



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

UELTON SANTOS DO NASCIMENTO

**A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO EM PEQUENAS E MÉDIAS CONSTRUÇÕES**

Conceição do Coité-BA

2022

UELTON SANTOS DO NASCIMENTO

**A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO EM PEQUENAS E MÉDIAS CONSTRUÇÕES**

Artigo científico submetido como Trabalho de Conclusão de Curso para o curso de Bacharelado em Engenharia Civil para a Faculdade da Região Sisaleira, orientado pelo/a prof. Rafael Reis Bacelar Antón

Conceição do Coité-BA

2022

Ficha Catalográfica elaborada por:
Joselia Grácia de Cerqueira Souza – CRB-Ba. 1837

N244i Nascimento, Uelton Santos do
A importância do estudo do dimensionamento de estruturas de concreto armado em pequenas e médias construções.- Conceição do Coité (Ba.), FARESI, 2022.

13 f.: il.

Referências: f. 13

Artigo científico submetido como Trabalho de Conclusão de Curso para o curso de Bacharelado em Engenharia Civil para a Faculdade da Região Sisaleira.

Orientado pelo/a prof. Rafael Reis Bacelar Antón

1. Conhecimento técnico. 2. Concreto armado. 3. Normas técnicas. I. Título.

CDD : 624.1834

A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM PEQUENAS E MÉDIAS CONSTRUÇÕES

Uelton Santos do Nascimento¹

Rafael Reis Bacelar Antón²

RESUMO

Discute-se nesse trabalho sobre a importância do dimensionamento de estrutura de concreto armado nas pequenas e médias edificações, esse trabalho se dá devido sua grande relevância dos elementos estruturais na área da construção civil, tendo em vista que no cenário brasileiro as construções de pequeno e médio porte não são devidamente atendidas com projetos estruturais, ou seja, essas obras ainda na maioria das vezes falta o projeto estrutural adequado, ou ainda nem dispõe de tal projeto. O trabalho visa contribuir para melhorar o setor da construção civil, de forma a trazer informações relevantes colhida através de pesquisa literária da Engenharia em que demonstra a importância de se ter um bom conhecimento técnico e dominar o uso das normas brasileiras. Esse trabalho destaca as características de alguns elementos estruturais de concreto armado e de sua fundamental importância, como peça e elemento estrutural nas pequenas e médias construções.

PALAVRAS-CHAVE: Conhecimento técnico; Concreto armado; Normas técnicas.

ABSTRACT

This work discusses the importance of the design of reinforced concrete structure in small and medium-sized buildings, this work is due to its great relevance of structural elements in the area of civil construction, considering that in the Brazilian scenario, small and medium-sized constructions medium-sized projects are not properly attended to with structural projects, that is, these works still most of the time lack the appropriate structural project, or even do not have such a project. The work aims to contribute to improve the civil construction sector, in order to bring relevant information collected through literary research of Engineering in which it demonstrates the importance of having good technical knowledge and mastering the use of Brazilian standards. This work highlights the characteristics of some structural elements of reinforced concrete and their fundamental importance, as a part and structural element in small and medium-sized constructions.

KEYWORDS: One; Technical knowledge; Reinforced concrete; Technical standards.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de muitos anos o dimensionamento de estrutura de concreto armado vem sendo discutido e atualizado no Brasil, visando um melhor desempenho das estruturas, mas nem sempre foi assim. O dimensionamento dessas estruturas em séculos passados era limitado, as características intrínsecas com materiais considerados básicos.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil.

² Orientador.

Com o surgimento de novas tecnologias, o concreto armado vem ganhando cada vez mais espaço no meio construtivo por ser um material de preparo rápido e de boa resistência, fácil moldagem e de custo acessível. Esse material é o mais empregado atualmente no ramo da construção civil em todo o mundo.

As construções de pequeno e médio porte são as que menos dispõem de controle tecnológico na hora do preparo e execução do concreto armado, fatores como uma mão de obra de baixa qualificação, falta de conhecimento de normas e técnicas de execução e preparo, são alguns agravantes no canteiro de obras de pequeno e médio porte.

O concreto armado está presente em várias etapas da obra, as principais etapas que compõem o processo são: fundações, execução de vigas e pilares, lajes, verga e contra-vergas, esses elementos tem prazo de execução bem definidos, bem como, cobrimentos mínimos das armaduras e se não cumpridos esses requisitos podem gerar patologias que comprometem a saúde da edificação, fazendo com que aconteçam trincas, rachaduras e fissuras ou até mesmo o colapso da edificação.

Diante disso, alguns desses itens devem ser devidamente calculados, visando melhorar a vida útil e um melhor desempenho das estruturas de concreto armado, e para isso requer que sigamos todos os procedimentos estabelecidos em normas.

A maioria das construções de pequeno e médio porte no Brasil utiliza concreto armado moldado em loco, na maioria de suas etapas construtivas, o que justifica esse trabalho acadêmico. Dessa forma, o presente trabalho pretende responder à seguinte pergunta central: Quais os cuidados para que se tenha um concreto armado dentro das especificações de resistência e qualidade técnica em conformidade com as normas vigentes?

Esse trabalho tem como objetivo demonstrar o quanto é importante saber de todos os parâmetros utilizados para a realização e execução de estruturas de concreto armado em pequenas e médias edificações visando a segurança e a saúde da edificação.

Todos os parâmetros estão e são estabelecidos por normas brasileiras que possuem as especificações necessárias para a realização e execução de projeto, são elas, a NBR-6118 Projeto de Estruturas de Concreto, NBR-6120 Cargas para Cálculo em Estrutura de Concreto, NBR-9062 Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldados, NBR-6122 Projeto e Execução de Função, NBR-15575 Norma de Desempenho, entre outras.

Assim, o objetivo geral é demonstrar parâmetros seguros para dimensionamento de estruturas de concreto armado que possam ser utilizados por micro e pequenos construtores. A partir desse objetivo, define-se como específicos: descrever os dados relacionados ao comportamento das estruturas; analisar a qualidade das obras de pequeno e

médio porte e aplicação de normas recomendadas; apresentar a importância das normatizações na construção de estruturas de pequeno e médio porte.

2. MATERIAIS E MÉTODOS / METODOLOGIA

O objetivo do trabalho é demonstrar a importância de se conhecer os procedimentos de cálculo para o dimensionamento de estrutura de concreto armado para construção de pequeno e médio porte, partindo do interesse pessoal em aprofundar sobre os conceitos e métodos a serem seguidos, nota-se que para esses tipos de construções na maioria das vezes são feitas sem um projeto estrutural adequado, assim como, não leva em conta os critérios técnicos exigidos pelas normas brasileiras vigentes. Esse tipo de situação coloca as pessoas que ali trabalham e as que vão habitar em um certo risco, pois não se tem a certeza da segurança estrutural da edificação. Contudo, esse trabalho se faz importante para descrever as condições relacionadas ao comportamento das estruturas, analisando a qualidade das obras de pequeno e médio porte e a aplicação de normas recomendadas, bem como apresentar a importância das normatizações na construção de estruturas de pequeno e médio porte. Para esse trabalho foram utilizados livros e artigos científicos como base para compor esse trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo em vista o dimensionamento de estrutura de concreto, primeiro deve-se estabelecer o conceito do que é composto essa estrutura.

Concreto armado se dá através de associação de materiais, esses materiais são o concreto simples e a armadura convenientemente colocada de modo que ambos os materiais resistam solidariamente aos esforços solicitantes, CHUST (2020).

Tal estrutura se faz necessária para dar estabilidade as edificações, pois essas edificações tem que atender aos esforços solicitantes. A construção exige primordialmente que ela suporte os esforços do próprio peso, o peso de quem vai ocupar a edificação, a força do vento e também as sobrecargas, (BORGES, 2009).

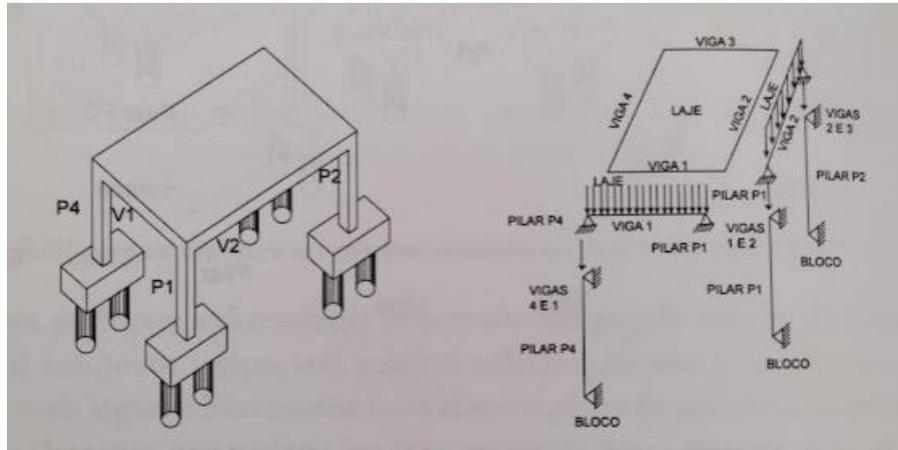
O concreto armado tem uma grande importância dentro do canteiro de obra seja ela de pequeno, médio ou grande porte. As construções de pequeno e médio porte também estão sujeitas a todas as reações aqui citadas.

Toda vulnerabilidade da estrutura para suportar um colapso acidental tem que ser analisada ainda em fase de projeto visando a economia de material, perdas de vidas, devido

a possíveis acidentes causados (CUNHA, 2001).

Alguns exemplos de elementos estruturais são: lajes, vigas, pilares, verga, contra-vergasentre outros, conforme figura abaixo:

Figura 1 – Elementos estruturais



Fonte: CHUST (2020)

Ao olharmos a figura 1 nota-se que há um conjunto de elementos trabalhando solidariamente ou individualmente para dar estabilidade a estrutura.

De acordo com Bolina (2015), uma estrutura principal de concreto armado tem que ser projetada visando atender sua condição de uso pré-estabelecida em projeto durante sua vida útil.

Para começar a fazer os cálculos dos elementos estruturais, devemos compreender o trabalho de cada elemento que vai compor a estrutura, quais os carregamentos axiais e horizontais, tipo: força do vento, peso próprio da estrutura, cargas acidentais e cargas permanentes. Esses conceitos também estão presentes em pequenas e médias construções.

De acordo com o item 14.2.1 da ABNT NBR 6118:2014, o objetivo da análise estrutural é determinar os efeitos das ações em uma estrutura, com a finalidade de efetuar verificações dos estados-limites últimos e de serviço. A análise estrutural permite estabelecer as distribuições de esforços internos, tensões, deformações e deslocamentos, em uma parte ou em toda a estrutura.

Sendo assim é preciso um conjunto de elementos para combater essas ações devido à complexidade do conjunto de esforços, as cargas serão definidas levando em conta o uso da estrutura e o tipo de material empregado, nesse caso uma estrutura de concreto armado tem como característica armadura e concreto trabalhando juntos (CHUST, 2020).

Existe alguns métodos de cálculo que são importantes na hora de definir os parâmetros de uma estrutura, o método clássico e o método do cálculo na ruptura. O método clássico consiste na determinação de solicitações de carregamento, essas forças atuantes na estrutura são chamadas de momento fletor, força cortante e força normal.

Diversas patologias aparecem devido a possíveis falhas existentes em consequência da concepção estrutural. Esses problemas podem ser oriundos de uma má elaboração de projeto preliminar, na execução do ante projeto (SOUZA, 1998).

A estrutura também está sujeita as ações do vento, essas reações devem ser consideradas na hora do dimensionamento, ações que fazem com que a estrutura se movimente no sentido horizontal. Mas, isso depende de alguns fatores para efeito de cálculo, como a determinação dos efeitos dinâmicos do vento.

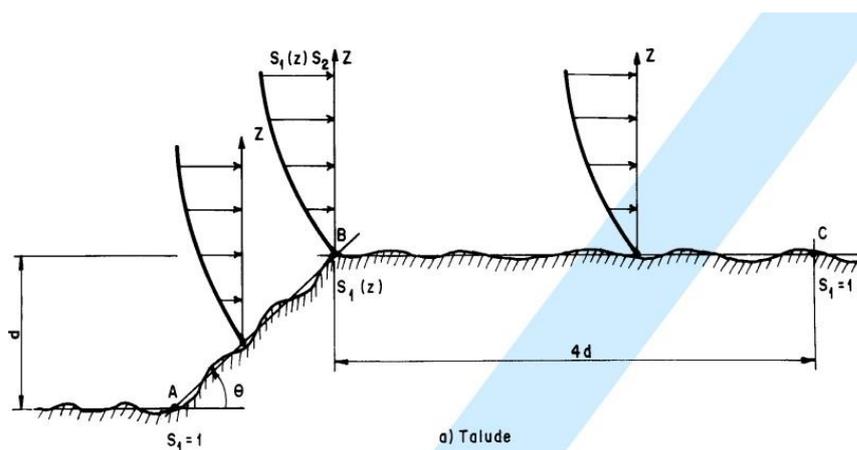
Segundo o item 5.1 da ABNT NBR 6123:1988, A velocidade básica do vento, V_0 , é a velocidade de uma rajada de 3 s, excedida em média uma vez em 50 anos; a 10m acima do terreno, em campo aberto e plano.

Sendo assim devemos adequar os fatores de carga para o cálculo de acordo com:
Fator

S_2 , esse fator considera o efeito da rigidez da torre, variação da velocidade sendo considerado a altura acima do terreno ou parte da edificação a ser considerada.

Segundo a NBR 6123 (1988) a categoria II traz uma definição de que em terrenos abertos que estejam nivelado ou próximos do nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas terá uma cota média do topo a ser considerado inferior ou igual a um metro. Cf. figura abaixo:

Figura 2 – Fator topográfico $S_1(z)$



Fonte: NBR 6123 (1988)

Segundo a ABNT NBR 15575-2:2013, para os requisitos de resistência e de estabilidade dos elementos de função estrutural, os mesmos tem que apresentar segurança contra qualquer situação de ruína, deve ser considerado as combinações de carga que se refiram ao estado-limite último.

Devemos saber a importância de todos esses métodos para garantir uma edificação segura e sem patologias de degradação da estrutura e que não coloque em risco toda a edificação.

Na própria NBR 15575 de 2013 expõe os critérios a serem obedecidos em condições de projeto, esses devem estar em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

Segundo a ABNT NBR 15575:2013, os projetos técnicos devem ser baseados e fundamentados com embasamento nas normas brasileiras e que na falta dessas normas o projetista pode consultar normas Euro Códigos.

3.1 LAJES

As lajes é um dos primeiros elementos a serem calculados na edificação, é comum em pequenas e medias construções o uso de laje do tipo pré-moldada, esse tipo de elemento é de concreto armado que é composto por vigotas e uma capa de concreto e que trabalham de maneira bi apoiadas levando em conta a sua direção sempre em relação ao menor vão da obra. Segundo Botelho (2015) deve ser feito o dimensionamento das lajes pré-moldadas seguindo a seguinte premissa, devem ser posicionadas de forma bi apoiadas e não devemos considerar engastamento.

A NBR 6118/2014 mostra que se deve se prever furos e aberturas nos elementos estruturais da laje, devendo ser verificado o efeito de deformação e resistência, sendo que na deformação, esses não podem ultrapassar os limites previsto na norma 21.3.

Tabela 13.3: Limites para o deslocamento

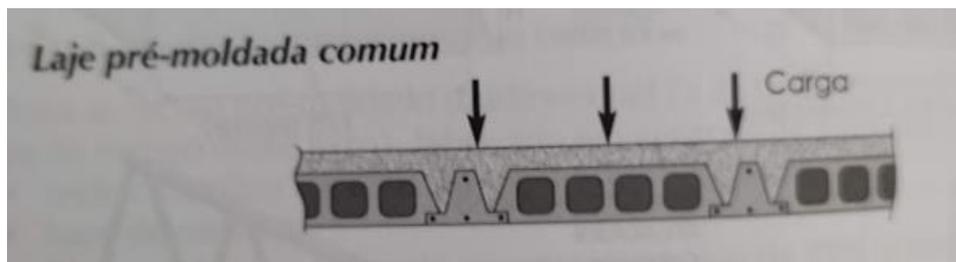
Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$l/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$l/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$l/350 + \text{contraflecha}^b$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	$l/600$
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^c$ e 10 mm e $\theta = 0,0017 \text{ rad}^d$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$l/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ($v_1 = 0,30$)	$H/1700$ e $H/850^e$ entre pavimentos ^f
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$l/400^g$ e 15 mm

Fonte: NBR 6118 (2014)

Se não for seguido os critérios de cálculos algumas patologias podem surgir na laje por conta do efeito das cargas e falta do cobrimento mínimo.

As patologias mais comuns em lajes pré-fabricadas é a deformação causada pela flecha que influencia no comportamento das vigas de borda que tracionando os pilares causando assim mau funcionamento da estrutura.

Figura 3: Representação de laje pré-moldada comum



Fonte: CHUST (2020)

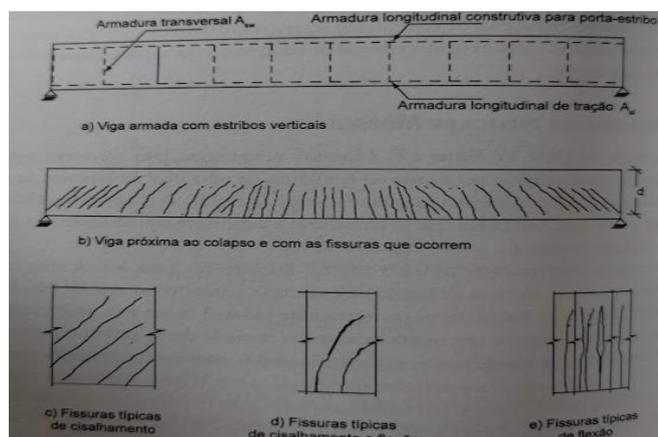
Lajes pré-moldadas tem vocação técnica com limitações, não é permitido aplicar cargas concentradas diretamente sobre elas por conta de limitações técnicas (BOTELHO, 2015).

3.2 VIGAS

Vigas tem como sua principal função receber os carregamentos oriundos da laje e transferir para os pilares, é um componente importante que em muitas construções não se obedece aos critérios mínimos de dimensões.

Os elementos de vigas são apoiados em outras vigas e também em pilares, considera para critério de cálculo as reações nos apoios iguais para um maior nível de precisão de cálculo, no caso de vigas apoiadas sobre parede (alvenaria), requer que se faça uma base de apoio que pode ser de um concreto simples ou concreto armado (BOTELHO, 2015).

Figura 4: representação de viga em diversos estados



Segundo Chust (2020), em uma viga sob flexão de momento fletor variável, atuam também forças cortantes, em toda altura da seção da viga, tensões essas também conhecidas como, tração, compressão e força normal.

Se essa viga não for dimensionada de forma correta e respeitando os coeficientes de segurança pode surgir algumas patologias ou até mesmo vim a colapsar.

3.3 PILAR

O pilar é um elemento estrutural que tem a função de levar as fundações as cargas pontuais fornecidas pela viga até a fundação, esse elemento geralmente esbelto tem como característica resistir aos esforços de compressão.

Segundo Botelho (2015), o posicionamento dos pilares deve obedecer aos seguintes requisitos de locação, posicionar nos cantos da edificação, nos pontos onde houver uma sensibilidade na estrutura de importância relevante, e em alguns cruzamentos de vigas.

3.4 FUNDAÇÃO

As fundações é outro elemento importante a ser considerado, elas têm a função de receber todo o carregamento do conjunto estrutural e descarregar no solo.

Os tipos mais comuns de fundações empregadas em construções de pequeno e médio porte são as sapatas e os radies. Esse elemento como todos os outro é projetado para trabalhar como força reativa, ações do princípio de causa de ação e reação (CINTRA, 2011).

As fundações tem um dos principais papeis dentro de um sistema de estruturas de concreto armado, pois devido ao alto carregamento de forças que chegam nesse elemento qualquer movimento que esse elemento faça pode trazer consequências de pequeno, médio e grande proporção para a edificação.

Segundo a ABNT NBR 6122:2019, há um processo que analisa a estrutura de fundação que considera sua deformidade utilizando métodos de cálculos de valores admissíveis e método de valores.

Definição de radier segundo a ABNT NBR 6122:2019, elemento de fundação rasado de rigidez para receber e distribuir mais do que 70% das cargas da estrutura (item 3.35). Definição de sapata segundo a ABNT NBR 6122:2019, elemento de fundação rasa, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim (item 3.38).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir esta produção acadêmica acerca da importância do estudo do dimensionamento de estruturas de concretos armado em pequenas e médias construções, busquei demonstrar os procedimentos que levam a explicar os critérios de projetos que ofereçam segurança as estruturas de concreto armado, haveremos de considerar os procedimentos contidos em normas técnicas brasileiras, assim como as Euro Códigos.

Entretanto, este estudo poderia ser mais aprofundado na parte de demonstração de cálculos que evidenciem a rigor todos os procedimentos seguros que venham evidenciar todos os coeficientes de segurança para o bom desempenho da estrutura.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: informação e documentação: projeto de estruturas de concreto: procedimentos. Rio de Janeiro, 2002.

BOLINA, Fabricio. Discussão sobre as ações variáveis de projeto segundo os requisitos mínimo, intermediário e superior de desempenho da ABNT NBR 15575. **Concreto & Construções**, São Paulo - SP, julho – setembro de 2015. http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista79.pdf

BOTELHO, M.H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto Armado em Te Amo, Volume 2**. 4. ed. 3. Reimpressão. São Paulo: Blucher, 2015.

CHUST, R. C.; FIGUEIREDO, F, J. R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. 4. ed. 2. Reimpressão. São Carlos: EdUFScar, 2016.

CUNHA, Albino. **Acidentes estruturais na construção civil**. São Paulo: Pini. 2001. 255p.

HELENE, Paulo R.L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992. 213 p. 2.ed.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Divisão de Edificação

MEHTA, Povindar Kumar e MONTEIRO, Paulo José Melaragno. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1999. 573 p.

RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini. 245pg. 1998

SCHNARD, Fernando. **Patologia das construções**. Porto Alegre: Sagra, 1991. 173 p.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção civil.** São Paulo:Pini.2002. 472 p.