economia enorme de recurso e capital de investimento. De fato, isso se dá em resultado do aprimoramento das atividades na obra através de métodos executivos simplificados e o fácil controle das fases de produção.

Araújo (1995) diz que a economia gerada através de uma obra executada em alvenaria estrutural chega a aproximadamente 30% em edifícios sem pilotis. Já com os que possuem pilotis, essa economia é da ordem de 10%, porque há uma estrutura de concreto armado (pilares e vigas de transição).

Segundo Ramalho (2003, p. 10) é uma técnica construtiva baseada na racionalização, proporcionando algumas vantagens em relação aos sistemas convencionais, como redução significativa na utilização de revestimentos argamassados, redução nos desperdícios de materiais e mão de obra, redução do número de especialidades, economia de formas além de oferecer flexibilidade no ritmo de execução da obra. Esse sistema construtivo tem experimentado um expressivo avanço no Brasil nas últimas décadas, devido especialmente à estabilização da economia e à concorrência entre as empresas, que buscam a redução dos custos e a pesquisa e utilização de novos materiais (RAMALHO, 2003, p. 6).

Logo as paredes estruturais devem apresentar as seguintes funções:

- Resistir às cargas verticais;
- Resistir às cargas de vento;
- Resistir à impactos e cargas de ocupação;
- Isolar acústica e termicamente os ambientes;
- Prover estanqueidade à água da chuva e do ar;
- Apresentar bom desempenho a ação do fogo.

Parsekian e Soares (2010) citam que os blocos são os componentes básicos da alvenaria estrutural, representando de 80% a 95% do volume de alvenaria. Estes são os principais responsáveis pelas características de resistência à compressão, estabilidade, resistência ao fogo e as intempéries e ao bom isolamento térmico e acústico. Podendo ser feitos de concreto, cerâmica ou sílico-calcáreo, os blocos são os responsáveis por dar a modulação correta ao projeto.

2.2. **Concreto**

Mehta e Monteiro (2008) explicaram que o concreto é um material compósito1 que tem uma pasta que une partículas ou fragmentos agregados. No concreto de

cimento hidráulico o aglomerante é constituído pela combinação de cimento hidráulico e água. O agregado é material em grãos, como areia, pedregulho, pedrisco, rocha britada, escória de alto forno ou resíduos de construção e de demolição, que é utilizado dentro de um meio cimentício para produzir concreto ou argamassa.

O processo de fissuração ocorrerá por natureza nas estruturas de concreto sempre que as tensões tratativas superarem a resistência última a tração, visto que o concreto é um material frágil. Portanto a caracterização das fissuras como problema estrutural dependerá da análise de sua origem, intensidade e magnitude;

De acordo com Valle (2008, p. 2) Entende-se por alvenaria o elemento resultante da associação de blocos sólidos, justapostos, unidos por argamassa ou não, destinados a suportar essencialmente esforços de compressão. A alvenaria estrutural é um sistema construtivo no qual as paredes desempenham, além da vedação, função como nome diz, estrutural, devendo suportar e transferir as tensões provenientes de seu peso próprio e dos carregamentos da edificação às fundações.

As fundações são responsáveis por distribuir o peso (carga) da construção para o solo de forma segura para que não ocorram deslizamentos de terra e problemas como trincas e rachaduras.

Fundação é o elemento estrutural (infraestrutura) da qual tem a função de transmitir as cargas provindas da superestrutura para o solo. Existem vários tipos de fundações, e sua escolha vai depender das cargas da edificação, resistência do solo e da combinação de numerosos elementos.

De acordo com Thomaz (2009), alvenarias de vedação ou alvenaria convencional são aquelas designadas a secionar espaços, completando os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas. Elas suportam seu peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir etc.; e apresentam adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, decorrente da atividade do vento, impactos secundários e outras.

Segundo Bruno et al (2019), a alvenaria convencional traz vantagens à diversidade dos modelos arquitetônicos da construção, dando mais autonomia para a criação de projetos e facilitando a realização de reformas e alterações futuras.

As paredes de vedação em alvenaria de tijolos cerâmicos possuem baixo custo, bons níveis de desempenho térmico e acústico, boa impermeabilização e boa capacidade de suporte. São adaptáveis às necessidades da construção atual, envolvendo modificações de projeto, embutimento de canalizações, aumentos e reformas nas edificações HEINECK, (1991).

A estrutura normal em concreto armado é composta por pilares, vigas e lajes modeladas a partir de barras verticais e horizontais. Agora o modelo estrutural da alvenaria estrutural é formado por chapas feitas linearmente e Ramalho e Corrêa (2003) definem que essa transmissão de regras de tensões de compressão é um fundamento estrutural ligado ao uso de alvenaria estrutural.

É de fundamental importância que nesse caso exista uma execução de um projeto muito detalhado e compatibilizado com outras formas de projeto para que no futuro não existam mudanças que abalem a segurança estrutural da edificação

De acordo com Salgado (2009), a alvenaria convencional apresenta as vantagens de ser um método construtivo com a simplicidade de construção, solidez e estabilidade, durabilidade e facilidade de manutenção, proteção contra ações do meio externo, como intempéries ou animais, apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Parede de alvenaria sem reboco



Fonte: Master Obras (2021)

Quanto à fundação da edificação, a sapata corrida é comumente utilizada nas construções de alvenaria convencional. Segundo a NBR 6122 / 2019, a fundação tem como característica ser rasa, possuindo uma armadura em barras de aço. A espessura pode ser constante ou variável, onde sua base estrutural é normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal, com carga solicitante distribuída por igual em toda a base de concreto.

Para construção de qualquer obra apoiada sobre o solo, deve ser feito uma investigação geológica preliminar no local onde a mesma será instalada, geralmente a ferramenta mais conhecida é o SPT. “O Standard Penetration Test é reconhecidamente, a mais popular, rotineira e econômica ferramenta de investigação geotécnica em praticamente todo o mundo”. (Schnaid; Odebrecht). Essa sondagem de simples reconhecimento do solo tem a função de fornecer a identificação do perfil do terreno, classificação do solo, nível do lençol freático, e o índice de resistência NSPT, que representa resistência à penetração medido em cada metro do solo.

Entretanto, alvenarias convencionais também possuem suas inconveniências. Ainda segundo Salgado (2009), elas são conhecidas por apresentar excessivo nível de desperdício, especificamente nas quebras de tijolos, retrabalho, falta de padronização dos elementos de alvenaria, além de falhas de detalhamento de projeto e ausência de projeto de paginação.

A sapata é um elemento de fundação superficial, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim. As sapatas podem ser subdivididas em rígidas e flexíveis. De acordo com a NBR 6118, quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida. Caso contrário, a sapata é considerada flexível.

Carvalho e Pinheiro (2009), comentam que as vantagens das sapatas, comparadas às outras fundações, é sua rapidez de execução e a não necessidade de equipamentos específicos.

a) Sapata Corrida: Os pilares sobrepõem a uma base adjacente de forma que sejam alocados em filas com espaçamento curto. Este tipo de fundação desenvolve-

se para paredes, muros contínuos ou elementos mais longos. Assim, com pilares espaçados, são geradas forças cortantes longitudinais e momentos fletores. Este é um problema típico de uma viga contínua sobre pilares, sendo necessário o aumento da sua rigidez, através de uma viga de ligação entre as sapatas em toda extensão, não deixando de considerar o tipo de solo, requisitos de construção e nível da fundação (BELL, 1985).

2.3 **Paredes de Concreto**

Segundo a NBR 16055, a “parede de concreto é uma estrutura autoportante, moldada no local, com comprimento de pelo menos dez vezes sua espessura e capacidade de suportar uma carga no mesmo plano da parede”.

De acordo com Misureli (2009), este sistema construtivo representa a vedação e a estrutura num único elemento, ao qual se embutem as instalações elétricas, hidráulicas e demais aberturas, como elementos de fixação de esquadrias.

O sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção que simplifica sua produção, gerando maior agilidade de obras, oferecendo qualidade e economia em escala. Este método possibilita a construção de casas térreas, assobradadas, edifícios de até cinco andares podendo chegar até 30 andares (MISURELI, 2009).

Uma das principais características do sistema é multifuncionalidade dos funcionários que atuam em todas as etapas construtivas, como armação, instalação, montagem, concretagem e desenforma. Outra particularidade do sistema construtivo é que ela não necessita de mão de obra especializada, logo, os benefícios encontrados dentro da sistemática são: velocidade de execução, garantia nos prazos de entrega, industrialização do processo, maior qualidade e desempenho técnico, mão de obra não especializada mais barata e diminuição dos custos indiretos (SOUZA; FERNANDES, 2015).

De acordo com Souza e Fernandes (2015), o sistema tem a capacidade de reduzir os trabalhos grosseiros e improvisações, diminuindo a quantidade de operários no canteiro. Desse modo se consegue uma otimização da produção em relação ao

tempo, que é proporcionada a partir de grande escala, velocidade, padronização e planejamento sistêmico.

Por outro lado, as desvantagens desse sistema não são muitas. Conforme Construindo Decor (2016), quando o projeto já está edificado não existe a possibilidade de mudar a estrutura. Onde a quebra de paredes para modificação ou reestruturação da obra não ocorre, os vãos e balanços também fazem parte do limitante para a execução do método, isso existe em casas e apartamentos de alto padrão que precisam se adaptar às suas limitações.

Figura 2- Sapata Corrida



Fonte: Mapa da Obra (2022)

Quanto a fundação da edificação, de acordo com Bell (1985), a sapata corrida que recebe a carga das paredes, construída em concreto simples ou armado, distribui sua carga solicitante de forma uniforme na estrutura projetada. Outro método utilizado é o radier (Figura 3), uma fundação rasa semelhante a uma laje que abrange toda extensão da construção.

Segundo Misurelli (2009), para fundação do tipo radier, é posicionada um lastro mínimo de 3 cm de brita e em seguida uma lona para concretar de forma convencional, com auxílio do caminhão betoneira. A cura do concreto é obtida dentro do prazo de no mínimo de sete dias.

Figura 3 - Radier com armação de tela para parede de concreto



Fonte: Cimento Itambe (2013)

O custo pela SINAPI foi baseado em toda a cadeia de produção para execução de ambos os métodos, em sistema A com o uso de sapata corrida como fundação e o sistema B com o uso de radier para sua fundação.

Os serviços relacionados à alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos de 9x19x19 cm estão incluídos no custo total da estrutura convencional, pois possui função de vedação no sistema A. No sistema A com uso de tijolos vazados em cerâmica foi previsto o uso com uma camada de reboco em 2 cm para os lados interno e externo da edificação, com uma espessura de assentamento de 1 cm.

Para o dimensionamento da sapata corrida foi utilizado o método das bielas para cálculo estrutural e, devido à baixa carga apresentada, foi adotada uma quantidade mínima de aço para base de cálculo da fundação, seguindo o recomendado pela NBR 6118. Com isso, foram dimensionadas a escavação, as formas em madeira, o concreto de resistência característica de 30 MPa, e a armação em aço com bitola de 8mm, todos os custos de insumos apresentados constam na SINAPI, onde se encontram os custos de materiais e prestadores de serviços (CAIXA, 2022).

Na fundação radier também houve baixa influência das cargas apresentadas pelas paredes, onde foi verificado via software GEO5®, através do dimensionamento baseado em elementos finitos. Com isso, foi adotada uma tela de aço nervurada,

baseada na armadura mínima, dada como Q-159 (Tabela 2) para fundação com concreto de resistência 30 MPa e 12 cm de espessura para o radier.

No dimensionamento das Sistema B foi adotada uma tela de aço nervurada Q-61 (Tabela 1), que se dispõe como base para construção de paredes de concreto em casas térreas, e uma espessura de parede de 10 cm para toda a estrutura da habitação. O concreto autoadensável foi escolhido com resistência mínima de 25 MPa e as formas para estancamento da estrutura são de alumínio, sendo os custos de montagem, desenforma e insumos diluídos na base do orçamento.

Tabela 1- Tela de aço nervurada Q-61 e Q-159

Tela Q-61 (0,97kg/m²)	
Diâmetro do Fio	3,4 mm
Espaçamento da Malha	15x15 cm

Tabela 2- Tela de aço nervurada Q-159

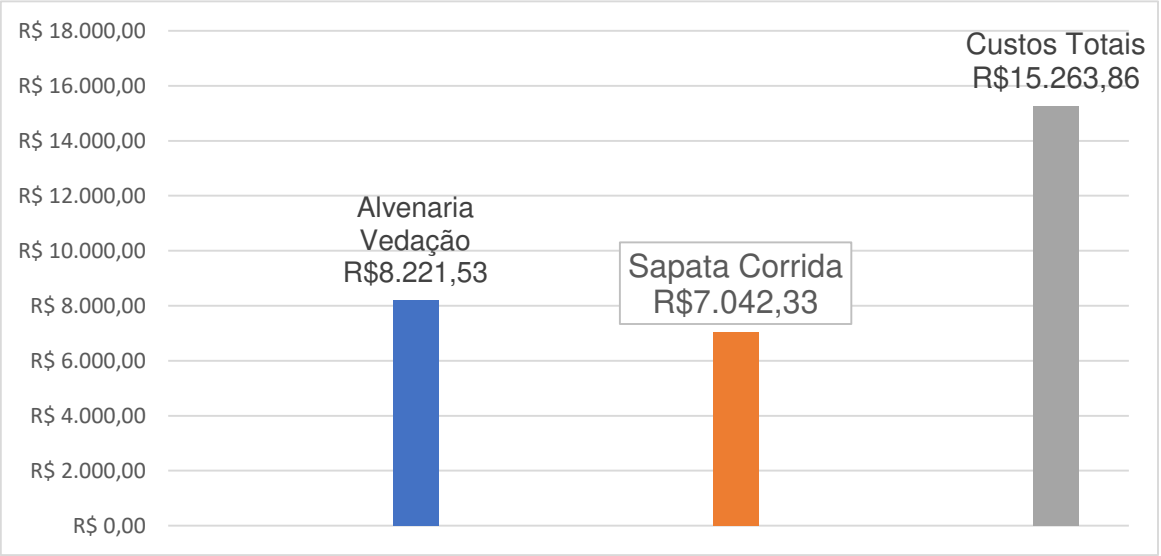
Tela Q-159 (2,52kg/m²)	
Diâmetro do Fio	4,5 mm
Espaçamento da Malha	10x10 cm

Fonte: Autor (2023)

Como já exposto anteriormente, uma das grandes vantagens do sistema de paredes de concreto é a inexistência de reboco, entendendo que, caso bem executada, ela possui uma parede lisa suficiente para receber o acabamento.

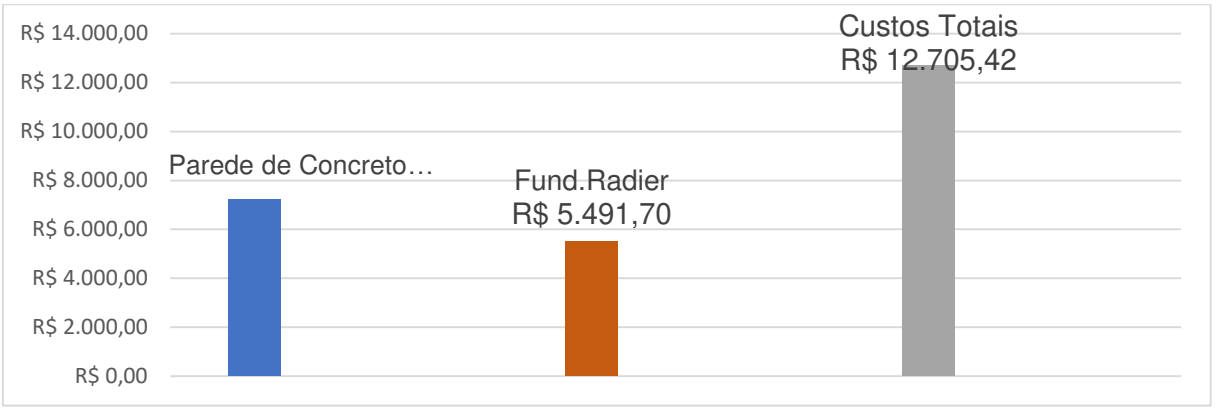
A partir das figuras, observa-se uma diferença entre os valores para a construção dos métodos de alvenaria tradicional (sistema A) e paredes de concreto (sistema B). Este valor é mais custoso para alvenaria de vedação em relação ao uso das paredes de concreto.

Figura 4 – Custo para o sistema A (alvenaria de vedação, fundação sapata corrida e custos totais)



Fonte: Autor (2023)

Figura 5 - Custo para Sistema a B (paredes de concreto, fundação radier e custos totais)



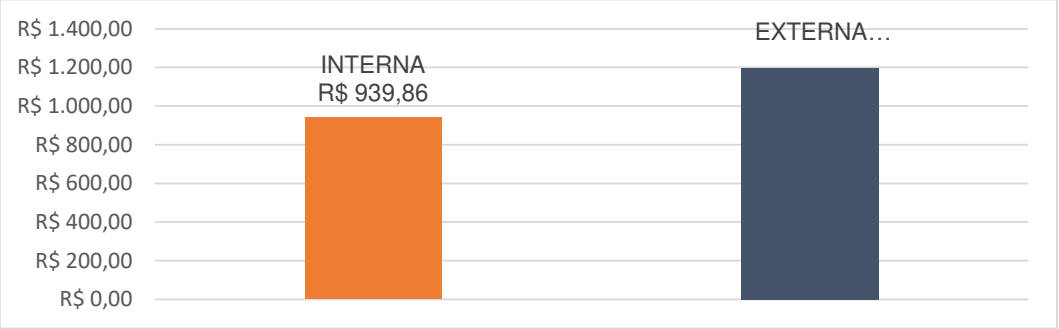
Fonte: Autor (2023)

De acordo com Valle (2008), os tipos de revestimento adotados para as paredes do sistema de alvenaria convencional são comumente escolhidos por construtores, são econômicos e aproveitam os atributos favoráveis da parede em alvenaria de blocos cerâmicos. No revestimento externo, foi adotado o emprego da textura acrílica diretamente sobre a parede, nas paredes internas a pintura látex PVA.

Na finalização de ambas as paredes foi calculada sua pintura, dada pela figura 6, considerando duas demãos de pintura interna e externa com tintas especificas para

cada lado. Na parte interna se considerou pintura com tinta látex PVA e externa, pintura com tinta látex, acrílica, ambos os processos construtivos podem receber pintura por imediato.

Figura 6 – Custo para Pintura (custo interno e custo externo)



Fonte: Autor (2023)

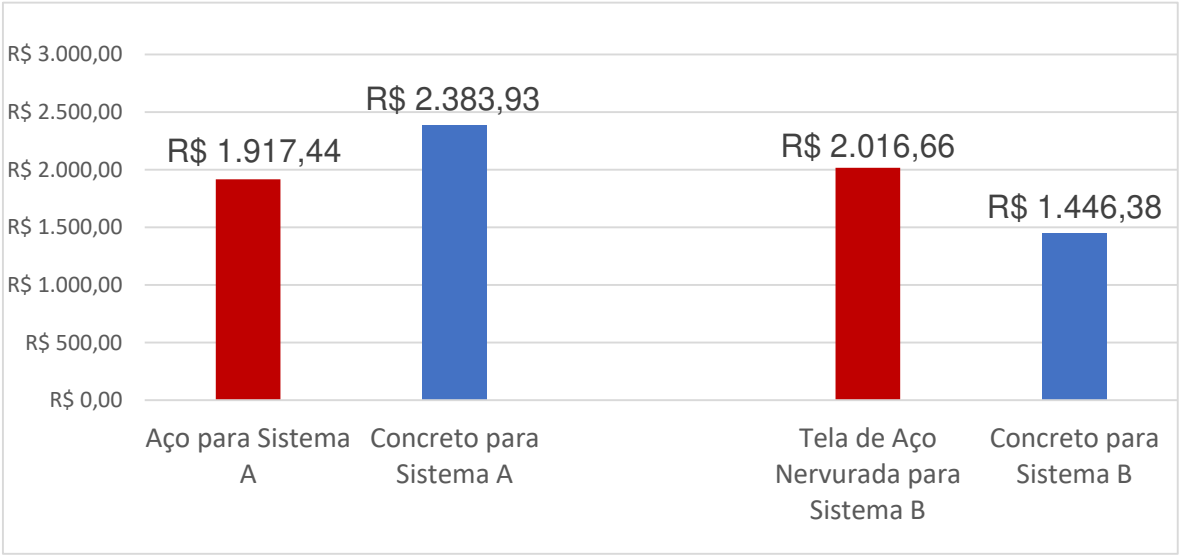
Ainda segundo Valle (2008), observa-se que leva menos tempo para construir paredes de concreto, maior qualidade de produtividade e menos desperdício de material, ao contrário dos métodos tradicionais, que possuem perdas muito associadas, resultando em grande quantidade de entulhos.

Apesar do sistema A dominar o mercado e possuir uma mão de obra qualificada, o sistema B é uma opção para quem deseja construir casas em uma escala maior e com maior rapidez, vencendo cronogramas de prazos pequenos. Ainda assim, a montagem das formas não precisa ter uma mão de obra específica, apenas cuidados necessários com o encaixe e travamento delas para a espera do concreto autoadensável.

Para elucidar melhor os custos entre os sistemas A e B, se observa na figura7 um comparativo de gastos com os itens que impactam na fundação. Dentro da análise comparativa existe uma diferença de custo a mais para o uso do concreto em sapata corrida.

Apesar de ambos possuírem o mesmo fck de 30 MPa, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil traz um custo maior para a elaboração do concreto de sapatas, devido a maior complexidade em executar o sistema de fundação adotada.

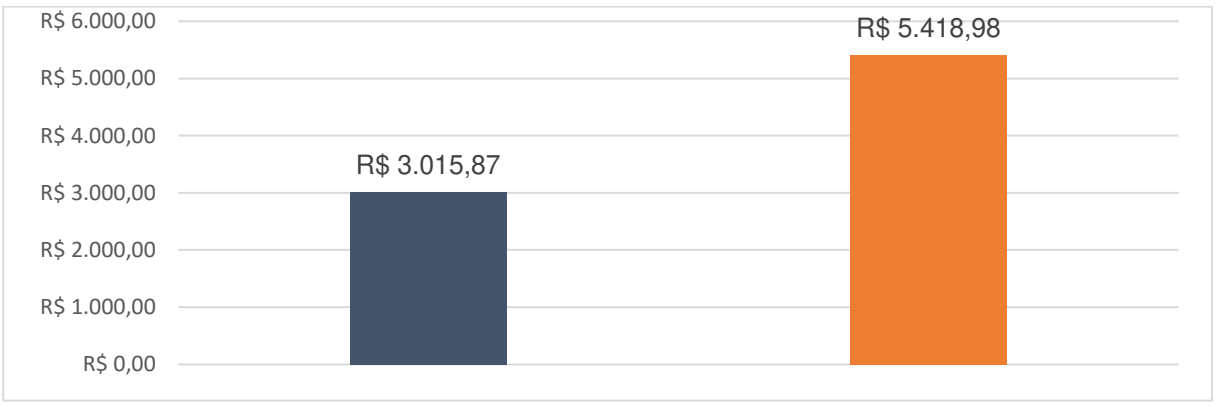
Figura 7 - Comparativo de Custo para os Sistemas A e B - Aço e Concreto



Fonte: Autor (2023)

No gráfico 8 apresenta os dados relacionados aos sistemas A e B com o custo global para a produção de cada método construtivo, dentro do sistema A estão diluídos os valores de tijolos cerâmicos, assentamento e reboco. No sistema B acompanha sua malha Q-61 e o concreto de fck 25 MPa utilizado, observa-se que existe uma grande diferença de despesa do sistema B para o sistema A. Isso se deve ao uso de concreto autoadensável, que possui um custo mais elevado, e devido ao sistema A possuir uma demanda maior de tempo de execução. Como consequência disso, os encargos de mão de obra têm um custo elevado.

Figura 8 - Comparativo de Custo para os Sistemas A (tijolos, reboco e assentamento) e B (tela de aço nervurada e concreto) – Insumos



Fonte: Autor (2023)

3. Metodologia

O presente trabalho foi realizado através de revisão bibliográfica sistemática, seguindo o roteiro disponibilizado no trabalho dos autores Conforto et al. (2011). A pesquisa científica tem o intuito de investigar a fim de solucionar, responder as questões e aprofundar sobre um determinado estudo. Apresenta diversas modalidades, uma delas é a revisão bibliográfica, tratasse de uma investigação de caráter científico em trabalhos acadêmicos já publicados em plataformas. A revisão bibliográfica consiste em um levantamento ou o ato de revisar obras publicadas a respeito do assunto estudado, a fim de endossar o tema abordado (SOUSA et al., 2021).

Buscou-se em bases de dados científicos tópicos referentes ao tema em questão, procurando analisar de forma crítica o conteúdo de artigos, dissertações de mestrado ou doutorado, livros, revistas ou periódicos. Esses assuntos serão aqui discriminados para que se possa dissertar de maneira assertiva e chegar a uma conclusão sólida e baseada na fundamentação teórica para se construir no decorrer desse trabalho.

Para a evidenciação de particularidades do estudo foram reunidas publicações originais de diversos autores sobre o assunto, esta forma de pesquisa cientifica tem crescido exponencialmente, fornecendo evidências cientificas importantes para a comunidade cientifica. Entretanto, a revisão sistemática permite avaliar rigorosamente, de forma imparcial e abrangente as informações a respeito de uma pesquisa científica, porém, se malconduzida, resulta em erros. Suas vantagens incluem poucos recursos, permitindo que os pesquisadores produzam artigos altamente relevantes e de alta qualidade. OKOLI, 2019).

As palavras-chave utilizadas para a busca foram: Alvenaria Estrutural, Bloco Estrutural, Método Construtivo, Comparativo do Método, Qualidade Alvenaria Estrutural. Através das palavras-chave iniciou-se uma busca dos trabalhos, os quais foram analisados e separados de acordo com o critério de coerência estabelecido. Através de embasamento científico, verificou-se o quão fundamental a economia de tempo e recursos financeiros na construção civil de obras comerciais, industriais e

públicas, visto que o uso das edificações, necessitam entrar em operação, dar retorno o mais rápido possível portanto, os termos de busca foram “alvenaria estrutural” e "vantagens do método construtivo”, eficiência da alvenaria estrutural”. Após a pesquisa inicial, foi realizada uma busca para identificar e dimensionar a eficiência e desempenho dos blocos em construções que utilizam o método construtivo Alvenaria Estrutural.

4. Considerações Finais

A engenharia civil sempre procura otimizar e inovar, ao longo dos últimos anos a importância de construções sustentáveis têm sido pauta obrigatória em congressos no mundo todo e sua preocupação com a sociedade.

Com base no estudo, observa-se a importância dos materiais utilizados nas estruturas, para o bom funcionamento e vida útil das edificações. A conservação das estruturas precisam de atenção especial, por parte dos engenheiros e projetista. Um sistema completo e eficaz construtivo, irá trazer diversos benefícios e irá proporcionar menos impactos a população local. Os diferentes tipos de fundações se mostram eficiente e seguro dependendo do uso em cada tipo específico.

O sistema se bem executado contribui com a qualidade de vida das pessoas, principalmente em tempos de chuva, diminui os gastos com manutenção e anomalias.

Com a apresentação das vantagens e desvantagens, os cálculos de cada método e seus insumos, apesar do uso de uma armadura de aço mínima para ambos os sistemas, nota-se um maior desempenho para o método de paredes de concreto tendo um custo global menor que comparado com o sistema de alvenaria tradicional.

Mesmo com uma diferença mínima de custos, o sistema B que possui uma capacidade maior de produção em escala, gerando um menor desperdício de material que continua sendo vantajoso em comparado ao sistema A. Destaca-se que o sistema B não necessita de uma mão de obra especializada, sendo um método sistêmico de montagem e execução.

Em relação a ampliação ou qualquer tipo de reforma que modifique o projeto do corpo da residência, o sistema B seria incapaz de adaptar à nova forma desejada, devido a sua construção rígida que tem função estrutural e de vedação,

diferentemente do sistema A, que permite recortes em sua vedação sem prejudicar a capacidade estrutural existente na habitação.

O uso de paredes de concreto foi e ainda é uma inovação para a engenharia e arquitetura brasileira, que prefere largamente o sistema tradicional de alvenaria, em que por falta de conhecimento do público existe uma menor aceitação. Para funcionar melhor, a aceitação dos sistemas de paredes de concreto deve ser demonstrada por meio de eventos e estudos de grande porte, como a construção residencial, comprovando que o sistema, além de sua dinâmica e rapidez de construção, mantém a confiabilidade dos sistemas convencionais.

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 14.037 - **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro,2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 15575-1 - **Edificações habitacionais – Desempenho - Requisitos Gerais**, Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 9574. **Execução de Impermeabilização**, Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6118:2014. **Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2014. 221 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6122:2010. **Projeto e execução de fundações**. NBR 6122. Rio de Janeiro, 2010. 91 p.

ALMEIDA, M. T**. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000.

ARAÚJO, H. N., 1995, **Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural: Um estudo de caso***.* Dissertação de M.Sc., Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

BELL, Brian J.. **Fundações em concreto armado**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985. 268 p.

CAIXA. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Mato Grosso do Sul. Caixa Econômica Federal, julho, 2021.

CAIXA. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Mato Grosso do Sul. Caixa Econômica Federal, janeiro, 2022.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. São Paulo: PINI, 2009. 2 v. 589 p.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. São Paulo: PINI, 2009. 2 v. 589 p.

CAMPOS, F. T. N., 1993, **Alvenaria armada em blocos de concreto: um estudo comparativo***.* Dissertação de M.Sc., Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ.

FARIA, M. S., **Materiais componentes (Aula 5).** Notas de Aula. Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017a.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e Materiais**. São Paulo: Editora Ibracon, 2008. p. 12-14, 121, 122.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. **Como construir paredes de concreto**. Revista Téchne, n. 147, p. 74-80, jun. 2009.

MOHAMAD, Gihad; FARIA, Marcio S.; E OUTROS, 2015, **Construção em Alvenaria Estrutural – Materiais, projetos e desempenho.** São Paulo, SP, Blucher.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos**. 1ª edição. São Paulo: Editora O Nome da Rosa, 2011. 238p.

PIRES, R. A. **Estudo Comparativo de Fundações Profundas**. Estaca Hélice Contínua x Estaca tipo Strauss, Monte Carmelo, Dezembro 2018. 36.

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

RUFINO, S. **A importância do projeto no empreendimento**. 2017

SCHNAID, Fernando. **Ensaios de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações/ Fernando Schnaid**, Edgar Odebrecht. – 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2009.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. – São Paulo: Pini, 1998.

TAROZZO, Hélvio; ANTUNES, Willian Roberto. Estacas tipo hélice contínua. In: FALCONI, Frederico F. et al. **Fundações teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. cap. 9, p. 345-348

THOMAZ, E. et al. Código de Práticas Nº 01: **Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT, 2009. 65 p.

VALLE, Juliana B. de Senna. **Patologia das alvenarias**. 2008. 72f. Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco Rezende. **Fundações – fundações profundas Vol. 02.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.