

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO**

ALVENARIA ESTRUTURAL

FABIO MENDES FERREIRA

**CAMPO LIMPO PAULISTA - SP
2023**

FABIO MENDES FERREIRA

ALVENARIA ESTRUTURAL

BLOCOS DE CONCRETO

Trabalho de conclusão apresentado ao Centro Universitário Campo Limpo Paulista – UNIFACCAMP, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. Me. Mauro Elias Gebran

**CAMPO LIMPO PAULISTA - SP
2023**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO**

FABIO MENDES FERREIRA

Orientador: Prof. Me. Mauro Elias Gebran

Banca Examinadora:

Prof.

Prof.

Prof.

**CAMPO LIMPO PAULISTA - SP
2023**

Dedico este trabalho...

Dedico este trabalho a minha família, amigos e professores, que sempre demonstraram apoio e foram inspiração, desde o início do meu curso de graduação e especialmente neste último semestre.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a nosso Pai Celestial, que está sempre ao nosso lado, dando-nos saúde e forças para continuar a lutar as batalhas do dia a dia, mantendo-nos no caminho da fé e permitindo colher os frutos desta minha trajetória universitária.

Agradeço a mim mesmo, por cada dia de luta nessa trajetória universitária por nunca ter desistido e ter conseguido força para chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais Maria e João pelo apoio, incentivo e por sempre acreditarem no primogênito. Isso sempre serviu de alicerce para minhas realizações pessoais e profissionais.

Também quero agradecer à instituição e a todos que compõem o time do Centro Universitário Campo Limpo Paulista – UNIFACCAMP. Foram dois anos surpreendentes, comprometidos com a qualidade e excelência do ensino, inovando com sistemas e driblando os desafios da pandemia com muita garra e flexibilidade. Buscando a melhoria contínua no processo de ensino e a comunicação com o público universitário.

Meu muito obrigado a todos que proporcionaram a realização desse sonho!

“A forma mais fácil de se transformar, é conviver com aqueles que já são quem você quer ser.”

Red Hoffman

RESUMO

Este trabalho, tem como objetivo principal analisar e compreender a alvenaria estrutural e seu sistema de construção, além de conhecer quais são os métodos empregados na fabricação de bloco de concreto: materiais empregados e como garantir sua qualidade, e resistência. Para isso elegeu-se a pesquisa do tipo qualitativa de natureza exploratória e descritiva. Nos últimos anos, temos visto grandes e notáveis avanços, tornando o processo construtivo racionalizado com normas técnicas consistentes e específicas. Acabou por tornar-se uma solução bastante viável para o grande déficit habitacional do Brasil, uma vez que é mais rápida, racional e barata. Na alvenaria estrutural, além da vedação, com blocos cerâmicos ou de concretos, as paredes ainda podem possuir uma função de resistência, suportando e transferindo os todos os esforços da edificação ao solo. A execução de construção de uma edificação envolve três fases, o projeto, a execução e a edificação. A ocorrência de falhas em uma ou mais destas fases pode provocar defeitos e comprometer a segurança, a durabilidade e o desempenho futuro da edificação. As fissuras são as causas mais frequentes de falha no desempenho de alvenarias, podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da edificação. Elas ocorrem quando os materiais são solicitados por um esforço maior que a sua resistência característica, é necessário a verificação de todas as possibilidades de redução ou eliminação dos problemas causadores dessa patologia. Um dos pontos a ser observado é a importância da qualidade dos blocos que se inicia na fabricação, e alguns cuidados devem ser observados como: caracterização adequada dos agregados a serem utilizados, uso de equipamento em bom estado para produzir as misturas e blocos homogêneos, e principalmente o tempo de cura que deve ser adequado, incluindo a temperatura controlada, e toda a qualidade de produção que é envolvida com base em normas técnicas estabelecidas em 2017.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmides.....	16
Figura 2 – Muralha da China.....	16
Figura 3 – Alvenaria Autoportante x Alvenaria de Vedação	18
Figura 4 – Instalações elétricas em alvenaria estrutural.....	20
Figura 5 – Vibro-prensa pneumática.....	22
Figura 6 – Vibro-prensa hidráulica.....	22
Figura 7 – Vibro-prensa mecânica.....	22
Figura 8 – Blocos com furo (Conforme).....	23
Figura 9 – Bloco sem furo (Não conforme).....	23
Figura 10 – Câmara controlada.....	24
Figura 11 – Câmara parcialmente controlada.....	24
Figura 12 – Blocos de Concreto.....	25
Figura 13 – Dimensões nos blocos de concreto.....	26
Figura 14 – Dimensões de Furo.....	26
Figura 15 – Ensaio de resistência à compressão.....	27
Figura 16 – Prisma Cheio e Oco.....	28
Figura 17 – Ensaio com prisma.....	28
Figura 18 – Patologias de Vedação de alvenaria.....	28
Figura 19 – Fissura Horizontal.....	30
Figura 20 – Ruptura e Fissuração de alvenaria sobre excessiva carga concentrada.....	30
Figura 21 – Fissura vertical em parede por retração de alvenaria.....	31

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR Norma Brasileira

LISTA DE TABELAS / GRÁFICOS

Gráfico 1 – Equipamentos utilizados na mistura.....21

Gráfico 2 - Equipamentos utilizados na conformação.....23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.2. PROBLEMA.....	13
1.3. JUSTIFICATIVA.....	13
1.4. METODOLOGIA	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL: HISTÓRIA E CONCEITOS.....	15
2.2. CONHECENDO A ALVENARIA ESTRUTURAL.....	17
2.3. FABRICAÇÃO DO BLOCO ESTRUTURAL.....	20
2.4. CONTROLE DE QUALIDADE	24
2.4.1. RESISTÊNCIA E CARACTERÍSTICA	24
2.4.2. DIMENSÕES DOS FUROS.....	26
2.5. PATOLOGIAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL (FISSURAS).....	27
2.5.1. CLASSIFICAÇÕES DE FISSURAS	28
2.5.2. FISSURA SEGUNDO A ABERTURA	28
2.5.3. FISSURA SEGUNDO A DIREÇÃO.....	29
2.5.4. FISSURA HORIZONTAL	29
2.5.5. FISSURA DE SOBRECARGA DE APOIO.....	30
2.5.6. FISSURAS VERTICAIS EM PAREDES POR RETRATAÇÃO DE ALVENARIA..	30
2.5.7. MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO DE FISSURAS	31
2.5.8. FORMAS DE PREVENÇÃO DE FISSURAS.....	32
3. CONCLUSÃO	33
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

O método construtivo de alvenaria estrutural é considerado um dos mais antigos que vem tomando força neste século. É um método construtivo que tem o objetivo de desempenhar um trabalho, além da vedação realizando a função de resistência, suportando e distribuindo a carga recebida além do seu peso próprio para as fundações, diz Kageyama (2017), isto possibilita, uma grande economia para a construção, na diminuição de da utilização de materiais como a madeira, aço, além de apoiar também na diminuição de recall em obra.

Interessante é o conhecimento visto, pois, com o tempo, veio outros meios e materiais para a construção, devida a alvenaria estrutural haver algumas limitações em resistência a tração e a geometria arquitetônica, por esses motivos, diminui construções neste sistema, mas nas décadas de 40, ganhou força, por causa da reconstrução de locais afetados pela guerra. Pode-se dizer que esse sistema ganhou mais força no Brasil após essa década, mas, ainda precisa ser aprimorado para evitar falhas iniciando no processo de fabricação, na fase construtiva, na fase de projeto ou na fase pós-ocupacional, os problemas nestas fases comprometam a segurança e a durabilidade da edificação

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho, tem como objetivo principal analisar e compreender a alvenaria estrutural e seu sistema de construção, além de conhecer quais são os métodos empregados na fabricação de bloco de concreto: materiais empregados e como garantir sua qualidade, e resistência.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em vista disto o trabalho terá três objetivos específicos:

- a) Estudar história da alvenaria estrutural compreendendo seu sistema de construção;
- b) Apresentar os tipos de classificação da alvenaria estrutural;
- c) Conhecer quais são os métodos empregados na fabricação de bloco de concreto, materiais empregados e como garantir a qualidade.

1.2. PROBLEMA

Dentre os problemas mais comuns registrados em alvenaria estrutural está entre os blocos de concreto e blocos cerâmico, as fissuras são o problema mais frequentes. Como identificar reconhecer e recuperar essa patologia no sistema construtivo da alvenaria estrutural?

1.3. JUSTIFICATIVA

. O crescimento da construção civil nos últimos anos no Brasil, fez com que sistemas construtivos, como a alvenaria estrutural, crescessem em larga escala. Ela conquista cada vez mais espaço no mercado da construção por ser um método eficiente, com custo material e de mão de obra acessível para a sua execução, o que traz competitividade ao mercado. Com o passar dos anos o mercado da construção de alvenaria exigiu maior qualidade e menor custo, além de agilidade e durabilidade.

O sistema de alvenaria buscando agilidade e custo baixo, trouxe patologias não esperadas. As fissuras são a grande inimiga desse sistema construtivo, elas costumam aparecer após alguns meses da execução, esse problema tende a prejudicar não só esteticamente, mas também o conforto e a segurança do ocupante. Visando melhor desempenho, aprimoraram-se técnicas para sua execução. Estes aprimoramentos ocorrem desde do projeto, passando por sua execução, até a

ocupação e num período de pós ocupação também. No Brasil esse sistema é utilizado em larga escala principalmente em residências de baixa renda.

Por isso, o presente trabalho pretende analisar as principais causas de formação das fissuras e porque ocorrem, mas também alguns métodos de recuperação. Com esses dados podemos obter conhecimento técnico suficientes para pesquisas no dia a dia desse sistema construtivo

1.4. METODOLOGIA

Aplicou-se a pesquisa do tipo qualitativa de natureza bibliográfica, exploratória e descritiva. Na revisão da literatura, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados e consulta; Revista Técnica, Anicerpro, Normas Brasileiras Técnicas (15270-2/ 6136), Homify Sistemas Construtivos, artigos de Alexandre Ilídio F. Manifestações Patológicas em Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda Executados em Alvenaria Estrutural entre outros. Foram pesquisados artigos publicados nos últimos 5 anos, porém utilizamos artigos científicos com data anterior a este período devido a sua relevância científica. As palavras chaves utilizadas foram: sistemas construtivos, alvenaria estrutural, alvenaria, patologia, métodos construtivos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL: HISTÓRIA E CONCEITOS

Para entender melhor sobre esse tema, conforme menciona Pestana (2014), é necessário saber a história da alvenaria estrutural, além de agregar conhecimento técnico, esse sistema construtivo é a mais antiga das formas de construção de edifícios desenvolvidas pelos homens ao longo dos séculos.

A alvenaria estrutural tem suas origens na Pré-História, sendo um dos mais antigos sistemas construtivos adotado pelo homem. As primeiras alvenarias eram feitas em pedra ou em tijolo cerâmico seco ao sol, apresentavam grandes espessuras e eram erguidas segundo regras empíricas, baseadas nos conhecimentos adquiridos ao longo do tempo (PESTANA et al, 2014, p. 3).

Conhecer o passado, traz descobertas e compreensão para uma infinidade de questionamentos atuais e futuros de uma edificação, além da chance de avaliar a importância de uma dessas diversas modalidades que é conhecida e utilizada profundamente e muitas construções que duram a e se mantêm há milênios intactas, conforme mostra a figura 1 e 2, (PESTANA, 2014).

Figura 1 – Pirâmides



Fonte: Master House (2018)

Figura 2 – Muralha da China



Fonte: Master House (2018)

Uma curiosa construção é citada por Pestana (2014), ele destaca, que entre os séculos XIX e XX, obras de grande porte foram construídas em alvenaria estrutural com base em modelos mais racionais, como por exemplo o edifício Monadnock, construído em Chicago entre 1889 e 1891, contendo 16 pavimentos e 65 metros de altura e cujas paredes inferiores possuíam 1,80 metros de espessura. Atenta-se a curiosidade e no exagero dessa construção.

As citações teóricas, comparações e principais achados.

No início do século XX, construir passou a ser uma arte, pois com a evolução e a descoberta de novos materiais houve uma revolução na construção. Todo melhoramento de serviços e produtos, aliado a novas técnicas de construção permitiu que as edificações se tornassem cada vez maiores e mais arrojadas, (CAMACHO, 2006).

Nos últimos anos, diz Sabbatini (2003), grandes e visíveis avanços, tornaram o processo construtivo racionalizado, com normas técnicas consistentes e específicas. Essa solução trouxe viabilidade para o grande déficit habitacional do Brasil, uma vez que é mais rápida, racional e barata, quando comparada com a construção tradicional.

No Brasil, a partir da década de 70 a alvenaria estrutural não armada vem sendo empregada, por ser de baixo custo, aliado a uma grande durabilidade e desempenho, fazem com que este método construtivo seja intensivamente utilizado nas construções habitacionais, (RAMALHO, 2003).

Ramalho (2003), cita que os primeiros edifícios em alvenaria armada foram construídos no Brasil em São Paulo, por volta de 1966, sendo executados com blocos de concreto vazados e que possuíam apenas quatro pavimentos, o sistema construtivo em alvenaria estrutural acabou se firmando no Brasil como uma alternativa eficiente e econômica para a execução de edificações residenciais e industriais de pequeno e médio porte, sendo utilizada atualmente por diversas empresas do setor construtivo. Entretanto, esse sistema é restrito a prédios de baixa altura (até 5 pavimentos), devido à falta de pesquisa, até em aspectos básicos como o desempenho estrutural das paredes. Ao mesmo tempo, as normas estrangeiras sobre o assunto não são aplicáveis para os materiais e mão-de-obra empregados no Brasil.

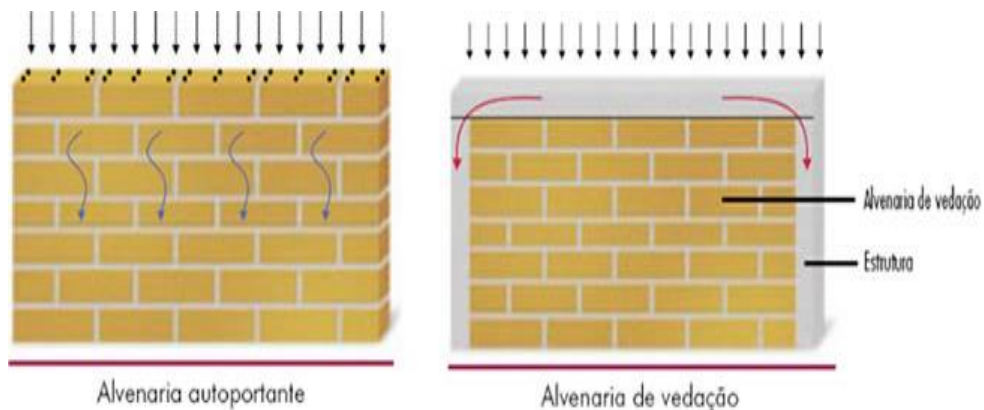
Como enfatiza Valle (2008), conhece-se por alvenaria o elemento resultante da associação de blocos sólidos, justapostos, unidos pela argamassa ou não, destinados a suportar essencialmente esforços de compressão.

Com isso temos uma classificação para as alvenarias conforme sua capacidade de suporte, informa-se que ela é dimensionada para resistir a cargas além do seu peso próprio, como lajes, outros andares, telhados entre outras, porém quando se denomina que ela deve suportar apenas ao seu peso próprio é conhecida como alvenaria de vedação, (AZEREDO, 1997).

2.2. CONHECENDO A ALVENARIA ESTRUTURAL

Como menciona Azeredo (1997), a alvenaria estrutural é um conceito de estrutura, onde as próprias paredes de delimitação do espaço da edificação desempenham igualmente em simultâneo a função de suporte e estabilidade do edifício, para todas as ações ocorrentes, isto significa que, em alvenaria estrutural, além da vedação, as paredes possuem função de resistência, conforme mostra a figura 3, assim, suportando e transferindo todos os esforços da edificação ao solo.

Figura 3 – Alvenaria Autoportante X Alvenaria De Vedação



Fonte: RFATI (2013)

Vê-se na figura 3, a primeira apresentação de alvenaria autoportante, esta recebe a carga diretamente e a distribui pela alvenaria até chegar na fundação, já em comparação da figura da alvenaria de vedação, a carga é distribuída para as vigas e recebem e repassam para os pilares, deixando assim, a alvenaria apenas como divisão ou simplesmente fechando área externas e internas de uma edificação, lembra-se que, ainda na alvenaria estrutural, as paredes são consideradas como elementos cortantes, (AZEREDO, 1997).

De acordo com Ramalho (2003), a alvenaria estrutural pode ser classificada em três (03) casos distintos, alvenaria estrutural não armada, para esse sistema construtivo pode ser utilizado em edificações de pequeno porte, como residências e prédios de até 8 pavimentos; vê-se também alvenaria estrutural armada, que pode ser executada com blocos vazados cerâmicos ou de concreto, além de ser possível adotar nas edificações com mais de 20 pavimentos, por último, a alvenaria estrutural protendida que é utilizada quando se tem paredes sujeitas a esforços laterais, tais como, em edifícios com esforços de vento, muros de arrimo, reservatórios de água, silos, paredes sujeitas a impactos acidentais dentre outras.

No Brasil a construção civil é um setor considerado atrasado nos meios industriais, porém, com a expansão de empreendimentos voltados ao segmento econômico aonde a margem de lucro sobre unidade é muito pequena existe uma grande procura deste método construtivo pelas construtoras, que trabalham neste segmento. Entende-se com isso, que a viabilidade dos negócios é economicamente vantajosa, quando se tem produção em alta escala, assim se consegue implicar na industrialização do setor de elementos estruturais e de vedações, elementos menores de construção e de custo alternados, como por exemplo, as instalações elétricas e hidráulicas, (FARIA, 2008).

Em contrapartida Colombo e Bazzo (2009) defendem, que a indústria da construção civil ainda possui obstáculo para essa expansão agressiva, principalmente, tratando-se de edificações, pois ao conhecer a alvenaria de concreto estrutural, em sua amplitude de classificação e material, possui vantagens que inclui um processo simples para se melhorar o controle de qualidade e da redução de desperdício.

Além disso, ainda é possível reduzir custos, e tornar um edifício de alta qualidade mais acessível, com esse ponto de vista, consegue-se bons investimentos no mercado, porém, colide no problema do mercado interno, pois entende-se que para esse tipo de material, poderia ser mais amplo em performance e em novas técnicas de industrialização, dificultando sua adaptação ao mercado, e conseqüentemente, aumentando o custo, (KAGEYAMA, 2017).

Percebe-se então, que esse tipo de construção possui maior agilidade na construção, redução da quantidade de pessoas trabalhando na obra, mais econômico financeiramente, reduz gastos com reboco, maior durabilidade do material, reduzindo

a necessidade de manutenção, menos desperdício de materiais, facilita o planejamento da obra, menor grau de dificuldade para a construção, mas percebe-se que é preciso melhorar em limitação nos vãos livres, não é possível remover as paredes, sem colocar algum elemento estrutural para substituí-las, não oferece muita liberdade estética para os projetos arquitetônicos, já que a estrutura não pode ser alterada, (SAHADE; MACHADO; CAVANI, 2013).

As construções de alvenaria estrutural, conforme menciona Faria (2008), utiliza blocos fabricados de concreto ou cerâmicos, especificamente para esse tipo de construção. Para tanto, os materiais possuem propriedades específicas, que apoiam e preparam uma edificação para recebimento de cargas em toda sua estrutura, considerando ainda, que seu desempenho nas paredes que, simultaneamente, tem funções de vedação e estrutura para carga de recebimento e passagem, absorvendo as cargas permanentes e acidentais, e ainda uma melhoria acústica, que em geral, é consequência das unidades mais resistentes empregadas.

Figura 4 – Instalações Elétricas em alvenaria estrutural



Fonte: Blog do Estudante (2013)

As paredes na alvenaria estrutural servem ainda de alojamento para os dutos elétricos e hidráulicos, conforme mostra a figura 4. A alvenaria estrutural é uma das mais conhecidas mundialmente. Este método construtivo também é bastante empregado em vários tipos de edificações, principalmente residenciais e comerciais, COLOMBO e BAZZO (2009).

2.3. FABRICAÇÃO DO BLOCO ESTRUTURAL

Todo o processo de produção dos blocos de concreto deve seguir a norma ABNT NBR 6136 e a ABNT NBR 12118, que indica qual máquina correta deve ser utilizada, medida corretas dos agregados, tempo de cura.

A primeira fase do processo e a mistura do cimento e agregados com a água, feito a mistura ocorre a homogeneização no misturador, vale lembrar que o cimento e estocado em silos metálicos antes da etapa de mistura, garantindo a integridade do material.

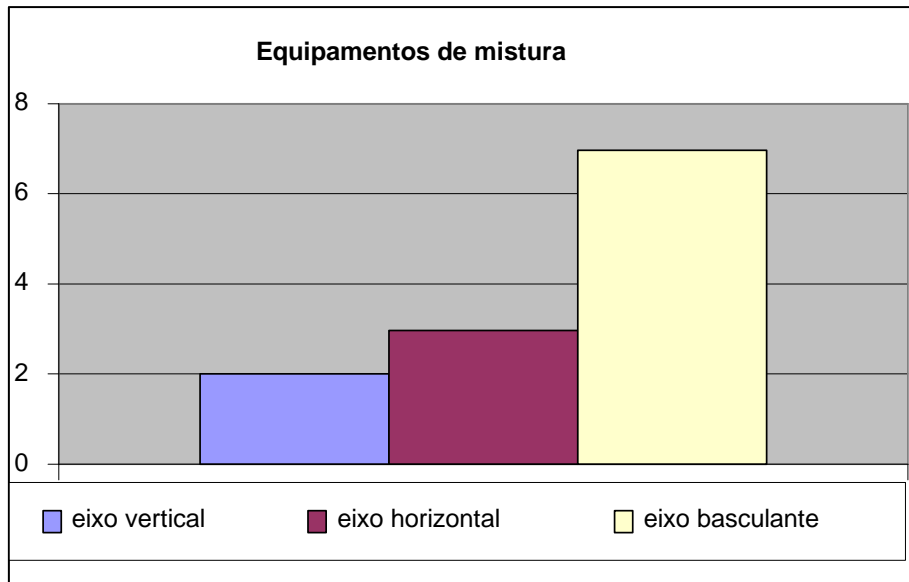
E realizado um controle dos agregados que são areia, pó de pedra e pedrisco, eles são responsáveis em dar liga, assim que os blocos ficam prontos, são utilizadas peneiras para verificar as condições do mesmo.

É possível encontrar três tipos de equipamentos para mistura e homogeneização de materiais:

- Misturador planetário de eixo vertical – mais eficiente.
- Misturador forçado de eixo horizontal, através de hélices – apresenta boa homogeneização.
- Misturador basculante, por tombamento – costuma apresentar pouca eficiência e baixa homogeneidade.

O Gráfico abaixo mostra o número de fabricantes que utilizam cada um dos equipamentos acima

Gráfico - Equipamentos utilizados na mistura



Fonte: abepro.org.br (2008)

De acordo com PIRES SOBRINHO et.al; (2008) uma vez misturada, a massa de concreto é despejada em uma vibro-prensa, onde os blocos são conformados. Para essa etapa, é possível utilizar vibro-prensas pneumáticas, hidráulicas e mecânicas.

A 3 tipos de equipamentos de conformação conhecidos como vibro-prensas que são:

- Vibro-prensa pneumáticas, dependem da capacidade de carga do compressor, melhor excelência na conformação dos blocos;
- Vibro-prensas hidráulicas, elas se mostram eficiente na conformação de blocos, mas dependem da capacidade de pressão das bombas.
- Vibro-prensa mecânica, até apresentam conformação de blocos adequada, mas são muito limitadas por apresentarem porosidade elevada e baixa resistência.

Figura 5 – Vibro-prensa pneumática hidráulica



Fonte: Vibrasa.blogspot.com (2019)
Vibrasa

Figura 6 – Vibro-prensa



Fonte: blogspot.com (2011)

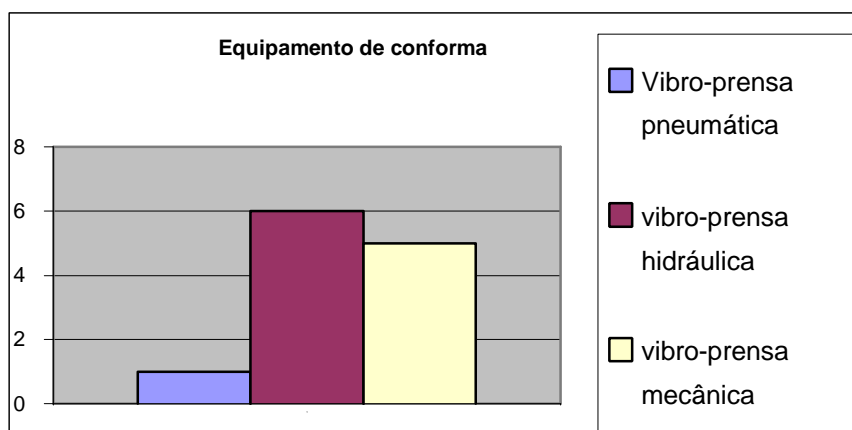
Figura 7 – Vibro-prensa Mecânica



Fonte: abepro.org.br (2008)

O Gráfico abaixo mostra o número de fabricantes que utilizam cada um dos equipamentos acima.

Gráfico – Equipamentos utilizados na conformação



Fonte: abepro.org.br (2008)

Segundo PIRES SOBRINHO et.al; (2008) os dois tipos de matrizes de blocos mais comuns fabricados, são os com fundo e sem fundo, mas como grande parte das empresas ainda fabricam com fundo, então segue abaixo nas figuras 8 e 9.

Figura 8 - Blocos com furo (conforme). **Figura 9** - Blocos sem furo (não conforme)



Fonte: abepro.org.br (2008)



Fonte: abepro.org.br (2008)

Ainda segundo PIRES SOBRINHO et.al; (2008) após a conformação dos blocos e suas propriedades eles seguem para fase de cura, esse procedimento é muito importante, pois o processo garante que os blocos atinjam suas características desejadas no estado endurecido.

Portanto, uma boa cura apresenta resistência mecânica na estrutura, evita o principal gargalo na confecção dos blocos que são as fissuras e trincas.

Câmara de cura a vapor são as mais utilizadas no processo, são ambientes controlados que não permitem que os blocos fiquem expostos ao sol e ventilação.

Fatores estes que interferem na retenção de água na fase inicial de cura, normalmente os blocos permanecem de 3 a 4 horas na câmara de vapor.

Segue abaixo dois modelos comuns utilizados nas empresas:

Figura 10 - Câmara controlada



Fonte: abepro.org.br (2008)

Figura 11 - Câmara parcialmente controlada



Fonte: abepro.org.br (2008)

2.4. CONTROLE DE QUALIDADE

Segundo Lima (2022), o controle de qualidade na conformação de blocos é realizado através de ensaios que asseguram e medem a qualidade da alvenaria estrutural. A Ferramenta mais utilizada nas aplicações desses ensaios é conhecida como controle tecnológico, segue abaixo ensaios exigidos pela alvenaria estrutural.

2.4.1. RESISTÊNCIA E CARACTERÍSTICA

A resistência dos blocos está descrita na ABNT NBR 12118, que determina no mínimo 6 corpos de provas.

Figura 12 – Blocos de Concreto

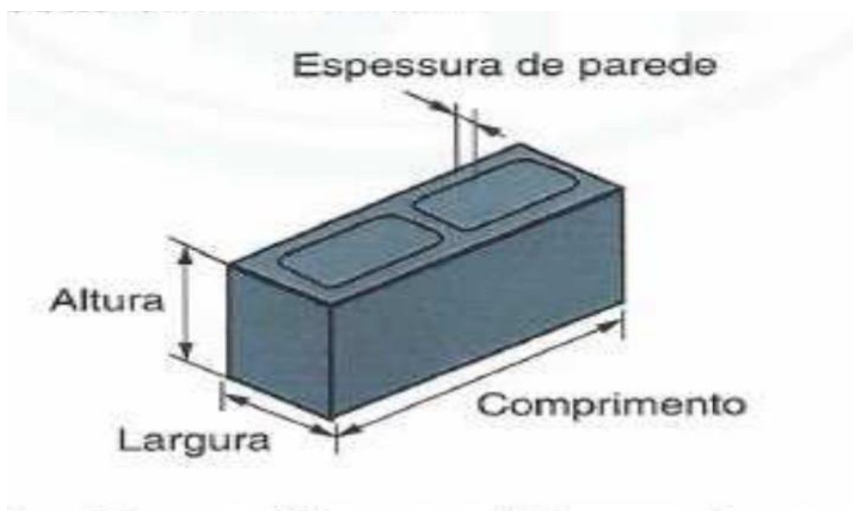


Fonte: br.pinterest.com (Hani blocos 2019)

Primeiramente é feita uma pré-análise das dimensões do bloco, que garante a qualidade da confecção dos blocos, sendo fase importante garantindo dados posteriores de cálculos de resistência.

A figura a seguir demonstra os detalhes da ABNT NBR 12118-4, que mostra os locais a serem aferidos, norma também estabelece que essas medidas sejam obtidas com paquímetro.

Figura 13 – Dimensões nos blocos de concreto



Fonte: ABNT NBR 12118-4(2013)

2.4.2. DIMENSÕES DOS FUROS

De acordo com as Normas ABNT NBR12118 devem ser realizadas duas avaliações no centro aproximado de cada furo dos blocos, uma longitudinal e a outra transversal, realizadas na face de maior espessura da parede.

Figura 14 Dimensões de Furo



Fonte: ABNT NBR 12118-4(2013)

Após execução das aferições os blocos seguem para o ensaio de resistência a compressão, conforme descrito no item 6 da ABNT NBR 12118, logo após é realizado o processo de capeamento (ajuste das imperfeições e rugosidades da superfície dos blocos), em seguida são definidos: equipamento, posição e execução da prensa. Conforme a figura abaixo:

Figura 15 Ensaio de resistência à compressão



Fonte: brascontec.com.br (2022)

Após o ensaio de resistência e compressão é obtida uma carga máxima que o corpo de bloco suporta antes da ruptura, após se romper essa carga é dividida pela área bruta que é o resultado da resistência à compressão.

Uma outra forma de realizar o ensaio de resistências é o uso de prismas, ou seja, quando dois blocos vazados ou perfurados são preenchidos com argamassa, sendo os corpos de prova mais comum nesse tipo de ensaio o prisma oco ou prisma composto. Antes de serem feitos os ensaios com o prisma eles devem ser identificados e armazenados para que sejam preservadas as suas propriedades, conforme descrito no ensaio de prisma na NBR 16868-3 sessão 6.

Abaixo a figuras demonstra o corpo de prova com prisma:

Figura 16 (Prisma Cheio e Oco)



Fonte: LIMA (2022) , pág.26

Figura 17 – Ensaio com Prisma



Fonte: brascontec.com.br (2022)

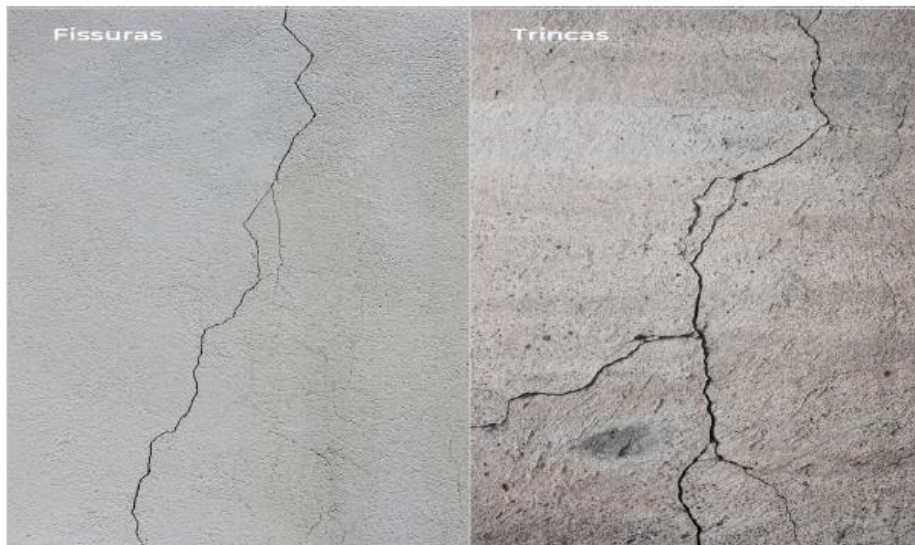
2.5. PATOLOGIAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL (FISSURAS)

Segundo THOMAZ, (apud PEREIRA et.al. 2022), as fissuras são rachaduras consideradas manifestações patológicas das edificações da alvenaria estrutural, como: vigas, pilares, lajes e etc. Elas ocorrem devido a deformações geralmente causadas por uma tensão maior que a resistência suportada pelos materiais.

Caso o material sofra um esforço maior que a sua resistência, isso provocará uma falha de abertura, que ocasionará fissura ou trinca, de acordo com a espessura.

Abaixo segue exemplo de fissuras e trincas que são recorrentes em alvenaria:

Figura 18 – Patologias de Vedação de Alvenaria



Fonte: PEREIRA et al. 2022

2.5.1. CLASSIFICAÇÕES DE FISSURAS

As fissuras em paredes podem ser classificadas por diferentes critérios: abertura, atividade, forma, causas, direção, tipo, entre outros.

2.5.2. FISSURA SEGUNDO A ABERTURA

Segundo Magalhães (2004), as fissuras de abertura são classificadas:

- Fissuras Finas: Com menos de 1,5 mm de espessura;
- Fissuras Médias: Espessura entre 1,5 à 10 mm;
- Fissuras largas: Superiores a 10 mm

Porém, fissuras com abertura inferiores a 0,1 mm, são chamadas de capilares (insignificantes) não são passíveis de prejuízo as edificações.

2.5.3. FISSURA SEGUNDO A DIREÇÃO

Fissuras segundo a direção são classificadas em:

- Fissuras Verticais;
- Fissuras Horizontais;
- Fissuras Diagonais.

A classificação de fissuras segundo a sua direção é uma análise previa de fissuras, como parte de uma análise diagnostica. (Magalhães,2004)

2.5.4. FISSURA HORIZONTAL

Uma das fissuras mais comuns é a fissura horizontal, que ocorre nas juntas de argamassas, devido ao material não apresentar resistência suficiente acaba rompendo pela sobrecarga nas paredes, ocasionando a compressão.

Figura 19 – Fissura Horizontal

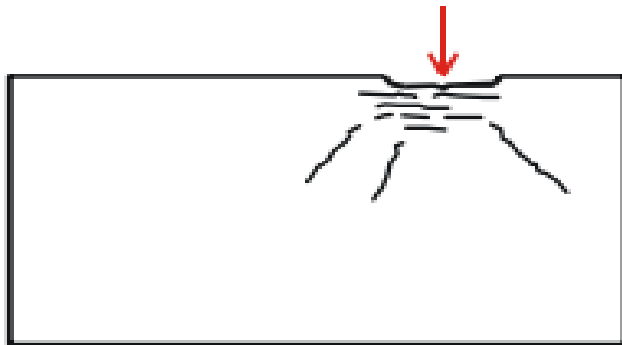


Fonte: DREAMSTIME, 2022. Apud. PEREIRA et.al,2022

2.5.5. FISSURA DE SOBRECARGA DE APOIO

Fissuras por sobrecarga em apoio ocorrem quando as cargas concentradas em compressão excedem a capacidade de resistência do ponto de apoio, dessa forma podem surgir fissuras verticais, horizontais ou inclinadas, a partir do ponto da aplicação da carga. De modo geral, isso acontece em apoio de vigas sem coxim diretamente em alvenarias.

Figura 20 – Ruptura e Fissuração de Alvenaria sobre excessiva carga concentrada



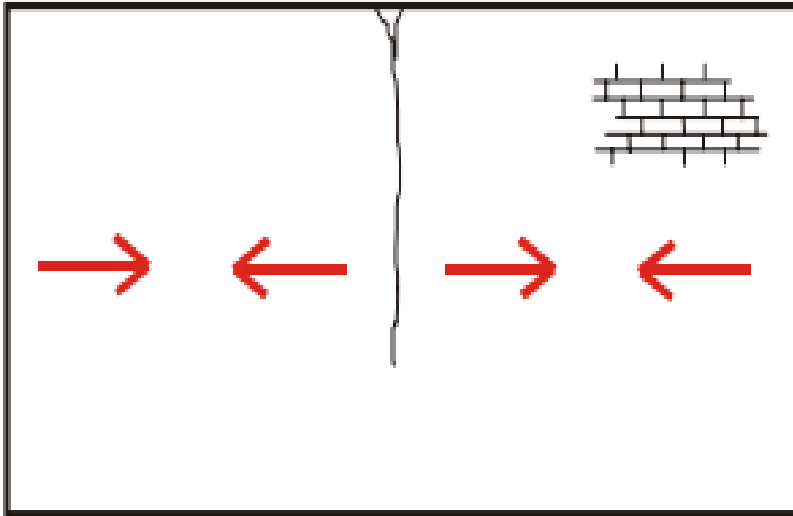
Fonte: MAGALHÃES (2004) , pag.44

2.5.6. FISSURAS VERTICAIS EM PAREDES POR RETRATAÇÃO DE ALVENARIA

Segundo Magalhães (2004), essas fissuras podem surgir por retração própria da alvenaria e acabam induzindo a formação de fissura no próprio corpo da parede que acontece quando há retração dos elementos que são tijolos ou blocos ou juntas de argamassa, sendo comum nos encontros entre paredes, dutos, aberturas ou muros. A retração por bloco de concreto se dá pelo tipo de agregado na utilização da produção do mesmo, consumo de cimento, relação água/cimento, métodos de cura e etc.

Ainda de acordo com Magalhães (2004), as fissuras de retração de alvenaria podem apresentar variações, segue abaixo um exemplo de fissura vertical por retração:

Figura 21 – Fissura Vertical em Parede por Retração da Alvenaria



Fonte: MAGALHÃES (2004) pág.63

2.5.7. MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO DE FISSURAS

De acordo MENDES, et.al; (2021) a recuperação das fissuras ou patologias são possíveis a partir do diagnóstico preciso e pleno conhecimento da implicação da fissura ou patologia, sendo verificado na etapa do diagnóstico os possíveis desvios ao estado da estrutura, da segurança, identificação da origem e etc.

Finalizada a etapa de diagnóstico é iniciada a etapa de identificação, onde é realizado um estudo da melhor forma intervenção na estrutura a ser reparada, em que é feito um reforço ou reabilitação com técnicas de materiais.

Considerando as etapas de recuperação de fissuras, um dos principais fatores a serem observados, diz respeito ao reestabelecimento das condições de segurança da estrutura atentando-se em melhorar as características mecânicas, dentre elas durabilidade, compatibilização, técnicas e materiais e etc.

MENDES et.al; (2021), afirma que uma das principais formas de reabilitação e reforço de paredes em alvenaria estrutural são: argamassa armada, substituição de elementos degradados, fechamento das juntas, rebocos armados, protensão ou adição de vigas ou colunas de aço entre outras

É recomendado fazer manutenções preventivas na estrutura, afim de evitar possíveis reparações futuras

Os dados de análise e diagnóstico são fundamentais para a tomada de decisão quanto ao melhor método de recuperação da estrutura, considerando sempre como fator decisivo o tipo de fissura apresentada no diagnóstico.

2.5.8. FORMAS DE PREVENÇÃO DE FISSURAS

Dentre as formas de prevenção podemos destacar o controle rígido na qualidade dos blocos de concreto, o controle de recebimento de matérias e sua estocagem, a qualificação técnica dos fabricantes que fornecem materiais para conformação dos blocos, além de seguir sempre as normas técnicas (ABNT), que estabelecem critérios de avaliação para resistência, compressão, característica e etc.

Outro fator importante relacionado a prevenção de fissuras diz respeito ao recebimento dos materiais agregados e a sua logística, a temperatura ambiente entre outros, é importante atentar-se a temperatura das câmaras de cura, pois, elas influenciam na resistência mecânica dos blocos conformados, gerando fissuras e trincas.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentada uma revisão bibliográfica, que abordou a história do sistema construtivo, podemos observar que ao longo da evolução houveram exageros nas grandes construções, porém com o passar dos tempos e com o apoio da tecnologia aplicado ao sistema construtivo, obtivemos grandes progressos, chegando até o setor imobiliário com o foco em construir com menor custo em um curto espaço de tempo e com viabilidade comercial de construção de baixa renda.

A relação dos benefícios que agregam esse sistema de construção, mostrou os cuidados que devem ser tomados ainda na sua produção, no projeto e no detalhamento de cada etapa de construção.

A ideia da construção deste trabalho de conclusão de curso, foi permear o método construtivo, tão antigo, assim podendo compreender sua importância no cenário do mundo atual, dando bases sólidas para garantir um conhecimento técnico nas aplicações desse sistema construtivo na construção civil, tanto quanto uma forte base no conteúdo para sua fabricação, conhecendo métodos de produção e execução, propiciando base para estudos acadêmicos e servindo de fonte de pesquisa para os profissionais da área.

Este trabalho não tem um fim em si só, mas agrega valor ao conhecimento já obtido por construtores há anos atrás e contribui com o constructo que servirá de base para outros pesquisadores ou interessados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – Procedimentos executivos. Acesso em 15 de agosto de 2022

AZEREDO, Hélio Alves. **O Edifício Até Sua Cobertura**. Editora. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1997. Acesso em: 25 de set de 2022.

BLOG DO ESTUDANTE DE ARQUITETURA E ENGENHARIA UNP. 2013. **Comparativo entre alvenaria de vedação**. Disponível em: <<http://engenhariaearquiteturaunp2013.blogspot.com/2013/11/comparativo-entre-alvenaria-de-vedacao.html>>. Acesso em: 20 de set. de 2022.

COLOMBO, C.R. & BAZZO, W.A. **Desperdício na Construção Civil e a Questão Habitacional**: Um Enfoque CTS. Sala de Leitura CTS+I -Organización de Estados Ibero-americanos. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/colombobazzo.htm>>. Acesso em: 15 de set de 2022.

CAMACHO J. S.; **Projeto de edifício de alvenaria estrutural**. Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, São Paulo, 2000. Acesso em: 15 de set de 2022.

GRIMM, C. T. Masonry Cracks: Cause, **Prevention and Repair**. Masonry International, BMB, v. 10, n.3, p.66-67, 1988. Acesso em 15 de set de 2022.

HOLANDA Jr., O.G. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural**. 2002. 242f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Acesso em 25 de set de 2022.

KAGEYAMA, Tacao. 2006. **As interferências do processo construtivo da alvenaria estrutural na redução dos custos na construção arquitetônica**. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, São Paulo, v.6, 2006. Acesso em 25 de set de 2022.

LIMA, Joicy Menta. **A Alvenaria Estrutural: Execução e Controle Tecnológico em Blocos Cerâmicos e Blocos de Concreto**. 2022. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Ilha Solteira, 2022. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/235890/lima_jm_tcc_ilha.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 08 abr. 2023

MAGALHÃES, Ernani Freitasde. **Fissuras em alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10135/000521582.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 abr. 2023

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São

Paulo, 1994. Disponível em: <<http://www.allquimica.com.br/arquivos/websites/artigos/A-00034200652814325.pdf>> Acesso em: 25 de set de 2022.

MENDES, Henrique Ferreira; MELO, José Jonas de Lima; VASCONCELOS, Luis Henrique Duarte; CAVALCANTE, Jonas Rafael Duarte. **Fissuras em Alvenaria Estrutural: Causas e Soluções**. Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas, Aracajú, v. 6, p. 91-100, mar. 2021. Anual. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/7653>. Acesso em: 08 abr. 2023

NASCIMENTO, Roney Gomes, **Noções de Avaliação de Risco Estrutural**. Disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Publicacoes/Apostila%20Avaliacao%20de%20Risco%20Estrutural.pdf>> Acesso em: 25 de set de 2022.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações**. 2003. 83f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-03/civil-01.pdf>> Acesso em 25 de set de 2022.

PEREIRA, Jhonata Santos; PEREIRA, Cláudio Roberto Oliveira. Patologias: Fissuras e Trincas em Sistemas de Vedação de Alvenaria. **Revista Fisio & Terapia**, [S.l.], Disponível em: <https://www.novafisio.com.br/patologias-fissuras-e-trincas-em-sistemas-de-vedacao-de-alvenaria/>. Acesso em: 08 abr. 2023.

PESTANA, Elói H. Assunção, et al. **A alvenaria estrutural e seu desenvolvimento histórico**. 2014. 17f. TCC (Graduação em engenharia civil) – Instituto Federal, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, 2014. Acesso em 25 de set de 2022.

PIRES SOBRINHO, Carlos Wellington de Azevedo; ARAUJO, Gisele Porto; MARQUES, Larissa; LIMA, Maria Teresa Araújo de; SOUSA, Rubia Valéria Rodrigues de. Blocos de Concreto: Característica do Processo de Produção na Região Metropolitana do Recife. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. **A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável..** Rio de Janeiro: Abepro, 2008. p. 2-10. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_069_496_12161.pdf. Acesso em: 08 abr. 2023

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**, São Paulo: Ed. Pini, 2003. p. 174. Acesso em: 25 de set de 2022.

RFATI, Kassiana K. P. **Inspeção em Estruturas de Alvenaria em Blocos Estruturais**. 2013. 93f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Pato Branco, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/851/1/PB_COECI_2012_2_06.PDF> Acesso em: 12 abr. 2016. - Acesso em 25 de set de 2022.

SABBATINI, F.H. Alvenaria Estrutural – **Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação**

definanciamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal. Caixa Econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Março, 2003. Disponível em: <http://www.anicer.com.br/arquivos/alvenaria%20estrutural/alv_estrutural.pdf>. Acesso em 25 de set de 2022.

SANTIAGO, Leonardo Rodrigues. PORCINO, Vinicius Matheus Silva. FILHO, Nilton Rosado Soares. **Patologias na alvenaria estrutural de blocos de concreto.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 09, Vol. 02, pp.70-93, Setembro de 2018. ISSN:2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/patologias-na-alvenaria>. Acesso em: 08 abr. 2023

ZANZARINI, José Carlos - Universidade tecnológica Federal do Paraná, 2016. Disponíveis em <**teses-analise de fissuras em edificações residenciais em alvenaria estrutural**>Acesso em: 25 de set de 2022.

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. Disponível em: < <http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg1/Patologia%20das%20alvenarias.pdf>> Acesso em 25 de set de 2022.

TÉCHNE. **Edição 140** (NOV/2008). Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo286523-1.aspx>>. Acesso em 25 de set de 2022.

WENDLER, A. **Balanço sobre os sistemas de alvenaria estrutural e paredes de concreto:** entrevista. São Paulo: Téchné, ed.205, p.10-16, abr., 2014. Entrevista concedida a Luciana Tamaki. Acesso em 25 de set de 2022