

DAVID GRUBBA

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Para gostar e aprender



Blucher

3ª edição

David Grubba

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Para gostar e aprender

3ª edição

Materiais de construção: para gostar e aprender, 3ª edição

© 2023 David Grubba

Editora Edgard Blücher Ltda.

Publisher Edgard Blücher

Editor Eduardo Blücher

Coordenação editorial Jonas Eliakim

Produção editorial Luana Negraes

Preparação de texto Karen Daikuzono

Diagramação Roberta Pereira de Paula

Revisão de texto Maurício Katayama

Capa Leandro Cunha

Imagem da capa iStockphoto

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

contato@blucher.com.br

www.blucher.com.br

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, julho de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Grubba, David

Materiais de construção : para gostar e aprender / David Grubba. – 3. ed. – São Paulo : Blucher, 2023.

310 p. : il.

Bibliografia

ISBN 978-65-5506-794-1

1. Materiais de construção 2. Construção civil
3. Engenharia de materiais I. Título.

23-0503

CDD 691

Índice para catálogo sistemático:

1. Materiais de construção

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	13
2. CONCEITOS BÁSICOS	19
2.1 Introdução	20
2.2 Resistência	21
2.3 Deformação	25
2.4 Propriedades térmicas	29
2.5 Massa específica	30
2.6 Propriedades químicas	32
2.7 Ensaio de laboratório	33
Material extra	36
Exercícios de fixação	36
3. AGREGADOS	39
3.1 Areia natural	40
3.2 Cascalho	41
3.3 Pedra britada	41

3.4	Argila expandida	46
3.5	Vermiculita expandida	47
3.6	Classificação	48
3.7	Caracterização	49
	Material extra	60
	Exercícios de fixação	61
4.	AGLOMERANTES E DRYWALL	63
4.1	Introdução	64
4.2	Classificação	64
4.3	Argila	65
4.4	Cal	66
4.5	Gesso	69
4.6	Drywall	72
	Exercícios de fixação	76
5.	CIMENTO PORTLAND	79
5.1	Consumo de cimento	80
5.2	Fabricação	80
5.3	Caracterização	83
5.4	Tipos de CP	96
5.5	Formas de expedição	100
5.6	Estocagem	101
	Material extra	101
	Exercícios de fixação	102
6.	CONCRETO: INTRODUÇÃO	105
6.1	Introdução	106
6.2	Concreto romano	107
6.3	Composição	107
6.4	Matérias-primas	111

Material extra	116
Exercícios de fixação	116
7. CONCRETO: PROPRIEDADES	119
7.1 Concreto fresco	120
7.2 Concreto endurecido	128
Material extra	147
Exercícios de fixação	147
8. CONCRETO: EXECUÇÃO	151
8.1 Preparo prévio	152
8.2 Produção	155
8.3 Transporte e lançamento	159
8.4 Adensamento	164
8.5 Cura	165
8.6 Controle tecnológico	167
Material extra	169
Exercícios de fixação	169
9. CONCRETOS ESPECIAIS	171
9.1 Concreto translúcido	172
9.2 Concreto permeável	172
9.3 Concreto de alta resistência (CAR)	173
9.4 Concreto de alto desempenho (CAD)	175
9.5 Concreto flexível	175
9.6 Concreto autoadensável (CAA)	175
9.7 Concreto compactado com rolo (CCR)	177
9.8 Concreto projetado	178
9.9 Concretos leves	179
9.10 Concreto autorregenerativo	181
Exercícios de fixação	182

10. MADEIRA	185
10.1 Introdução	186
10.2 Mitos e fatos	187
10.3 Composição	196
10.4 Madeira maciça	198
10.5 Propriedades	202
10.6 Classificação	206
10.7 Saiba mais	208
Material extra	208
Exercícios de fixação	209
11. MADEIRAS TRANSFORMADAS	211
11.1 Introdução	212
11.2 Vantagens e desvantagens	212
11.3 Madeiras engenheiradas	213
11.4 Painéis de madeira	218
11.5 OSB	223
11.6 <i>Light wood frame</i>	225
Exercícios de fixação	227
12. MATERIAIS ASFÁLTICOS	229
12.1 Introdução	230
12.2 CAP e CBUQ	231
12.3 Asfalto diluído	232
12.4 Emulsão asfáltica	233
12.5 Asfalto borracha	233
12.6 Mantas asfálticas	234
Material extra	235
Exercícios de fixação	236

13. ARGAMASSA	237
13.1 Matérias-primas	238
13.2 Traço	239
13.3 Formas de preparo	239
13.4 Tipos	241
13.5 Propriedades da argamassa	247
Material extra	252
Exercícios de fixação	252
14. MATERIAIS CERÂMICOS	255
14.1 Introdução	256
14.2 Definições	257
14.3 Fabricação	257
14.4 Tipos	258
Material extra	265
Exercícios de fixação	265
15. METAIS	267
15.1 Conceitos básicos	268
15.2 Ferro	269
15.3 Aço	273
15.4 Metais não ferrosos	283
Exercícios de fixação	285
16. VIDROS	287
16.1 Introdução	288
16.2 Composição	289
16.3 Fabricação do vidro comum	289
16.4 Radiação solar	290
16.5 Tipos de vidro	290
Exercícios de fixação	294

CONSIDERAÇÃO FINAL	295
GABARITO	297
REFERÊNCIAS	303
Crédito de bancos de imagens licenciadas e bancos Creative Commons	308

CAPÍTULO 1

Introdução



Figura 1.1 – Segundo a Sociedade Americana de Engenheiros Civis, a Golden Gate Bridge é considerada uma das Sete Maravilhas do Mundo Moderno.

Fonte: Canstock

Você sabe dizer o que casas, prédios, ferrovias, pontes, viadutos, barragens, aeroportos, metrô e portos têm em comum?



Figura 1.2 – Independentemente do tipo de obra, os materiais de construção empregados são praticamente os mesmos (cimento, areia, brita, concreto, aço etc.). (Ver alguns exemplos nas próximas figuras.)



Figura 1.3 – Burj Khalifa, em Dubai. Ao longo de seus 163 andares (828 m), o Burj Khalifa consumiu 330 mil m³ de concreto, 55 mil toneladas de aço e 28 mil painéis de vidro.



Figura 1.4 – Itaipu Binacional. Em um único dia, no pico da obra, foram lançados cerca de 7 mil m³ de concreto, o equivalente ao volume de 900 caminhões-betoneira. O total de concreto consumido superou 12 milhões de m³.

Fonte: Pixabay



Figura 1.5 – Ferrovia Norte-Sul. As obras da Ferrovia Norte-Sul consumiram mais de 2,5 milhões de dormentes de concreto, 170 mil toneladas de aço para os trilhos e 3,5 milhões de m³ de brita para o lastro.



Figura 1.6 – O estudo de materiais de construção deve ser uma constante na sua vida profissional.

Fonte: Canstock

Novidades desta edição: vídeos, exercícios e novos capítulos.

Para projetar e construir grandes ou pequenas obras, é necessário que você conheça o comportamento dos materiais de construção. Com isso, você poderá escolher o melhor material para cada caso. Para tanto, espero contribuir com o seu aprendizado.

Este livro é uma introdução ao estudo de materiais de construção, portanto não temos a intenção de esgotar um assunto tão amplo. O propósito maior é apresentar os materiais de uma forma descomplicada, didática e prática para despertar o seu interesse em aprender cada vez mais sobre o tema.

Ao longo deste livro, vamos conversar sobre vários materiais, como agregados, cimentos, concretos, argamassas, metais, materiais betuminosos, vidros, aglomerantes e madeiras.

Para deixar o estudo mais interessante, você poderá assistir a **videoaulas** sobre a maioria dos assuntos (os links estão no final de cada capítulo). Qualquer dúvida, você poderá escrever nos **comentários** dos vídeos. Assim, poderei respondê-las ao longo do tempo.

Bons estudos!

CAPÍTULO 2

Conceitos básicos



Figura 2.1 – Você já parou para pensar o porquê de usarmos tantos materiais diferentes nas obras?

Fonte: Canstock

Neste capítulo, abordaremos de modo breve algumas dessas propriedades, dando maior destaque às propriedades mecânicas, ou seja, aquelas que definem o comportamento do material quando submetido a tensões e deformações.



Figura 2.3 – A corda está sofrendo uma tensão de tração.

Fonte: Canstock

2.2 RESISTÊNCIA

A resistência mecânica de um material tem a ver com a sua capacidade de suportar tensões sem se romper.

Nós chamamos de **tensão** (σ) a divisão da força pela área de contato.

$$\sigma = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Cada material apresenta um limite de tensão que consegue suportar. Quando a tensão aplicada supera a resistência, o material tende a se romper. Diante disso, podemos falar que o valor da resistência mecânica é numericamente igual à tensão máxima que o material suporta antes da ruptura.



Figura 2.4 – Quando a tensão aplicada supera a resistência do material, ele tende a se romper.

Fonte: Canstock



Figura 2.5 – Como a área de contato da agulha é muito pequena, qualquer força causa uma grande tensão.

Fonte: Canstock

$$\text{Tensão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Vemos que quanto menor a área de contato, maior será a tensão gerada.
Ver o exemplo da injeção.

Para ficar mais fácil entender o conceito de tensão, imagine se a agulha da injeção possuísse o diâmetro de um dedo. O profissional de enfermagem não conseguiria furar a sua pele com facilidade. Mesmo se aplicasse uma grande força, a tensão não seria tão alta. No caso real, como a ponta da agulha tem uma área bem pequena, qualquer mínima força causa uma grande tensão, suficiente para perfurar a pele.

Como os “mágicos” não se machucam ao se deitarem em camas cheias de pregos pontiagudos?

Não é mágica, é apenas física. Quanto mais pregos existem na cama, menos dor sente o indivíduo, pois a área de contato aumenta e, conseqüentemente, a tensão sob a pele diminui.



Figura 2.6 – Corpo de prova rompido à compressão.

Unidades:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ kgf/cm}^2$$

2.2.1 UNIDADES

O Pascal (Pa) é a unidade de tensão do Sistema Internacional de Unidades. Um Mega-Pascal (MPa) é igual a 1 milhão de Pa. Outra unidade de tensão é o kgf/cm².

2.2.2 ENSAIO

Para determinar a resistência mecânica de um determinado material, geralmente realizamos ensaios em corpos de prova.

Exemplo: Um corpo de prova de concreto de área transversal igual a 78,5 cm² rompeu com uma carga de 19.625 kgf. Qual é a resistência (tensão de ruptura)?

$$\sigma = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} = \frac{19625}{78,5} = 250$$

A resistência à compressão do concreto foi de 250 kgf/cm² (25 MPa). Assim, ele se rompeu quando cada cm² foi comprimido com uma força de 250 kgf.

2.2.3 TIPOS DE TENSÃO

Uma força pode ser aplicada num determinado objeto de diferentes maneiras, acarretando diferentes tipos de tensão (tração, compressão, flexão, cisalhamento e torção).

Nós já vimos dois tipos de tensão: a corda sendo rompida à tração e o concreto sendo rompido à compressão. A tração e a compressão são tensões chamadas de normais, pois agem perpendicularmente à área da seção transversal da peça.

A tensão de torção ocorre quando tentamos girar uma seção da peça sobre seu eixo.

A tensão de cisalhamento ocorre quando tentamos cortar um material. É um tipo de tensão tangencial.

A tensão de flexão ocorre, por exemplo, quando curvamos uma régua de plástico.

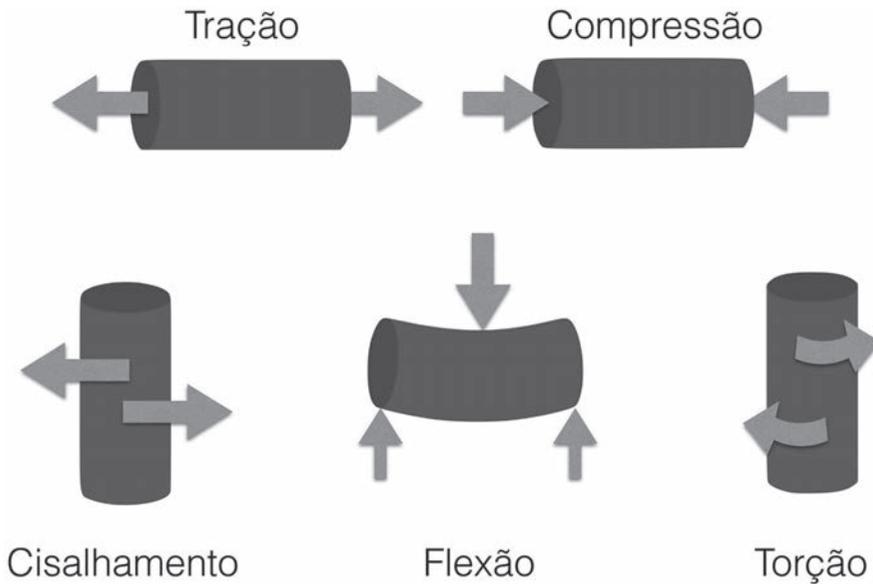


Figura 2.7 – Exemplo de tipos de tensão.

2.3 DEFORMAÇÃO

Quando aplicamos uma tensão em um determinado material, ele tende a se deformar. A forma da deformação varia conforme o tipo de tensão. Por exemplo, a tração causa um alongamento, enquanto a compressão provoca um encurtamento.

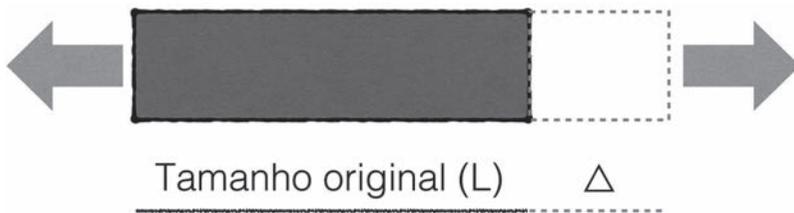


Figura 2.8 – Tensões causam deformações.

A relação entre a mudança de tamanho (Δ) e o tamanho original (L) é chamada de deformação. A deformação é adimensional, visto que dividimos duas unidades iguais.

$$\epsilon = \frac{\Delta}{L}$$

Exemplo: Uma barra de 120 cm, submetida a uma tensão de tração, alongou 24 cm. Qual é o valor da deformação?

$$\varepsilon = \frac{24 \text{ cm}}{120 \text{ cm}} = 0,20$$

A barra deformou 20% em relação ao comprimento original.

Os materiais que se rompem após sofrerem grandes deformações são chamados de **dúcteis**. Os materiais que se fraturam com pouca deformação são chamados de **frágeis**.

O que você acha melhor: um material pouco deformável ou que se deforma?

No caso de materiais **frágeis**, que se deformam pouco na ruptura, como é o caso do concreto simples, a estrutura não dá nenhum sinal visual que irá entrar em colapso. Sua ruptura se dá de maneira repentina, dificultando a tomada de medidas preventivas.



Figura 2.9 – O uso de concreto armado apresenta uma ruptura menos frágil em função do emprego do aço.

No caso de materiais **dúcteis**, como os metais, a ruptura é precedida de uma grande deformação, o que invoca a sensação de perigo iminente, permitindo que sejam tomadas as atitudes necessárias.

2.3.1 ELASTICIDADE E PLASTICIDADE

Quando é aplicada uma força num material, ele se deforma. Mas o que ocorre quando a força é retirada?

Elasticidade é a capacidade de o material recuperar o tamanho original após a retirada da força.



Figura 2.10 – Uma mola é um exemplo de material elástico.

Plasticidade, ao contrário da elasticidade, é a propriedade de o material manter o seu estado deformado, mesmo depois de cessada a força.



Figura 2.11 – A argila (“barro”) empregada pelo oleiro para fazer vasos é um exemplo de material plástico.

Fonte: Canstock

Alguns materiais apresentam comportamento elástico, enquanto outros agem de forma plástica.

A mola é um exemplo clássico de corpo elástico. Quando aplicamos uma força, ela se deforma; e, quando retiramos o esforço, volta ao tamanho original. No entanto, se ultrapassamos certo limite de força, ou seja, esticarmos demais a mola, ela ficará deformada para sempre, isto é, apresentará uma deformação plástica.

Os materiais empregados em estruturas são dimensionados para permanecerem no estado elástico.

A fabricação de um vaso de argila (“barro”) pelo oleiro é um exemplo clássico de plasticidade. Como o barro está úmido, pode ser deformado, ou seja, moldado na forma desejada. Quando cessa a força, o formato do vaso permanece.

Outro bom exemplo de material plástico é o concreto. Por exemplo, ao pisarmos sobre uma superfície de concreto fresco, notamos que os nossos pés deformam a mistura, e as nossas pegadas permanecem moldadas no concreto endurecido.

2.4 PROPRIEDADES TÉRMICAS

As propriedades térmicas determinam o comportamento dos materiais quando submetidos a variações de temperaturas. A seguir, vamos rever alguns conceitos simples.

2.4.1 PONTO DE FUSÃO

O ponto de fusão se refere à temperatura em que um determinado material passa do estado sólido para o estado líquido.

Quando tratamos de metais, a determinação do ponto de fusão é de extrema importância. O alumínio, por exemplo, é fundido a aproximadamente 660 °C, enquanto o ferro necessita de uma temperatura muito maior, cerca de 1.500 °C.



Figura 2.12 – Metal fundido.

Fonte: Canstock

2.4.2 DILATAÇÃO TÉRMICA

A dilatação térmica é a propriedade de os materiais alterarem suas dimensões quando submetidos a variações de temperatura. Em função dessa propriedade, as estruturas devem apresentar juntas, isto é, pequenos espaços que permitam a dilatação nos dias de calor, sem causar esforços de tração nas áreas adjacentes. No caso de calçadas, pisos

e revestimentos cerâmicos é muito importante prever juntas de dilatação para evitar o surgimento de trincas.

Outro exemplo interessante acontece com as ferrovias. Como os trilhos são feitos de aço, a dilatação é extremamente alta. Assim, é necessário tomar vários cuidados durante a instalação para evitar problemas como encurvamento dos trilhos e até acidentes. As ferrovias mais antigas utilizam trilhos curtos com juntas. Contudo, isso limitava a velocidade dos trens, além de gerar um barulho excessivo. Atualmente, as ferrovias modernas utilizam trilhos longos soldados, sem juntas. Para que esses trilhos não entortem, eles precisam ser instalados em uma temperatura cuidadosamente escolhida e devem prever elementos de fixação que suportem as forças causadas pela variação de temperatura. A foto a seguir mostra o preparo para soldagem dos trilhos.



Figura 2.13 – Preparo para soldagem dos trilhos longos.

2.4.3 CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Alguns materiais são bons condutores de calor, como os metais, já outros são péssimos (isolantes), como a borracha e o isopor.

2.5 MASSA ESPECÍFICA

A massa específica é uma propriedade física muito importante. Ela mede o quão denso é um determinado material.

A massa específica é a relação entre a massa do material e o volume que ele ocupa.

$$\gamma = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$$

A massa pode ser medida por meio de uma balança. O volume de um objeto regular (prisma, cubo etc.) pode ser calculado. Já o volume de um objeto irregular é mais difícil de mensurar. Um método é colocar o corpo dentro de um recipiente com água e verificar a variação de volume (volume de fluido deslocado).

A massa específica é expressa, geralmente, nas unidades: g/cm^3 , kg/dm^3 ou ton./m^3 . Essas unidades são numericamente equivalentes, ou seja: $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ ton./m}^3$.

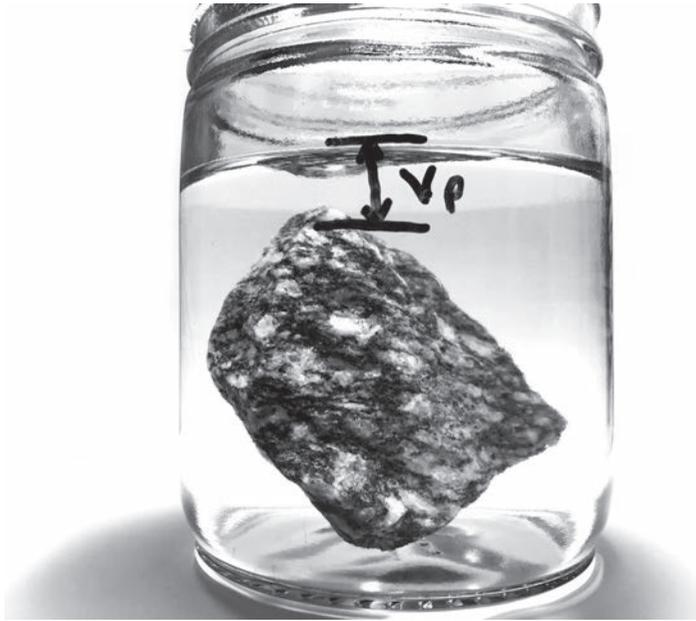


Figura 2.14 – O volume da pedra é igual ao volume do líquido deslocado.

Exemplo: Uma amostra de areia de massa igual a 500 g foi colocada num recipiente com 200 cm^3 de água. O volume da mistura de água com areia alcançou o valor de 390 cm^3 . Qual é a massa específica da areia?

$$\gamma = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} = \frac{500}{390 - 200} = 2,63$$

Assim, a massa específica é igual a $2,63 \text{ g/cm}^3$.

A título de ordem de grandeza, a próxima tabela mostra as massas específicas aproximadas de alguns materiais em condições normais de temperatura e pressão.

Tabela 2.1 – Exemplos de massas específicas (g/cm³)

Material	Massa específica (g/cm ³)
Água	1
Cimento Portland	3,1
Concreto convencional	2,2 a 2,4
Aço	7,8
Alumínio	2,7
Chumbo	11,3
Ouro	19,3

2.6 PROPRIEDADES QUÍMICAS

Ao contrário do que ocorre com as propriedades físicas, as propriedades químicas são marcadas por mudanças na composição do material, ou seja, uma substância se transforma em outra(s).

A **combustibilidade** é um exemplo de propriedade química. Alguns materiais apresentam essa propriedade, como a gasolina, enquanto outros não a possuem, como a água.

Outra propriedade química é a **oxidação**. Oxidação nada mais é do que um material se combinar com o oxigênio, formando um óxido. O ar, auxiliado pela água, pode destruir até o ferro e o aço, ou seja, alguns dos materiais mais fortes empregados na construção civil.

Em poucas palavras, o ferro e o aço, sem proteção, quando expostos ao ar, oxidam (“enferrujam”). Esse processo é acelerado pela presença de água ou umidade. O óxido de ferro (ferrugem) assume uma coloração avermelhada.

Nas áreas afetadas pela ferrugem, o metal começa a perder densidade (expandir) e se esfarelar da superfície para o centro, iniciando um **processo corrosivo**, que, se não for contido, pode levar à degradação total do aço.

De modo simples, a palavra corroer significa roer aos poucos e destruir progressivamente. A corrosão das barras de aço presentes no concreto armado causa uma série de danos à resistência, durabilidade e segurança da estrutura.



Figura 2.15 – Concreto armado com barras de aço corroídas.

Fonte: Bengston/Flickr

Com a expansão do aço oxidado, são geradas tensões de tração no concreto que podem provocar sua fissuração ou até o destacamento de partes da superfície do concreto, expondo ainda mais o aço ao ambiente. Além disso, a oxidação leva ao aparecimento de manchas avermelhadas, à diminuição da aderência das barras com o concreto e à redução da área de aço resistente, podendo causar o colapso da estrutura.

Para evitar os efeitos danosos da corrosão, é importante que sejam tomados diversos cuidados no projeto e na execução da obra.

2.7 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Como podemos conhecer as propriedades dos materiais de construção? Como podemos saber se um material é adequado para determinado uso?

Quando estamos com algum problema de saúde, o médico nos prescreve alguns exames que devemos fazer em laboratórios especializados. Depois, compara os resultados dos exames com os valores padrões. Por fim, com base em todo o conhecimento teórico e prático, o médico dá o diagnóstico.

Com os materiais de construção acontece exatamente a mesma coisa. Quando queremos saber se um material é adequado para determinado uso, realizamos ou encomendamos a execução de ensaios laboratoriais que medem as propriedades físicas, químicas ou tecnológicas do material. Posteriormente, comparamos os resultados com os valores especificados no projeto ou nas normas técnicas. Por último, damos o “diagnóstico” sobre a adequação do material ao uso pretendido.



Figura 2.16 – Vista de um laboratório de campo.

Fonte: cortesia de Nilo Masukawa

Na maioria dos canteiros de obra, não são realizados todos os ensaios, nem seria lógico exigir isso. Nesses casos, o recomendado é que o engenheiro/arquiteto envie amostras para laboratórios especializados e avalie os laudos entregues. Já em obras de grande porte, como construções de rodovias, ferrovias e barragens, são montados laboratórios exclusivamente para analisar e atestar a qualidade dos materiais. A Figura 2.17 mostra um laboratório de campo.



Figura 2.17 – Laboratório de campo.

Os ensaios e os materiais devem seguir a orientação das normas técnicas. No Brasil, a entidade oficial de normalização é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

As normas da ABNT são designadas pela sigla NBR (Norma Brasileira) seguida de um número de ordem, do ano de publicação ou atualização e de seu título. Por exemplo, a ABNT NBR 12655/2022 descreve o procedimento de preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto de cimento Portland.

Observação: Ao longo deste livro, as normas técnicas foram citadas apenas para ilustrar as características dos materiais e ensaios, não eximindo os profissionais da consulta direta aos textos normativos. Além disso, as normas indicadas são as que estavam em vigor no momento da escrita do livro, e eventuais atualizações podem ser consultadas no site da ABNT.

MATERIAL EXTRA

Este capítulo apresenta videoaulas:



Qualquer dúvida, é só deixar um **comentário** nos vídeos. Na medida do possível, vou respondendo. Bons estudos!

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

A melhor maneira de saber se você aprendeu é **testando sua memória**. Assim, sugiro que você faça os exercícios de fixação **sem consultar a teoria**. Após terminar, revise os pontos que você errou ou de que não lembrava.

Obs.: O gabarito está disponível no final do livro.

2.1 Julgue as seguintes afirmativas em verdadeiro (V) ou falso (F):

1. () O valor da resistência mecânica é igual à tensão máxima que o material suporta antes da ruptura.
2. () Quanto maior a área de contato, maior a tensão produzida pela força.
3. () Um MPa equivale a cerca de 100 kgf/cm².
4. () A oxidação é um processo a partir do qual o ar pode destruir materiais resistentes como o aço.

2.2 Complete as frases a seguir:

1. Os materiais que se rompem após sofrerem grandes deformações são chamados de _____.
2. Os materiais que se rompem com pequenas deformações são chamados de _____.
3. A _____ é a capacidade de o material recuperar o tamanho original após a retirada da força.
4. A _____ é a propriedade de o material manter o seu estado deformado, mesmo depois de cessada a força.
5. A massa específica é a relação entre _____ e _____ do objeto.

2.3 Cite os 5 tipos de tensões mostrados no capítulo.

2.4 Um corpo de prova de concreto de área transversal igual a $78,5 \text{ cm}^2$ se rompeu com uma carga de 28.000 kgf. Qual é a resistência em MPa do material?

2.5 Uma barra de aço de 100 cm, submetida a uma tensão de tração, alcançou o tamanho de 130 cm. Qual é o valor da deformação?

2.6 Imagine que você é o engenheiro/arquiteto responsável por acompanhar a construção de um prédio. Explique por que você faria ensaios nos materiais.

Este livro apresenta uma introdução ao estudo dos principais materiais de construção utilizados no Brasil.

A obra foi elaborada para estudantes e profissionais de engenharia civil, arquitetura e tecnologia das edificações. Objetivo e didático, o livro conta com mais de 200 figuras e ilustrações para facilitar o entendimento. Esta terceira edição, completamente revisada e atualizada, incorpora novos capítulos, exemplos práticos, exercícios de fixação e acesso a diversas videoaulas.



www.blucher.com.br

Blucher



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

Materiais de Construção

Para gostar e aprender

David Grubba

ISBN: 9786555067941

Páginas: 310

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2023
