



**6º Simpósio Nacional da
Formação do Professor
de Matemática**

MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Vilmar Pereira de Jesus
Luis Alberto D'Afonseca



ANPMat
Associação Nacional dos Professores
de Matemática na Educação Básica

MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica

Presidente:

Marcela Luciano Vilela de Souza

Vice-Presidente:

Sérgio Augusto Amaral Lopes

Diretores:

Ana Luiza de Freitas Kessler

Raquel Bodart

Aroldo Eduardo Athias Rodrigues

Sumaia Almeida Ramos

6º Simpósio Nacional da Formação do Professor de Matemática

Comissão Organizadora:

Ana Luiza de Freitas Kessler

Marcela Luciano Vilela de Souza

Carmen Vieira Mathias

Renata Magarinus

Edson Sidney Figueiredo

Sumaia Almeida Ramos

Karine Faverzani Magnago

Valéria de Fátima Maciel Cardoso Brum

Lidiane Buligon

Comitê Científico:

Ana Luiza de Freitas Kessler

Janice Rachelli

Carmen Vieira Mathias

Marcela Luciano Vilela de Souza

Claudia Candida Pansonato

Renata Magarinus

Comitê Editorial:

Ana Luiza de Freitas Kessler

Marcela Luciano Vilela de Souza

Aroldo Eduardo Athias Rodrigues

Mateus Gianni Fonseca

Fábio Simas

Raquel Bodart

Jaqueline Molon

Sérgio Augusto Amaral Lopes

Leonardo Barichello

Sumaia Almeida Ramos

Letícia Rangel

Vitor Amorim



**6º Simpósio Nacional da
Formação do Professor
de Matemática**

MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Vilmar Pereira de Jesus
Luis Alberto D'Afonseca

1ª edição

2025

Rio de Janeiro

Matemática na Construção Civil

Copyright © 2025 Vilmar Pereira de Jesus e Luis Alberto D'Afonseca

Direitos reservados pela Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação de direitos autorais. (Lei 9.610/98)

Projeto gráfico: Gabriel Brasil Nepomuceno

Produção editorial: Editora Pi

www.editorapi.com.br | contato@editorapi.com.br | +55 21 97748-7208

Distribuição: Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica

www.anpmat.org.br | editoraanpmat@anpmat.org.br

ISBN: 978-65-88013-31-1

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Jesus, Vilmar Pereira de
Matemática na Construção Civil [livro
eletrônico] / Vilmar Pereira de Jesus, Luis Alberto
D'Afonseca. -- Rio de Janeiro : ANPMat, 2025.
-- (6º Simpósio Nacional da Formação do Professor de
Matemática)

PDF

ISBN 978-65-88013-31-1

1. Construção civil - Matemática 2. Matemática -
Estudo e ensino I. D'Afonseca, Luis Alberto.
II. Título. III. Série.

25-263294

CDD-510

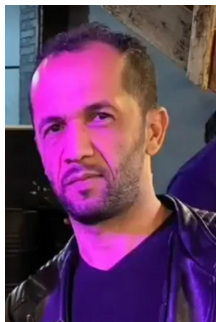
Índices para catálogo sistemático:

1. Construção civil : Matemática 510

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Sobre os autores





Vilmar Pereira de Jesus

ramlivmat@hotmail.com

Possui graduação em Matemática pela FCJP (2006) e Especialização em matemática pela FINOM (2009), bacharel em Engenharia Civil pela Faculdade Pitágoras (2016) e mestrado em Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Matemática – Profmat, CEFET-MG (2022). Desde 2005 é professor de Matemática na Educação Básica da SEE-MG. Atuou de 2016 a 2019 como professor orientador no programa OBMEP na Escola sob responsabilidade do IMPA. Em 2023 atuou como professor do IFMG em diversas disciplinas na área de engenharia.

Possui bacharelado, mestrado e doutorado em Matemática Aplicada pela UNICAMP. Atuou como pesquisador do Centro de Tecnologia da CGGVeritas, trabalhando em projetos de Imageamento do Pré-Sal. Atualmente é docente do Departamento de Matemática do CEFET-MG e membro do PROFMAT, onde busca desenvolver projetos que apresentem as aplicações da Matemática ou explorem recursos tecnológicos no ensino.



Luis Alberto D'Afonseca

luis.dafonseca@cefetmg.br

[https://sites.google.com/
view/prof-luis-dafonseca](https://sites.google.com/view/prof-luis-dafonseca)

Sumário



Sobre os autores	ii
Prefácio	x
1 Introdução	1
2 Construções	3
2.1 Um pouco de história	4
2.2 Conhecendo uma construção	8
2.3 Cuidado com a segurança nas construções	13
3 Usando o Sweet Home 3D	15
3.1 Conhecendo o programa	16
3.2 Projetando uma casa	20
3.3 Criando o segundo andar	23
3.4 Criando o telhado	24
4 Ferragens	26
4.1 Comprimento e perímetro	27
4.2 Quantidade de ferragens	28
4.3 Exercícios do Enem	35
5 Tijolos e cerâmicas	37
5.1 Proporcionalidade e área	38
5.2 Área na relação do solo com o peso das estruturas	39
5.3 Quantidade de tijolos	40
5.4 Quantidade de cerâmica	51
5.5 Exercícios do Enem	54
6 Concreto	58
6.1 Volume	59
6.2 Quantidade de concreto	61
6.3 Exercícios do Enem	65
7 Considerações finais	69
Respostas	72
A Instalando e configurando o Sweet Home 3D	73
A.1 Instalando o Sweet Home 3D	74
A.2 Como baixar móveis e objetos da internet	75

A.3 Criando vídeos	77
A.4 Recursos na internet	77

B Trabalhos similares	78
------------------------------	-----------

Índice Remissivo	84
-------------------------	-----------

Lista de Figuras



1	Oca indígena (Colaboradores da Wikipédia, 2022c) e muro de pedra geralmente utilizado em divisões de propriedades rurais.	4
2	Pirâmides do Egito (Colaboradores da Wikipédia, 2022d) e Muralha da China (Colaboradores da Wikipédia, 2022a)	5
3	Burj Khalifa, o prédio mais alto do mundo, localizado em Dubai nos Emirados Arabes (Colaboradores da Wikipédia, 2022b)	5
4	Ilhas artificiais em Dubai [9].	6
5	Orla da lagoa da Pampulha, obras de Oscar Niemeyer	6
6	Cidade Administrativa.	7
7	Três terrenos com diferentes inclinações.	8
8	Solo com suas diferentes camadas de formação.	9
9	Diferentes tipos de fundações.	10
10	Principais tipos de fundações superficiais.	10
11	Principais tipos de fundações profundas.	11
12	Exemplo de uma casa de alvenaria e concreto.	11
13	Planta baixa da casa ilustrada na Figura 12.	12
14	Parte estrutural de concreto em toda a casa.	13
15	Planta baixa, visão 3D e vista interior de uma casa gerados no Sweet Home 3D.	16
16	Ambiente de trabalho do Sweet Home 3D.	17
17	Criando uma parede.	18
18	Configurando uma parede.	18
19	Configuração geral das paredes a serem construídas.	19
20	Inserindo objetos.	20
21	Inserindo imagem de planta baixa como plano de fundo.	22
22	Inserindo piso em um cômodo.	23
23	Criando um novo nível.	23
24	Construindo paredes inclinadas especificando a altura final e inicial.	25
25	As ilustrações I, II e III, mostram respectivamente um cubo, sua planificação e o contorno da planificação, onde I simboliza o volume, II a área lateral e III o perímetro da planificação.	27
26	Circuito da Volta Internacional da Pampulha, com aproximadamente 18 km de comprimento.	28
27	Ferragem armada pronta para ser utilizada em uma construção.	28
28	Ferragem interna que será colocada em todas as estruturas de concreto como minipilar, cinta da base, pilar e cinta superior (viga).	29
29	Toda estrutura de concreto da construção.	30
30	Carga descarregada no solo através do bloco de fundação.	39
31	Região de 1 m^2 sendo preenchida com bloco retangular de 30 cm de comprimento por 20 cm de altura e seus respectivos pedaços, simulando a construção de uma parede.	41
32	Tijolo assentado com massa de aproximadamente 1cm de espessura para fixação de um tijolo com o outro tijolo.	42
33	Planta baixa.	43
34	Paredes da construção.	44

35	Cerâmica sendo instalada no piso.	52
36	Reprodução da planta baixa.	52
37	Verificamos que 1 m^3 equivale à capacidade de 1000 litros de água.	59
38	Fundação com todos os minipilares com blocos de fundação e ampliação dos mesmos. . .	61
39	Cinta de concreto em toda a base da construção com ampliação de sua seção transversal.	62
40	Estrutura com todos os pilares e sua ampliação.	63
41	Área do contrapiso calculada no Sweet Home 3D.	64
42	Verificando qual é o sistema operacional.	74
43	Baixando e instalando o Sweet Home em diferentes sistemas operacionais.	75
44	Opções de download.	75
45	Baixando com a opção “Collada File”.	76
46	Baixando objetos e salvando direto na pasta do programa.	76
47	Criando vídeos.	77

Prefácio



Em nosso dia a dia, em qualquer lugar que olhamos, sempre encontramos aplicações da Matemática. Isso, porém, nem sempre é facilmente percebido por todos. Este *e-book* pretende explicitar essas aplicações apresentando os métodos e técnicas matemáticas empregadas no cálculo de alguns materiais utilizados na Construção Civil. Esta proposta oferece soluções diretas para problemas que muitos indivíduos vão encontrar em sua vida, seja trabalhando na construção civil, planejando uma reforma ou uma construção. Acreditamos que isso seja um motivador que contribui para a aprendizagem do estudante.

Nosso objetivo é conectar a Matemática à realidade do estudante por meio de situações presentes em seu cotidiano, como cálculos de alguns materiais necessários para a construção de uma casa ou edifício. Neste contexto, falamos também de algumas partes estruturais como fundações, diferentes tipos de solos e construções.

Além disso, a Construção Civil é um ramo da economia que emprega um grande número de trabalhadores com diversos graus de escolaridade, e mesmo os indivíduos que não trabalham nesse ramo, muitas vezes, precisam tomar decisões sobre construções ou reformas. Nesse sentido, é importante saber qual a quantidade de material que será utilizado para construir determinada casa ou realizar uma reforma. Mesmo sendo uma atividade tão importante, os métodos e técnicas necessários para o cálculo de quantidades de materiais de construção são desconhecidos de muitos estudantes. Outra dificuldade, que podemos prever, é que nem todos perceberão a conexão entre os conteúdos estudados no ensino básico como: cálculos de perímetros, áreas, volumes, razões e proporções e os cálculos de materiais como quantidade de concreto, tijolos, ferragem entre outros. Podemos verificar que segundo a BNCC é possível abordar esses assuntos nas séries do ensino fundamental, como no ensino médio.

Este texto é o resultado do Mestrado Profmat defendido em 2022 por Vilmar Pereira de Jesus sob orientação de Luis Alberto D'Afonseca. O texto completo da dissertação pode ser baixado do [link](#). No levantamento bibliográfico realizado nesse projeto foram identificados outros trabalhos que abordam temas semelhantes e podem ser de interesse do leitor; listamos alguns no Apêndice B.

A importância da versão original deste trabalho foi reconhecida pela revista [Túnel](#), editada pela Secretaria de Comunicação Social do CEFET-MG, que publicou o artigo [Paredes, piso, teto e muita Matemática: um ensino aplicado](#) e pela página [Diário do Aço](#) que publicou o artigo [Apostila produzida no Cefet-MG auxilia professores de Matemática relacionando a disciplina com a construção civil](#).

Esperamos que este material seja útil para os interessados em explorar as aplicações da Matemática como uma ferramenta de motivação para o ensino.

Os autores

1

Introdução



Neste trabalho apresentaremos algumas relações entre conceitos matemáticos e as construções por meio de projetos ilustrativos, que mostrarão cada etapa de sua realização, em que aplicamos as técnicas empregadas no cálculo da quantidade de alguns materiais necessários em uma determinada construção, e iremos propor atividades/exemplos didáticas adequadas aos estudantes do ensino básico, buscando desenvolver as competências e habilidades relacionadas a [Brasil \(2018\)](#). Buscamos construir um material que possa ser utilizado pelos professores do ensino básico que busquem explorar esse tema com seus alunos. Por esse motivo, desenvolvemos um diálogo explicativo sobre cada um dos exemplos calculados. O professor interessado em utilizar esse material tem liberdade para implementar, aplicar e alterar de acordo com o nível de maturidade de cada turma.

Ao realizar a construção de uma casa, existe um leque de materiais que podem ser usados. A escolha destes materiais está tecnicamente ligada ao local ou região onde a obra será realizada. Por exemplo, imagine uma construção na região sul do Brasil onde as temperaturas são baixas e outra construção na região norte onde as temperaturas são mais elevadas, ou até mesmo uma casa às margens do rio Amazonas onde em todo período chuvoso existe a possibilidade de elevação do nível do rio. Logo, para realizar uma construção devemos observar tais especificidades e características de cada região, bem como o material a ser utilizado na construção.

Vale ressaltar que os materiais envolvidos em uma construção sofrem ações físico-químicas do ambiente com o qual estão em contato. Estas ações podem levar a uma perda de desempenho do material e, portanto, podem comprometer a possibilidade de utilização da estrutura em relação às funções para as quais foi projetada (ou seja, sua funcionalidade) ou mesmo a sua segurança estrutural [Bertolini \(2010\)](#).

Além dos aspectos referentes ao desgaste gerado pelo tempo, antes de iniciar qualquer construção, é importante fazer os cálculos dos principais materiais que serão utilizados, podendo assim fazer um prévio orçamento dos mesmos, tanto no quesito material quanto na mão de obra para realização do serviço. Assim será possível analisar sua viabilidade, principalmente referente às restrições financeiras.

É possível aplicar tais técnicas de cálculos de materiais a qualquer ano escolar, desde que os alunos tenham aprendido os conceitos de proporcionalidade, perímetro, área e volume. Como estamos abordando algo prático referente a construções, é interessante reservar uma parte do tempo para apresentação sobre as estruturas que compõem uma casa ou construção.

O Capítulo 2 – Construções aborda os tipos de construções e sua evolução ao longo da história. Em seguida, o Capítulo 3 – Usando o Sweet Home 3D apresenta o programa Sweet Home 3D que pode ser usado para criar, projetar uma casa e decorá-la.

Depois dessa introdução iniciamos efetivamente o cálculo das quantidades de materiais, onde cada capítulo explora os conceitos matemáticos e os aplica no cálculo de um tipo de material que faz parte da estrutura da obra. O Capítulo 4 – Ferragens discute os conceitos de comprimento e perímetro e os emprega no cálculo da quantidade de ferragens necessária para a estrutura de uma casa. O Capítulo 5 – Tijolos e Cerâmicas, explora os conceitos de área e proporcionalidade para o cálculo da quantidade de tijolos e cerâmicas. Por fim, o Capítulo 6 – Concreto apresenta o volume e o utiliza para o cálculo da quantidade de concreto necessária. No final de cada capítulo incluímos exercícios ilustrando como esses conceitos são cobrados no Enem.

Apresentamos também dois apêndices. O Apêndice A – Instalando e configurando o Sweet Home 3D descreve como instalar o programa, o Apêndice B – Trabalhos similares discute alguns trabalhos similares que podem ser de interesse do leitor.

2

Construções



As construções estão presentes na vida das pessoas desde a antiguidade, pois sempre houve esta busca por lugares de moradia, socialização, culto, entre outras atividades. Iniciaremos este capítulo com uma história sobre as construções. Seguindo, apresentaremos uma construção com alguns de seus aspectos técnicos que devem ser analisados e conhecidos antes de se iniciar uma obra. Por fim, alertamos sobre alguns cuidados que devemos ter para evitar acidentes no ambiente de trabalho envolvendo construção civil.

2.1 Um pouco de história

No processo de desenvolvimento e evolução histórica dos seres humanos, percebemos que existe uma busca constante destes por construções, principalmente de moradia – em alguns casos existe a utilização de meios naturais como cavernas, grutas, entre outros, para servir de abrigo. Nesses locais é possível encontrar algumas escritas e marcações, que permitem aos especialistas tirarem conclusões a respeito de seus comportamentos e meios de comunicação da época.

Nesta seção, vamos mostrar algumas construções. Construídas, geralmente, de acordo com sua realidade e necessidade, observamos a utilização de objetos presentes na natureza como capim, e até mesmo blocos de pedras, conforme Figura 1, na qual temos como exemplos as ocas indígenas e os muros de pedra, geralmente construídos em divisões de propriedades rurais ou na construção de currais.



Figura 1: Oca indígena (Colaboradores da Wikipédia, 2022c) e muro de pedra geralmente utilizado em divisões de propriedades rurais.

Com o processo de adaptação, o homem descobre a capacidade de criar seus materiais e objetos, e passa a desenvolver técnicas de construir ou lapidar blocos de pedras ou cerâmicos para erguer suas construções, que são realizadas intertravando os blocos, como o muro de pedra ilustrado anteriormente. Diversas construções destacam-se até hoje, seja pelo seu aspecto visual, estrutural ou pelos métodos construtivos utilizados. Como exemplo na Figura 2, temos as pirâmides do Egito e a muralha da China. Se observarmos essas construções em imagens mais próximas, iremos perceber que os blocos utilizados passavam por aprimoramentos (modificações), ou seja, foram lapidados para atender as necessidades arquitetônicas da obra executada.

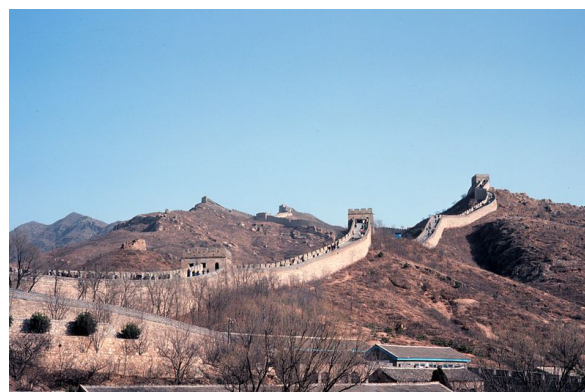


Figura 2: Pirâmides do Egito (Colaboradores da Wikipédia, 2022d) e Muralha da China (Colaboradores da Wikipédia, 2022a)

Neste sentido de adaptação e aprimoramento, tais práticas são fortalecidas através do cotidiano. Na trajetória das construções, conforme mencionado, não foi diferente. Com o passar dos tempos, o homem – além de criar suas construções com os objetos já presentes na natureza e lapidá-los – procurou meios e mecanismos para criar seus próprios blocos para utilização na construção das paredes (alvenaria), surgindo assim as construções de alvenaria autoportante, ou seja, a própria alvenaria realiza a função estrutural. Como não possui vigas e pilares ou alguma estrutura metálica de sustentação, tal situação limitava a altura das construções, pois com acúmulo de muitas camadas (andares) os blocos poderiam não resistir ao peso da estrutura.



Figura 3: Burj Khalifa, o prédio mais alto do mundo, localizado em Dubai nos Emirados Arabes (Colaboradores da Wikipédia, 2022b)

Com o passar do tempo, o homem percebe que pode utilizar o aço em suas construções e com isso ele cria mecanismos para construção de estruturas de aço que, ao serem implantadas na obra, darão mais resistência estrutural. Isso é possível porque o aço, juntamente com o concreto, é usado na construção de vigas e pilares fazendo o papel estrutural; isto é: suporta o peso da construção, cabendo à alvenaria apenas o papel de vedação do ambiente. Com técnicas e materiais cada vez mais leves e resistentes, torna-se possível a construção de edificações cada vez mais altas.

Temos como exemplo, conforme Figura 3, o prédio mais alto do mundo atualmente, o Burj Khalifa, localizado em Dubai com 828 m de altura.



Figura 4: Ilhas artificiais em Dubai [9].

Além do prédio mais alto do mundo, Dubai destaca-se no ramo das grandes construções por suas inovações na maneira de construir e aproveitar espaços antes pouco utilizados para essas características. Conforme Figura 4, com o auxílio de grandes máquinas, eles construíram ilhas em formato de palmeiras sobre o oceano próximo ao litoral, que se destacam pela complexidade na execução e aspecto visual e inovador.



(a) Iate Clube



(b) Casa do Baile



(c) Igrejainha da Pampulha



(d) Museu de Arte

Figura 5: Orla da lagoa da Pampulha, obras de Oscar Niemeyer

Com a utilização do aço e do concreto que fazem o papel estrutural de uma construção, foi possível realizar construções que estenderam o padrão preexistente, que eram formas mais planas e retas, proporcionando o surgimento de novas construções com aspectos arquitetônicos curvos. No Brasil, um exemplo dessa inovação foram as obras desenvolvidas pelo arquiteto Oscar Niemeyer, nas quais temos a presença de curvas e grandes vãos livres. Como ilustração podemos destacar em Belo Horizonte o projeto arquitetônico composto pelo conjunto de quatro obras na orla da lagoa da Pampulha, conforme Figura 5, onde temos o Iate Tênis Clube (a), a Casa do Baile (b), a Igreja São Francisco de Assis (c) e o Museu de Arte (d). O autor Ricardo Ohtake [Ohtake \(2007\)](#) destaca a importância da obra, classificando-a como a abertura de um novo caminho da arquitetura moderna, pois essas construções com traçados curvos quebraram o paradigma das construções, rompendo com as linhas retas e os ângulos ortogonais que a rigidez do funcionalismo havia imposto.

Dentre as quatro obras ao entorno da lagoa, a mais conhecida é a igreja. Popularmente chamada de Igrejinha da Pampulha, destaca-se por seu formato diferenciado, composto por quatro parábolas, sendo uma em tamanho maior que as outras três que possuem tamanhos iguais.



(a) Auditório JK e Palácio Tiradentes



(b) Dois prédios idênticos em formato curvo

Figura 6: Cidade Administrativa.

Existem outras obras do arquiteto espalhadas pela capital mineira, sendo a Cidade Administrativa, sede oficial do Governo do Estado, a mais recente, inaugurada em março de 2010. Nela temos a presença de curvas e grandes vãos livres característicos do estilo; veja a Figura 6. Observamos novamente a presença da parábola na construção do Auditório JK, ao lado do Palácio Tiradentes (a), que é o maior prédio de concreto suspenso do mundo, com vão livre de 147 m de comprimento e 26 m de largura. As outras duas edificações (b) são curvas e idênticas.

Mesmo com os avanços tecnológicos com aprimorada aplicação e utilização nas construções, com aspectos cada vez mais surpreendentes e desafiadoras, as pequenas construções, como as casas de moradia da maioria das pessoas, são feitas de alvenaria (paredes) utilizando tijolos, aços e concreto. Por esse motivo vamos considerar principalmente esse tipo de construção neste texto.

2.2 Conhecendo uma construção

Quando falamos em construção, não devemos imaginá-la somente como uma estrutura única e completamente pronta, precisamos nos atentar aos seus detalhes físicos e estruturais. Conforme Almeida (2009), uma estrutura é uma composição de uma ou mais partes, ligadas entre si, e que, apesar de receberem forças externas como vento e o próprio peso, conseguem manter o equilíbrio das construções.

Nesta seção iremos conhecer alguns detalhes que devem ser analisados antes do início da construção e as etapas presentes na execução da mesma. Abordaremos terrenos e seu declives e mostraremos algumas partes da estrutura de uma construção como fundações, blocos de fundação, pilares, cintas e vigas.

Terrenos ou lotes

O espaço onde construímos a nossa moradia, se localizado em uma região rural, é geralmente chamado de **sítio**; mas podemos usar essa mesma nomenclatura quando a localização é em região urbana ou chamarmos de **terreno** ou **lote**. Para indicar o tamanho da superfície de cada lote, a unidade de área mais utilizada é o metro quadrado (m^2).

Um aspecto importante a ser observado em um terreno é a sua **topografia** (declive e inclinação), pois dois terrenos de mesma metragem podem apresentar características completamente diferentes. Portanto, é necessário ir até o local para verificar suas reais condições de inclinação. Conforme a Figura 7, temos respectivamente um terreno plano (com nenhuma inclinação), um terreno não plano (com pouca inclinação) e um terreno íngreme (com muita inclinação).

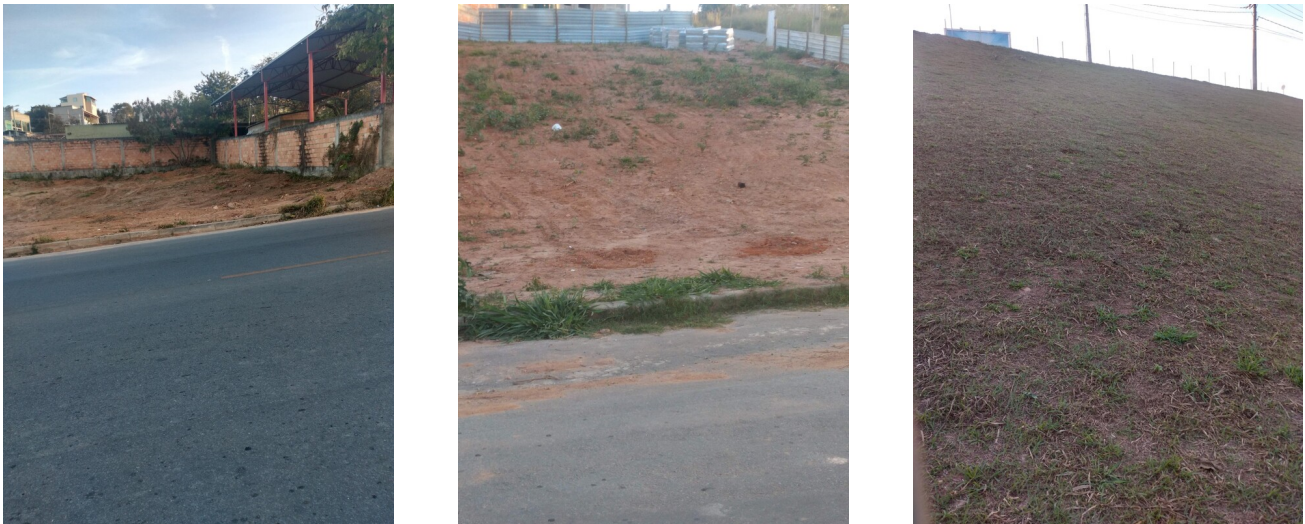


Figura 7: Três terrenos com diferentes inclinações.

Geralmente, um terreno plano é o que vai gerar menos gastos para prepará-lo para o início do empreendimento. É também importante atentarmos a outros fatores, como o nível do terreno em relação ao da rua, porque em geral as construções são realizadas em um nível superior ao da rua, para facilitar o escoamento de água da chuva e principalmente a conexão com a rede de esgoto. Por isso, mesmo se o terreno for plano, mas estiver em um nível abaixo da rua, os gastos irão aumentar significativamente na execução da obra, porque, entre tantas soluções, poderá ser feito o aterro até atingir o nível necessário, ou executar estruturas que farão a elevação do mesmo. Em ambos os casos é

necessário fazer uma preparação do ambiente. Vale ressaltar que um terreno com um desnível grande pode gerar muitos gastos na realização da obra.

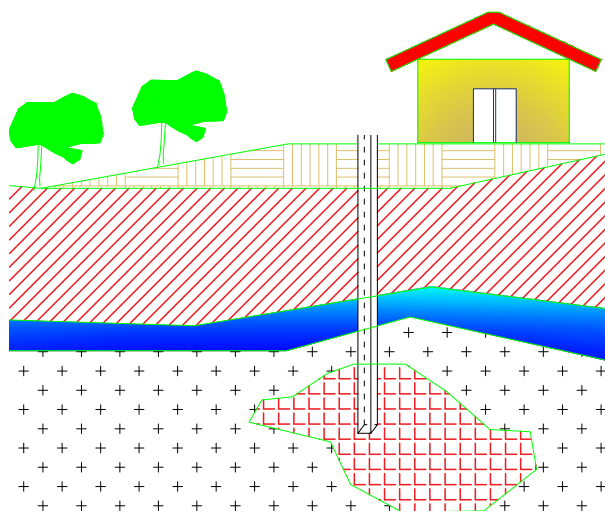


Figura 8: Solo com suas diferentes camadas de formação.

Vamos considerar que você encontrou um terreno que julga ser perfeito, pois ele é plano e pouco acima do nível da rua, e logo dará início à construção de sua casa. Antes disso, existe a necessidade de fazer o estudo da resistência do solo do terreno. Esse estudo deve ser feito para todo e qualquer terreno, pois toda construção, devido ao peso de suas estruturas, gera forças aplicadas diretamente no solo. O estudo pode ser realizado por meio de perfurações do solo com equipamentos adequados, ou algum outro meio mais tecnológico. Em ambos os casos o estudo consiste em analisar as diferentes camadas do solo, conforme Figura 8, e verificar qual é a carga (peso) que ele suporta. Na Seção 5.2 veremos mais especificações sobre o assunto, com um exemplo mostrando a relação entre a área da base de uma estrutura e a resistência do solo.

Ao construir um empreendimento sem se atentar às devidas análises e aspectos técnicos, existe o risco de todo o trabalho realizado ser perdido, pois no futuro podem surgir problemas, como rachaduras, trincas, deslizamentos, podendo até mesmo levá-lo ao colapso, causando prejuízos financeiros e pondo a vida dos moradores em risco.

Estruturas de uma construção

Apresentamos aqui alguns itens presentes na construção de uma casa. Conforme mencionado anteriormente, uma estrutura é uma composição de uma ou mais partes. Conhecendo as peças que compõem essa estrutura é possível fazer o cálculo e prever a quantidade de materiais que serão gastos, permitindo assim a realização de um orçamento com levantamento do preço dos mesmos. A estrutura que vamos analisar é constituída basicamente de concreto (bloco de fundação, pilares, cintas, vigas) e alvenaria. Saber calcular o quantitativo de materiais é importante, pois, dentre outras coisas, agilizará no procedimento durante a compra, evitando o desperdício e, conseqüentemente, reduzindo os riscos e prejuízos com a sobra excessiva ou falta dos mesmos.

As construções, de forma geral, precisam de uma base de sustentação da estrutura. Tal base é chamada de **fundação**. Existem diferentes tipos de fundações e diferentes nomes para cada uma delas. Nosso objetivo é proporcionar uma compreensão básica sobre a fundação e, portanto, vamos defini-la como sendo a parte estrutural responsável por conferir sustentabilidade à obra, tendo como função receber toda a carga (peso) estrutural e distribuí-la no terreno onde se apoiam [Velloso e Lopes \(2010\)](#). Geralmente essa parte das construções fica escondida, normalmente permanecendo abaixo do solo; veja a Figura 9.

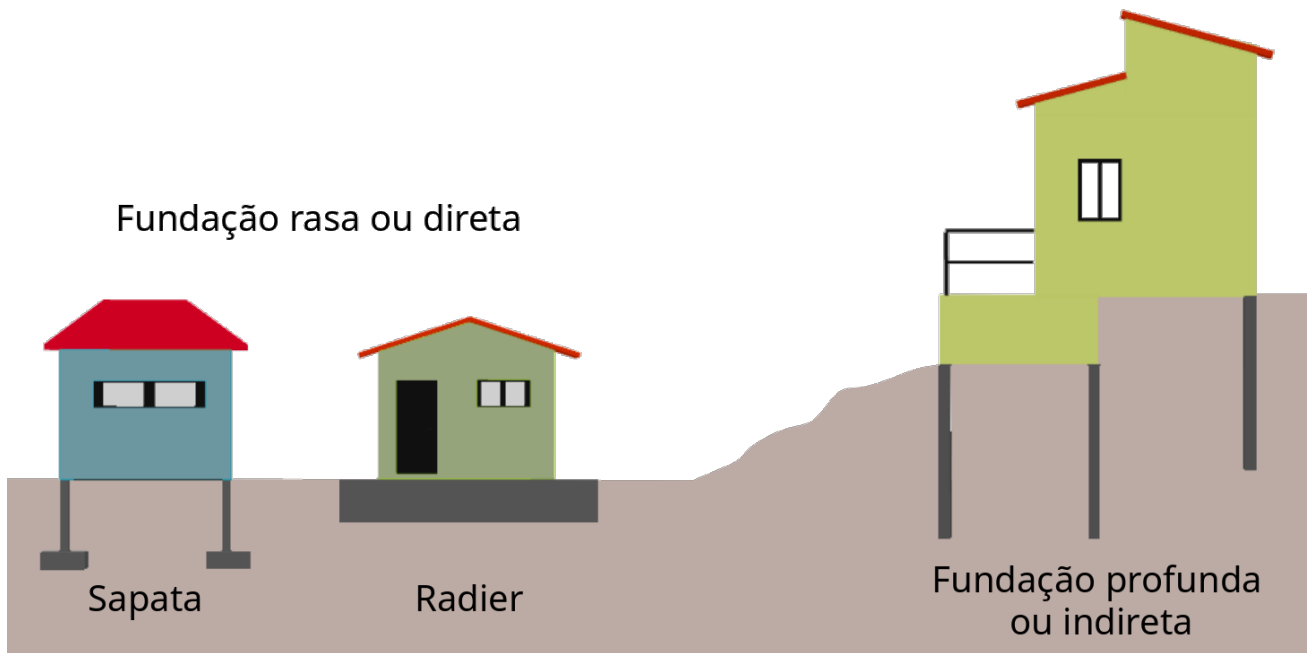


Figura 9: Diferentes tipos de fundações.

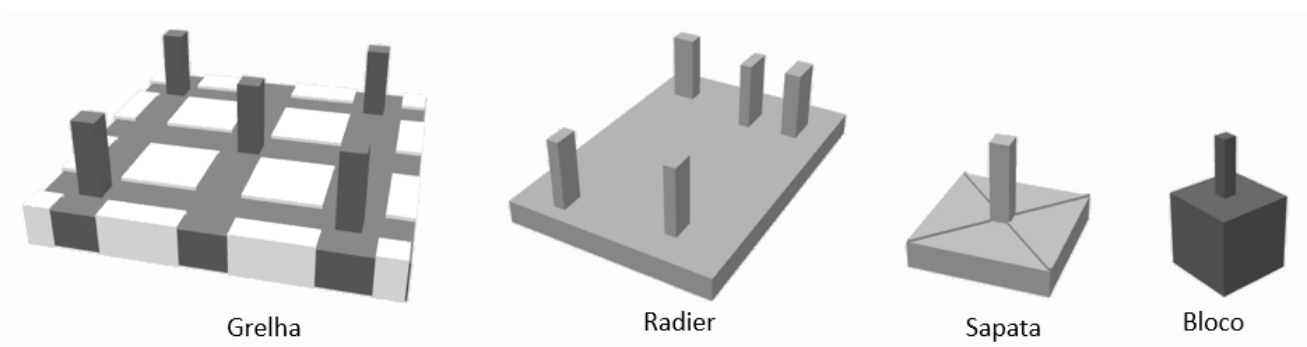


Figura 10: Principais tipos de fundações superficiais.

Todo projeto de fundação contempla as cargas aplicadas pela obra e a resposta do solo a tais solicitações. Os solos são constituídos de um conjunto de partículas com água (ou outro líquido) e ar nos espaços intermediários. As partículas, de maneira geral, encontram-se livres para se deslocar entre si ([AL., 2016](#)).

A fundação subdivide-se em dois tipos; **fundações superficiais** (diretas ou rasas) e **fundafundações profundas**. Algumas fundações superficiais mais utilizadas são do tipo grelha, *radier*, sapata e bloco, ilustradas na Figura 10. Segundo a Norma Brasileira ([NBR 6122 \(Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1996\)](#)), fundações profundas são aquelas cujas bases estão implantadas a uma profundidade

superior a duas vezes sua menor dimensão e a pelo menos 3 m de profundidade Velloso e Lopes (2010). As fundações profundas em geral são do tipo estaca, tubulão e caixão, ilustradas na Figura 11.

A fundação que iremos mostrar nos nossos próximos tópicos, indicada como Bloco na Figura 10, é constituída por duas estruturas. A estrutura cúbica é o **bloco**, enquanto que a parte que se projeta do cubo é o **minipilar**. A função do bloco, a parte mais profunda da fundação, é transmitir as cargas da construção para o solo, enquanto o minipilar conecta o bloco ao restante da construção.

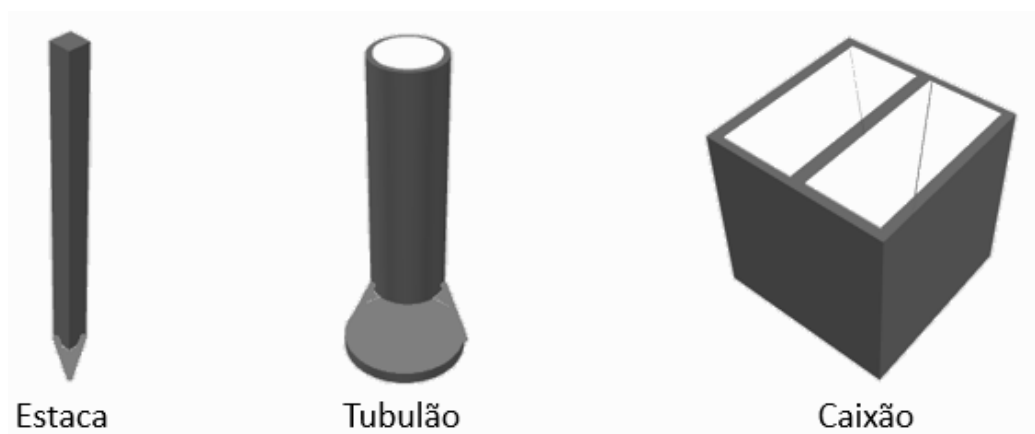


Figura 11: Principais tipos de fundações profundas.

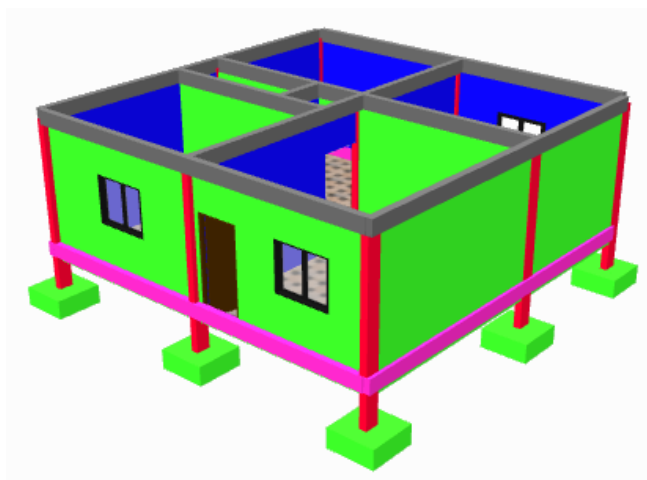


Figura 12: Exemplo de uma casa de alvenaria e concreto.

Vamos considerar hipoteticamente a casa da Figura 12. Começamos apresentando uma **planta baixa**, mostrada na Figura 13, que é a visão superior da casa. Na planta baixa não se consideram os telhados e/ou laje na demarcação das partes físicas da construção. A planta mostra-nos que a casa possui 2 quartos, 1 cozinha, 1 sala e 1 banheiro, conforme Figura 13. As linhas pontilhadas indicam a existência de um vão de passagem entre os ambientes. A espessura (largura) das paredes foi considerada como 15 cm.

A seguir identificamos e descrevemos os principais elementos contidos na planta. Para facilitar a referência aos elementos, aqui e nos próximos capítulos, foram acrescentadas letras nos encontros das paredes.

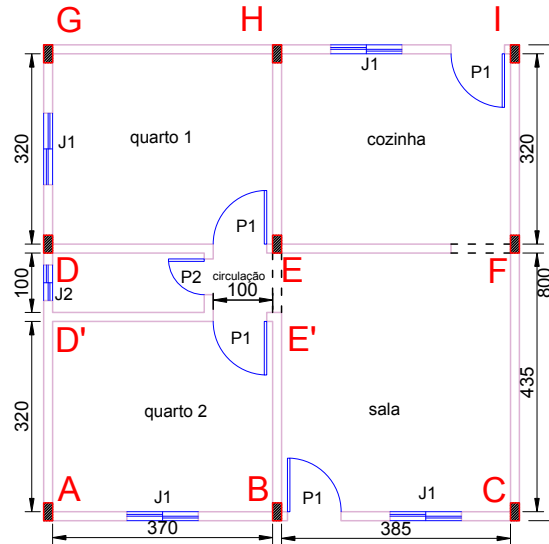


Figura 13: Planta baixa da casa ilustrada na Figura 12.

1. Os 9 pilares da casa estão representados por retângulos pretos e indicados pelas letras A, B, C, D, E, F, G, H e I.
2. As 4 janelas do tipo J1 possuem 1,20 m de comprimento por 1 m de altura. Comumente indicamos essas medidas simplesmente por 120×100 cm.
3. A janela do tipo J2 é a janela do banheiro, que mede 60×40 cm, ou seja, 60 centímetros de comprimento por 40 centímetros de altura.
4. As 4 portas do tipo P1 possuem 80 cm de largura por 2,1 m de altura ou simplesmente 80×210 cm.
5. A porta do tipo P2 é a do banheiro, e mede 60×210 cm, ou seja, 60 centímetros de largura por 2,10 metros altura.
6. Existem dois vãos livres, sendo um entre a cozinha e a sala e o outro entre a sala e os quartos e banheiro, ambos medindo 100×210 cm, ou seja, 1 metro de largura por 2,10 metros de altura. Eles são considerados portas de passagem e por esse motivo ficam abertos, logo os mesmos aparecem sem a colocação de uma porta.
7. Os pontos D' e E' são indicações que usaremos mais à frente no texto. Eles representam apenas cantos dos cômodos da casa.

A fundação dessa construção é constituída por nove blocos (Fig. 10) que transmitem as cargas estruturais ao solo. Suponhamos que a carga total da construção seja 90 toneladas. Em uma análise rápida, poderíamos supor que cada bloco receba a mesma carga. Nesse caso, teríamos $90 \div 9 = 10$ toneladas por bloco, porém, na realidade, não é isso que acontece. A carga pode variar. Em uma

mesma construção, um bloco de fundação pode receber uma quantidade maior de carga que outro. Esses valores dependem do projeto de distribuição de cargas. Geralmente os blocos de fundação do centro da construção são os que recebem maior carga, mas isso pode variar, dependendo do projeto estrutural. Por isso destacamos a importância de procurar um profissional qualificado com formação na área, quando for realizar uma construção.

A Figura 12 apresenta uma visão em três dimensões da construção descrita na planta baixa da Figura 13. Porém, essa não é a melhor representação para analisarmos sua estrutura. Para essa função usamos a Figura 14 que apresenta os detalhes das vigas, cinta da base, fundação (estaca e bloco de fundação) e até mesmo os pilares.

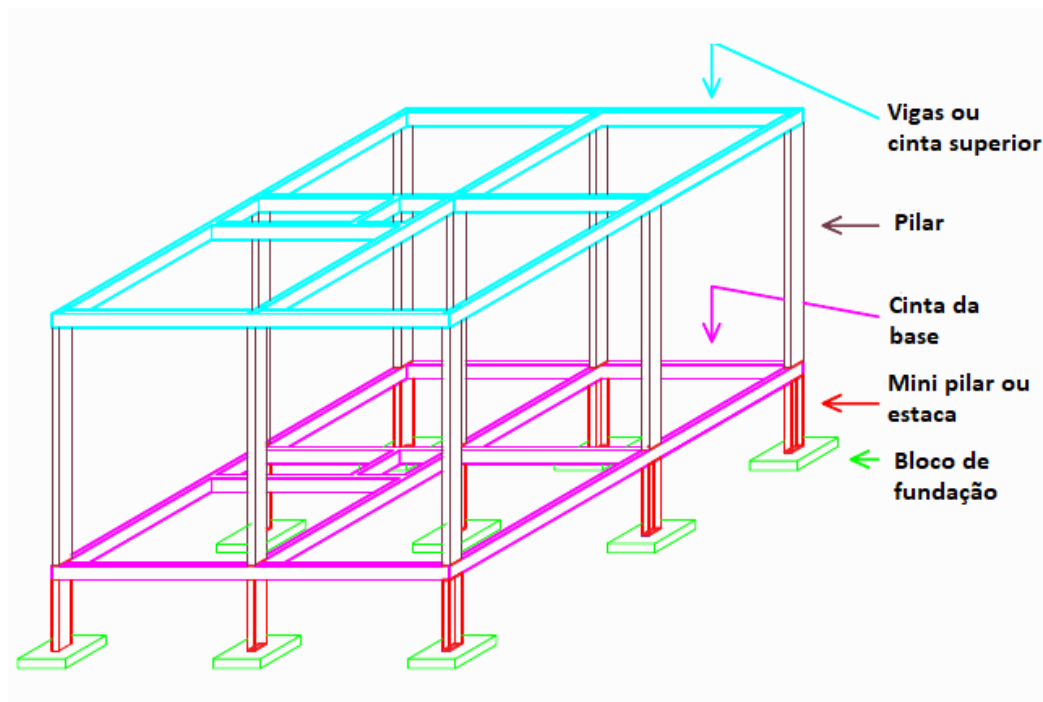


Figura 14: Parte estrutural de concreto em toda a casa.

2.3 Cuidado com a segurança nas construções

Além das especificações técnicas envolvidas no desenvolvimento de uma obra, existem outros fatores que devem ser considerados, como, por exemplo, a segurança dos trabalhadores visando evitar acidentes.

Em nosso dia a dia é comum ouvirmos noticiários referentes a acidentes na construção civil, e em muitos casos levam à perda de vidas, pois existe a presença de um número significativo de pessoas no desenvolvimento de cada etapa da obra. Independentemente se é uma obra de grande ou pequeno porte, o risco é sempre iminente.

Segundo a Associação Nacional de Medicina do Trabalho - ANAMT [EBC \(2022\)](#), um dos segmentos que mais registram acidentes no Brasil é a Construção Civil, sendo segundo em número de mortes, perdendo apenas para o transporte terrestre. Enquanto a taxa de mortalidade no trabalho no Brasil é de 5,21 mortes para cada 100 mil vínculos, na Construção Civil a taxa é de 11,76 casos para cada grupo de 100 mil. O Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT) aponta que em 2017 ocorreram 549405 acidentes de trabalho em todo o país, dos quais 30025 foram na Construção Civil. Esclarece

ainda que para reduzir os riscos de acidentes de trabalho na Construção Civil existem regras dispostas na Norma Reguladora 18 (NR-18), que tratam especificamente da saúde e segurança nesse ramo.

Imagine a construção de uma casa de um único pavimento, ou seja, com uma única laje sem outra casa por cima, com altura de aproximadamente 3 m de pé direito (altura entre o nível do piso e a laje). Você pode pensar que, por ser respectivamente baixa, não existe risco de acidente. Na verdade, o risco existe e devemos tomar todas as medidas de segurança e precauções possíveis para evitar que uma tragédia aconteça. Como exemplo iremos deixar registrado aqui um acidente que aconteceu em Presidente Prudente, no interior de São Paulo, em 16 de julho de 2020, uma parede de 3 m de altura por 20 m de comprimento, veio abaixo, matando 4 funcionários, como relata o artigo do jornal [Tomazela \(2020\)](#), publicado no *site* Terra.

Até mesmo ao fazer uma pequena escavação, existe o risco de ocorrer o deslizamento de terra causando o soterramento de pessoas, podendo levá-las ao óbito.

São tantos os acidentes em obras que seria possível escrever um livro falando sobre o assunto, mas para finalizar falaremos do rompimento da barragem de rejeito de minério ocorrido em Brumadinho-MG em 25 de janeiro de 2019. Tal rompimento causou a morte de 259 pessoas e deixou 11 desaparecidos, tornando-se o maior acidente de trabalho no Brasil, considerado um dos maiores desastres ambientais da mineração do país, após o rompimento da barragem em Mariana-MG em 05 de novembro de 2015 [Colaboradores da Wikipédia \(2019\)](#).

Podemos perceber que os acidentes em construções são constantes e muito desastrosos, levando na maioria das vezes, além de danos ambientais, à perda de vidas humanas. Por isso, independentemente se a construção é classificada como grande ou pequena, faz-se necessário a contratação de um profissional qualificado e com formação na área, visando, assim, evitar prejuízos bem maiores no futuro e até mesmo preservar vidas. Em relação à construção de uma casa, um dos responsáveis por esse tipo de empreendimento pode ser o engenheiro civil. Portanto, se for realizar uma construção, é necessário procurar um profissional capacitado e devidamente registrado nos órgãos competentes.

3

Usando o Sweet Home 3D



A tecnologia digital permite-nos realizar diversas coisas incríveis como viajar pelo mundo e conhecer lugares sem sair de casa, explorar os órgãos do corpo humano e muito mais. Neste sentido, para auxiliar na compreensão e entendimento dos cálculos matemáticos, iremos usá-la para mostrar algumas partes das estruturas de uma construção de maneira bem realista. Para isso, vamos criar representações das construções em 2D e 3D, ou seja, em duas e três dimensões. Isso será possível com o uso do programa **Sweet Home 3D**. Ele foi escolhido, pois é um programa leve, gratuito, de código aberto e pode ser instalado em diferentes sistemas operacionais. Embora seja possível utilizar o *software on-line* (sem a necessidade de nenhuma instalação), no Apêndice A apresentamos os passos para instalá-lo.

Este capítulo apresenta o Sweet Home 3D e mostra como usá-lo para construir o modelo de uma casa simples. Nosso objetivo é proporcionar ao professor a possibilidade de elaborar aulas, ilustrando as estruturas em formato 3D e a realização de cálculos matemáticos executados pelo programa. Incluímos algumas dicas no passo a passo para explorar o programa e suas diversas ferramentas. Apresentamos as funcionalidades do programa construindo uma casa a partir de uma planta baixa.

Apresentamos o uso da ferramenta, mas lembramos que é importante procurar um profissional qualificado, como um arquiteto ou engenheiro, para construir a planta baixa e aplicar suas características e detalhes técnicos, atendendo às normas e legislação vigentes.

3.1 Conhecendo o programa

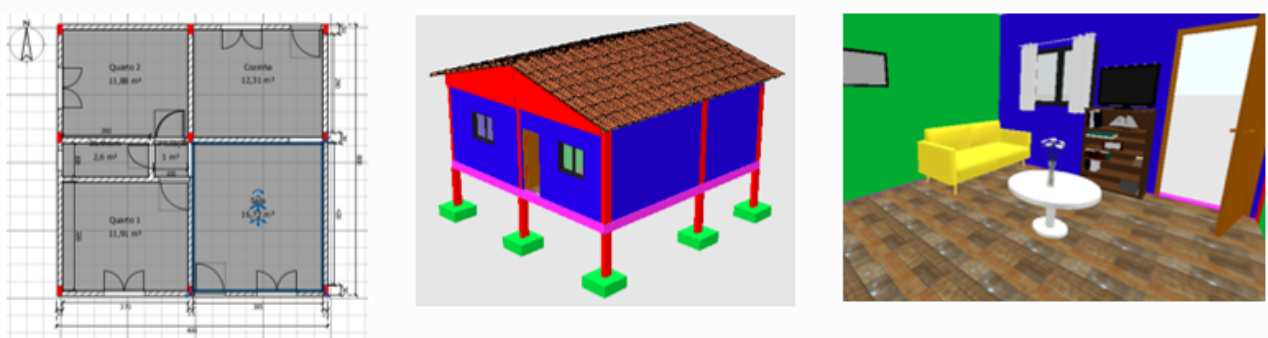


Figura 15: Planta baixa, visão 3D e vista interior de uma casa gerados no Sweet Home 3D.

Nesta etapa vamos conhecer o programa, seus ícones, suas funções e em seguida criaremos uma parede e cômodo. Além disso, iremos mostrar como mudar a visão do céu e do solo. O Sweet Home 3D, conforme indicado na Figura 15, permite-nos fazer planta baixa, ter uma visão da construção em três dimensões (3D) e vista do interior da construção. O Sweet Home 3D possibilita ainda a criação de vídeos, fazendo um passeio pela construção realizada.

Ao acessar o programa encontraremos o ambiente de trabalho, que é dividido em 4 regiões, sendo uma contendo as pastas com diversos objetos que podem ser inseridos na construção (a), outra contendo a visão 2 D (b), outra contendo a lista de objetos e itens presentes na construção (c) e outra mostrando a visão 3D (d), conforme Figura 16. Além disso, podemos observar na página inicial de trabalho do programa várias ferramentas utilizadas para auxiliar na construção. Ao posicionar o *mouse* sobre o item aparecerá a descrição de sua função.

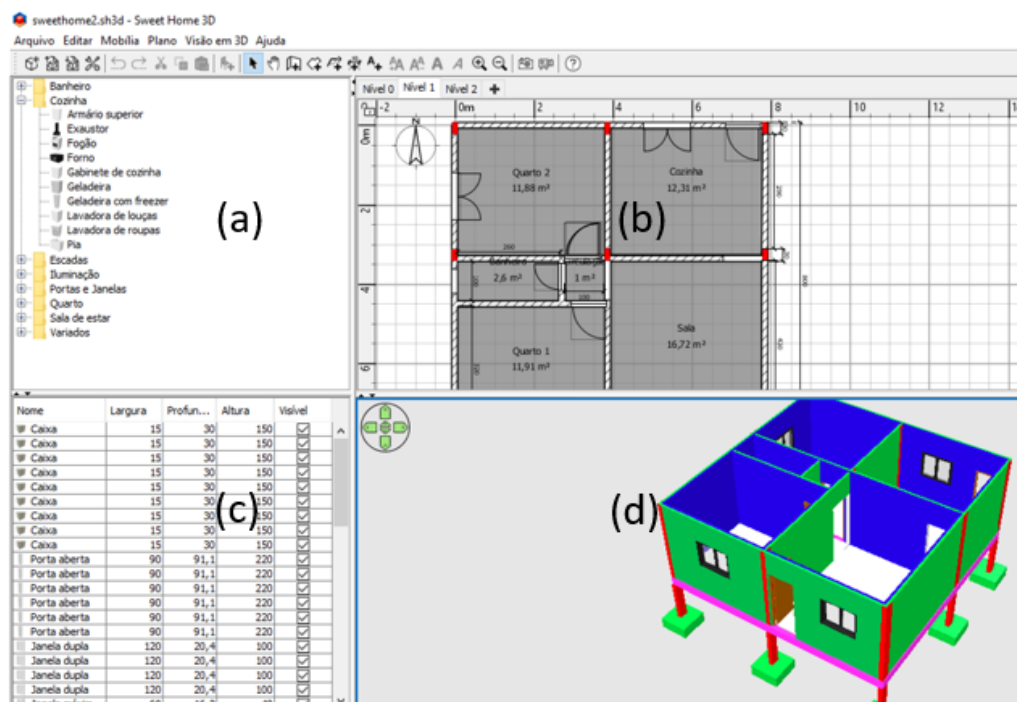


Figura 16: Ambiente de trabalho do Sweet Home 3D.

Vamos iniciar fazendo a modificação das configurações do céu e do solo, para isso clicamos em: **Visão em 3D - Modificar Visão 3D**. Isso irá abrir uma janela onde podemos escolher as opções desejadas. Quando estiver usando algum comando, por exemplo, quando desejar parar de construir a parede, clique no ícone da setinha, localizado na parte superior do programa.

A seguir explicaremos o comando sobre a criação geral de uma parede. Para criarmos paredes, clicamos na ferramenta **Criar parede**, que se encontra na parte superior da área de trabalho logo após o símbolo de uma luva, conforme indicado na Figura 17 e seguimos as orientações que aparecem. Após isso clicamos na região de trabalho (b), no ponto inicial onde desejamos iniciar, e arrastamos até onde queremos finalizar. Podemos fazer as curvas que desejarmos, para isso é só mudar a trajetória do *mouse*.

Vale ressaltar que, após construí-la, você pode clicar com o lado esquerdo do *mouse* sobre a parede, que isso fará com que fique selecionada; em seguida, clique com o lado direito do *mouse* e escolha a opção **modificar paredes**, para editá-la. Este mesmo procedimento é possível também dando um duplo clique, com o lado esquerdo do *mouse* sobre a parede, isso fará com que apareça a janela de configuração, conforme Figura 18.

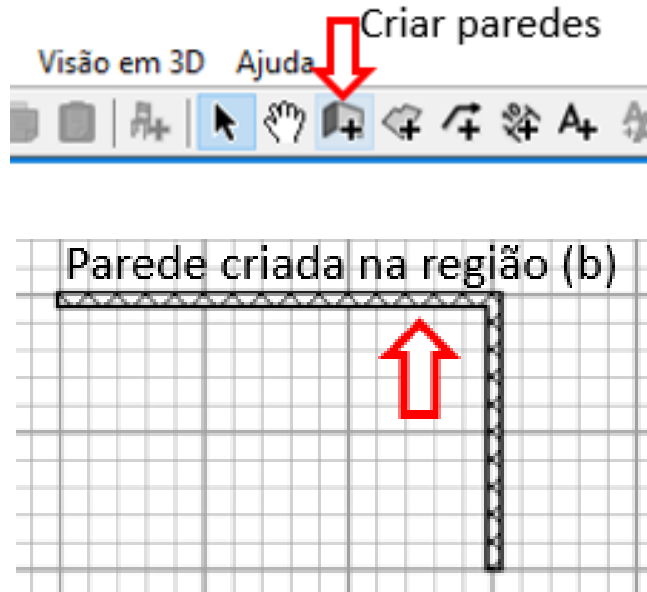


Figura 17: Criando uma parede.

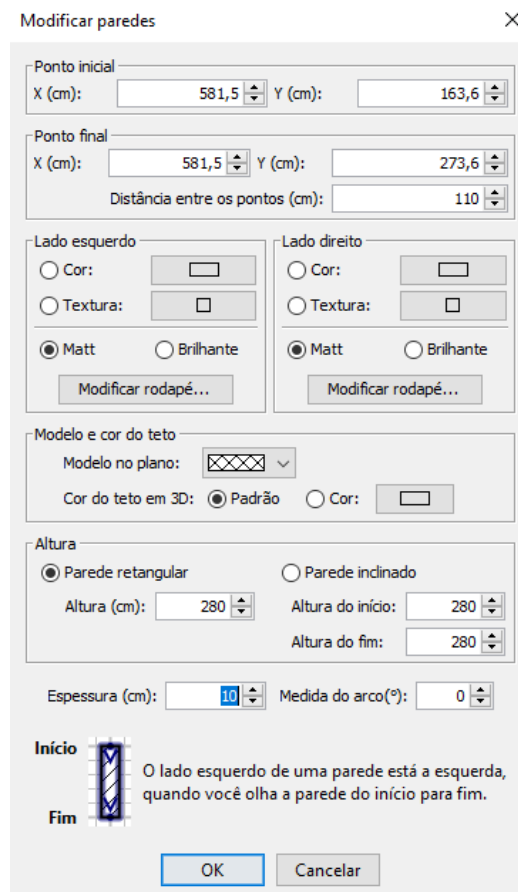


Figura 18: Configurando uma parede.

Agora vamos mostrar o caminho por meio do qual podemos mudar as espessuras e outros detalhes das paredes que serão adotadas como padrão pelo programa. Sendo assim, todas as novas paredes construídas sairão com essa configuração inicial. Para realizarmos este procedimento clicamos em: [Arquivo-Preferências](#), conforme indicado na Figura 19, e configuramos de acordo com o nosso interesse.

Para inserirmos um objeto na construção, tais como móveis, portas, janelas, escadas e outros itens, conforme ilustrado na Figura 20, procuramos nas pastas, que estão localizadas na região de trabalho (a), e em seguida clicamos sobre ele, seguramos e arrastamos até o local desejado na construção presente na região de trabalho (b). Conseguiremos uma melhor precisão no posicionamento dos objetos, se usarmos as setas do teclado do computador como controle de posição, para isso é só clicar sobre o objeto desejado e utilizá-las. Para configurarmos qualquer objeto, podemos dar um duplo clique sobre ele: isso fará com que apareça uma janela com as especificações a serem modificadas.

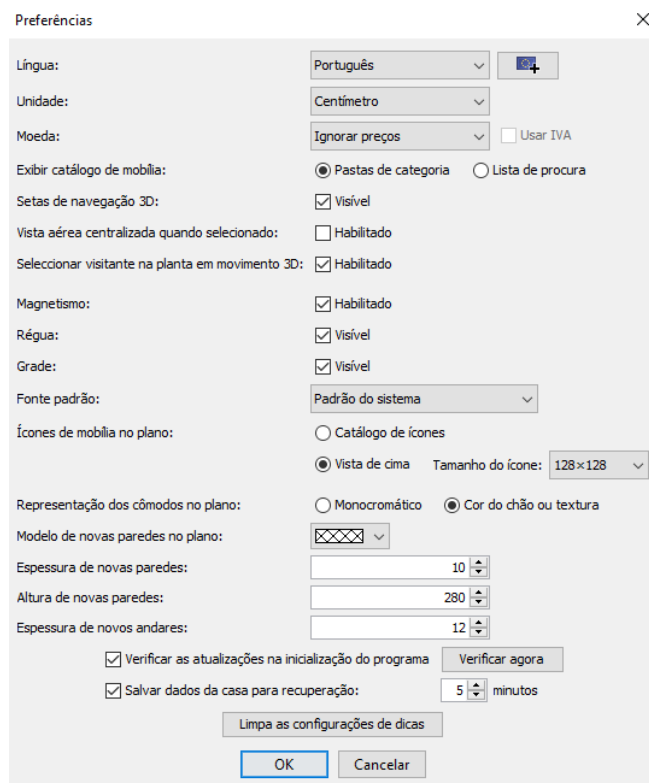


Figura 19: Configuração geral das paredes a serem construídas.

Caso esteja mexendo com vários objetos e eles estejam muito próximos ou um sobre o outro, teremos dificuldade em clicar exatamente sobre o objeto que queremos. Para solucionar esse problema, podemos deixar visível somente o que desejamos mexer; essa ação proporcionará mais comodidade para trabalharmos com o objeto desejado. Essa ação de tornar o objeto visível ou invisível está presente na região de trabalho (c) que contém a listagem dos itens utilizados.

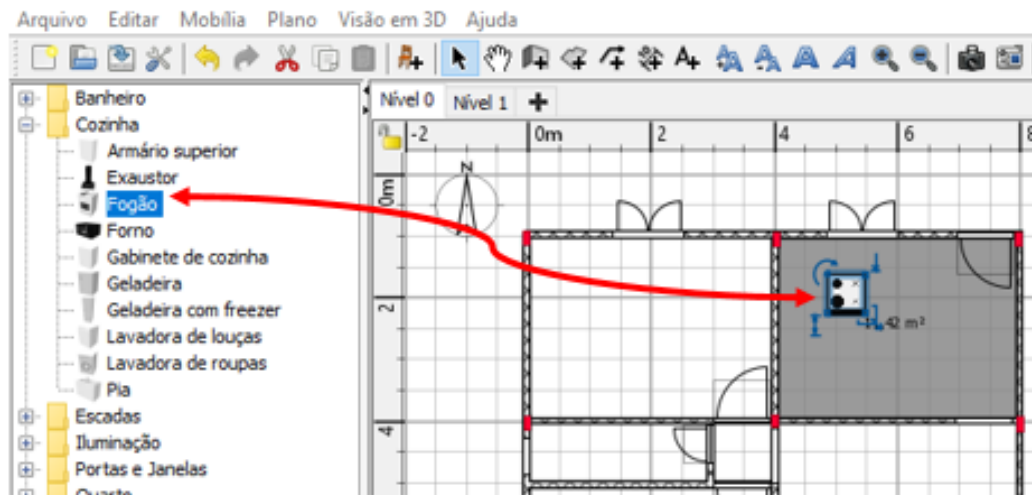


Figura 20: Inserindo objetos.

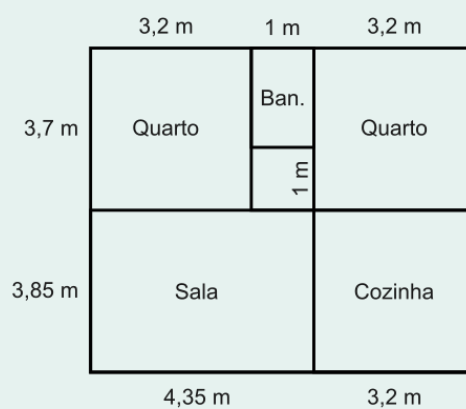
3.2 Projetando uma casa

Uma das maneiras de nos familiarizarmos com um determinado programa é a prática, por isso o exemplo a seguir explora algumas características do programa a partir de uma **planta baixa**. Porém, antes de iniciarmos a atividade, é importante destacar uma diferença entre projetos mais aplicados e exercícios típicos de livros didáticos. Nos exercícios, o enunciado deve conter todas as informações necessárias para obter a única solução correta, o aluno não pode fazer escolhas ou alterar o resultado. No mundo real, geralmente, precisamos buscar informações extras e fazer escolhas de alteram o resultado; afinal, não existe uma única casa correta.

No caso específico da atividade proposta aqui, várias informações necessárias não estão disponíveis explicitamente na planta apresentada. Essas informações devem ser buscadas pelo aluno, que muitas vezes tem o poder de fazer escolhas arbitrárias, dentro de limites aceitáveis, na construção da casa. Um exemplo é a altura das paredes, a casa vai ser construída com a altura padrão ou vai ter um pé direito mais elevado? Paredes mais altas costumam trazer maior conforto para o interior da casa, porém, são mais caras. Outra escolha arbitrária é qual modelo de portas e janelas será usado. Existem diversos modelos disponíveis no mercado, cada um com suas medidas específicas. Novamente, portas e janelas com dimensões padronizadas são mais fáceis de encontrar a custos menores, entretanto as dimensões podem ser alteradas na busca de mais conforto ou para criar um estilo específico. Para simplificar essas escolhas, ao usar o Sweet Home 3D, temos a opção de usar os valores padrão definidos no programa.

Exemplo 3.1

Observe a planta baixa ilustrada a seguir, especifique as informações faltantes e construa a casa no Sweet Home 3D.



A primeira tarefa aqui é definir as dimensões não especificadas na planta fornecida. Podemos obter estes valores com uma busca na internet, ou consultando alguém com experiência em construções. A seguir estão as escolhas feitas para esse exemplo.

1. As paredes têm 3 m de altura e 15 cm de espessura.
2. As portas e janelas podem ser colocadas onde o aluno desejar.
3. As portas têm 80 cm de largura por 210 cm de altura.
4. Exceto a porta do banheiro, que tem 60×210 cm.
5. As janelas têm elevação de 110 cm, altura de 100 cm e largura de 120 cm.
6. Exceto a janela do banheiro, que tem elevação de 170 cm e dimensões 60×40 cm.
7. Os vãos de passagem, que ligam um ambiente a outro sem colocação de portas, têm 100 cm de largura por 210 cm de altura.

Podemos iniciar a criação de uma planta baixa no próprio programa ou inserir a imagem de uma planta baixa já existente. Para inserirmos a imagem de uma planta baixa seguimos o seguinte caminho: no menu do programa, clique em: **Plano - Importar imagem de fundo**. Escolha a imagem, clique em abrir e depois em continuar.

Para inserirmos a imagem em escala correta, conforme ilustrado na Figura 21 (a), devemos posicionar a medida que aparece em azul em uma região de medida previamente conhecida; sendo assim, colocamos a medida do “comprimento da linha desenhada” no local desejado. Ampliando a imagem conseguiremos fazer um posicionamento mais preciso das medidas. Por exemplo, se for 4 m, colocamos 400, pois o programa trabalha em centímetros (cm), e clicamos em continuar. Na janela que se abriu, conforme indicado na Figura 21 (b), onde aparece **x** e **y**, podemos deixar 0 e 0 e clicamos em terminar. Após isso,

a planta baixa será inserida como fundo na imagem e podemos construir as paredes e outros detalhes desejados.

Após construirmos as paredes, para colocarmos a cerâmica ou piso devemos criar primeiro o cômodo. Para isso, clicamos na ferramenta **Criar cômodo**, que se encontra logo após a ferramenta criar parede que utilizamos anteriormente, e vamos clicando em cada ponto contornando a região desejada. Devemos finalizar o contorno da criação de cômodo no mesmo ponto em que iniciamos a construção dele.

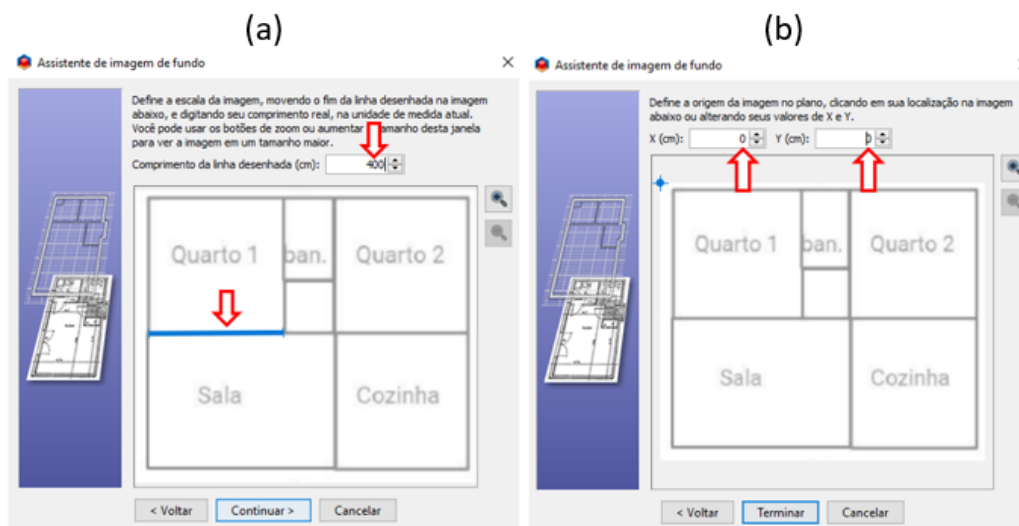


Figura 21: Inserindo imagem de planta baixa como plano de fundo.

Para colocarmos o piso, podemos dar um duplo clique sobre o cômodo criado e escolher uma cor ou textura. Vale lembrar que, conforme Figura 22 (a), caso o cômodo criado esteja contornado com paredes construídas ao seu redor, aparecerá uma janela que permite outras modificações no cômodo como teto, paredes e rodapés; caso contrário surgirá a janela, conforme Figura 22 (b). Em ambos os casos, ao clicar em textura, aparecerá uma janela conforme Figura 22 (c), onde podemos alterar sua escala, inserir uma textura existente ou importar outra imagem.

Para verificarmos o tamanho da cerâmica usamos a ferramenta: **Criar dimensões**, que está localizada um pouco à frente da ferramenta criar cômodo. Após pegar a ferramenta clicamos sobre o piso na região (b) da área de trabalho do programa e verificamos tais medidas clicando no ponto inicial e no ponto final desejado. Ampliando a visualização, teremos um posicionamento mais preciso sobre as medidas.

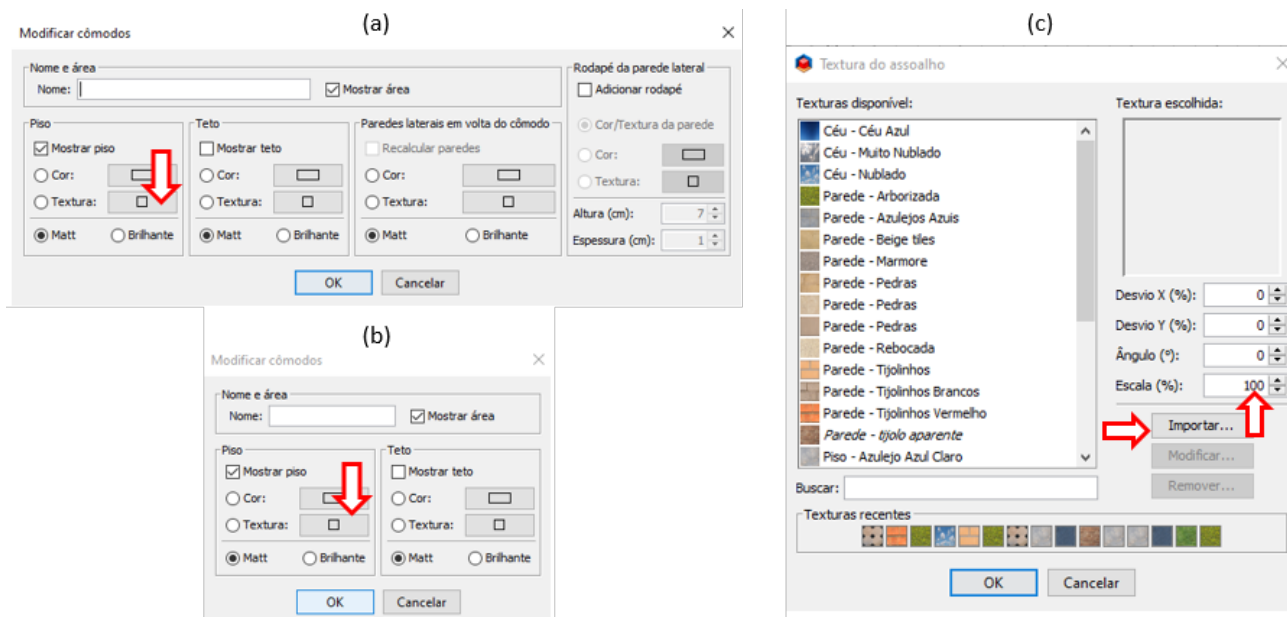


Figura 22: Inserindo piso em um cômodo.

3.3 Criando o segundo andar

Nem sempre a construção é constituída de um único pavimento, nesse sentido vamos adicionar um novo pavimento na construção. Para iniciar, na parte superior da área de trabalho do programa, clicamos em: **Plano - Adicionar nível**. Ao adicionarmos o nível, irá surgir uma nova aba, conforme indicado na Figura 23. Se clicarmos no ícone indicado pelo sinal de + que se encontra à direita da palavra Nível 1, conseguiremos adicionar novos níveis.

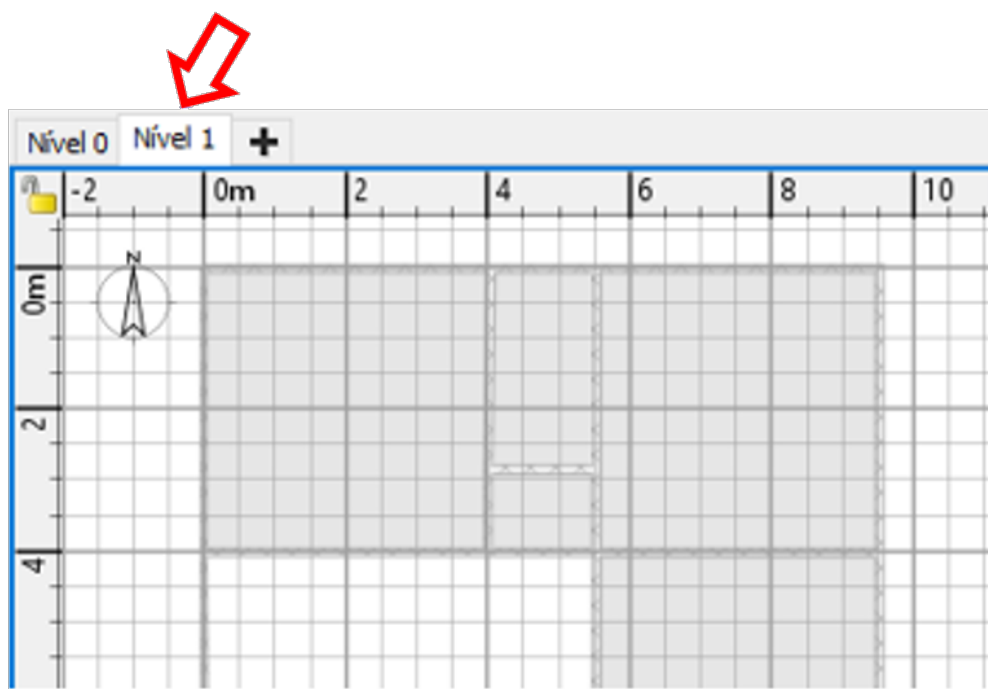


Figura 23: Criando um novo nível.

Após inserir o **Novo nível**, caso já tenha realizado alguma construção no nível anterior, é possível enxergar de maneira bem transparente o nível abaixo com suas construções, justamente para nos orientarmos na nova construção.

Para aparecer a espessura da laje na visualização 3D, devemos **Criar cômodos** utilizando a ferramenta indicada para tal função, conforme explicado na Seção 3.2.

Iremos deixar aqui uma observação: Se estivermos na **Câmera virtual**, sempre teremos uma visualização do nível em que nos encontramos. Para mostrarmos a construção completa, devemos visualizar o último nível, ou clicarmos em **Visão em 3D - Vista aérea**.

Se dermos um duplo clique sobre o Nível 1, irá aparecer informações técnicas sobre ele, permitindo assim alterar as mesmas. Mas tome cuidado, pois isso interfere nos padrões de construção. Geralmente o programa já insere um nível de acordo com suas configurações de altura da parede e laje.

3.4 Criando o telhado

Para inserirmos o telhado vamos criar um novo nível superior à região que desejamos cobrir. Com isso você poderá construir paredes inclinadas de acordo com o declive necessário para o telhado.

Ao construirmos a parede para colocar o telhado, como ela deve ser inclinada, devemos construí-la normalmente e em seguida dar um duplo clique sobre ela. Ao aparecer a janela conforme Figura 24, você poderá alterar a altura inicial e final de acordo o declive necessário.

Depois das paredes construídas é só inserirmos o telhado e darmos um duplo clique sobre ele para abrir a janela de configuração onde fazemos as modificações técnicas necessárias como inclinação e outras medidas.

Até esse momento, nas pastas existentes no programa não existe disponível o objeto telhado, não sendo possível inseri-lo na construção. Por esse motivo devemos baixar o telhado de algum *site*. Na Seção A.2 mostraremos como baixar este e outros objetos.

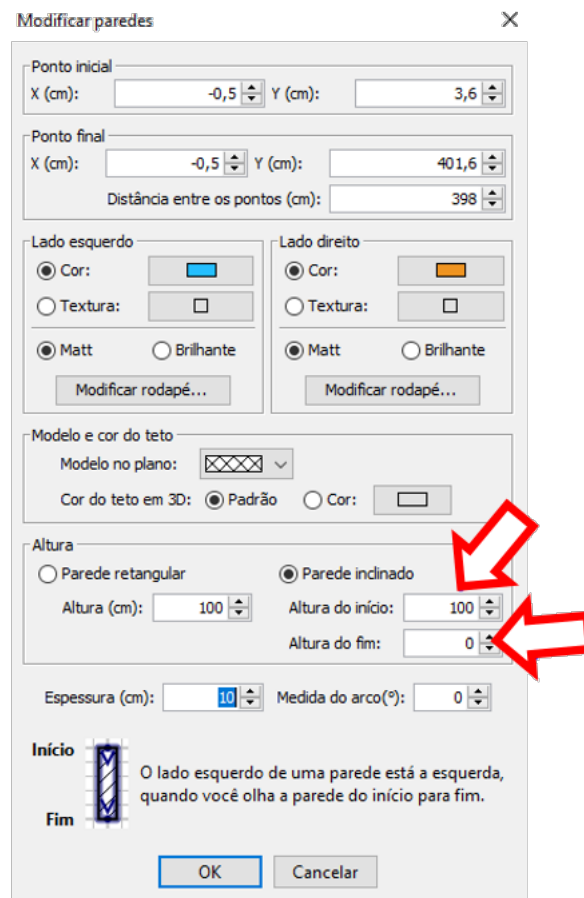


Figura 24: Construindo paredes inclinadas especificando a altura final e inicial.

4

Ferragens



Vamos agora iniciar o cálculo de materiais propriamente dito, que, conforme já mencionamos, pode agilizar a compra, evitando desperdício e prejuízos. Vamos considerar um projeto hipotético de uma casa com estrutura de concreto e tijolos. Começamos com o cálculo da quantidade de **ferragens**, neste capítulo. Nos capítulos seguintes, faremos o cálculo da quantidade de tijolos, depois a quantidade de piso/cerâmica e finalizaremos a parte de cálculo de materiais determinando a quantidade de concreto.

Para realizar o cálculo dos materiais é necessário relembrar alguns conceitos matemáticos como comprimento, perímetro, área e volume, além das unidades de medida utilizadas para representação de cada um deles. Veremos que o **perímetro** está relacionado à unidade de comprimento, a área está relacionada à superfície e o volume relacionado ao espaço. Veja na Figura 25, onde simbolicamente ilustramos nas situações I, II e III, respectivamente, a representação de um cubo, sua planificação e o contorno da planificação. Podemos classificar cada uma das situações como:

- I representação simbólica do volume (3D);
- II representação simbólica da área (2D);
- III representação simbólica do perímetro (1D).

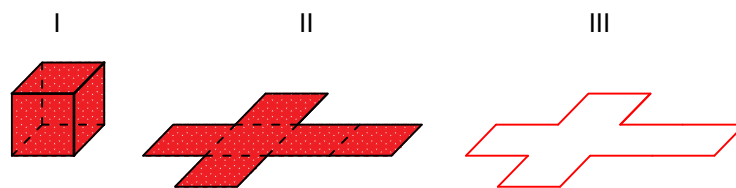


Figura 25: As ilustrações I, II e III, mostram respectivamente um cubo, sua planificação e o contorno da planificação, onde I simboliza o volume, II a área lateral e III o perímetro da planificação.

Em cada capítulo referente ao cálculo de materiais, iniciamos relembrando o conceito matemático necessário para realizar o cálculo pretendido, indicando suas unidades de medida e suas aplicabilidades em nosso dia a dia.

Vamos iniciar a exploração da aplicação da Matemática no cálculo dos materiais aplicando os conceitos de comprimento e perímetro no cálculo da quantidade de ferragem necessária para uma obra.

4.1 Comprimento e perímetro

Para ilustrar comprimento e perímetro, imagine que você esteja realizando uma viagem através do percurso indicado em seu GPS. Assim como outras informações, o caminho a ser percorrido é informado no aparelho. Este caminho representa o tamanho trajeto, ou seja, o comprimento do deslocamento.

Quando falamos em perímetro, estamos nos referindo a uma medida de comprimento, mas usamos o termo perímetro apenas quando temos um contorno de uma região fechada, ou seja, com o ponto de partida, coincidindo com o ponto de chegada. Como exemplo podemos citar os circuitos de automobilismo, onde acontecem as disputas de corridas, com os carros dando várias voltas, que iniciam e

terminam no mesmo local. Quando se completa uma volta, por exemplo, de 4950 metros, essa distância representa o que chamaremos de perímetro do circuito.

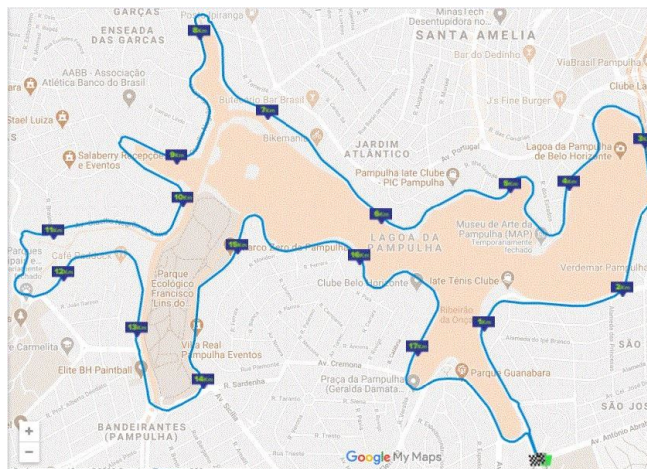


Figura 26: Circuito da Volta Internacional da Pampulha, com aproximadamente 18 km de comprimento.

Temos ainda as corridas de rua que acontecem em diferentes ambientes. Em Minas Gerais uma das corridas mais conhecidas é a Volta Internacional da Pampulha. No seu percurso os atletas realizam a prova saindo e chegando no mesmo local, contornando toda a lagoa, conforme Figura 26, onde podemos observar o circuito destacando o percurso. O percurso realizado em todo o contorno é o que chamamos de perímetro. Logo o perímetro representa o comprimento ou contorno de algo.

Em nosso dia a dia podemos observar nas construções, a utilização de ferragens, formadas através da amarração de aço, conforme Figura 27. A seguir mostramos como calcular a quantidade de ferragem em algumas estruturas da construção.



Figura 27: Ferragem armada pronta para ser utilizada em uma construção.

4.2 Quantidade de ferragens

Quando falamos em ferragens, na verdade, estamos nos referindo ao aço, também conhecido como vergalhão. Iremos alternar em nosso contexto com as palavras “aço” e “ferragem”. A comercialização do aço é geralmente feita em barras de 12 m de comprimento com seções circulares que variam de diâmetro (bitola), tais como: 6,3 mm, 8 mm, 10 mm, 12,5 mm entre outros, conforme a tabela a seguir.

Tabela 1

Bitola (polegadas)	Bitola (mm)	Peso da Barra (kg)	Peso por Metro (kg/m)
1/4"	6,30	2,940	0,245
5/16"	8,00	4,740	0,395
3/8"	10,00	7,404	0,617
1/2"	12,50	11,556	0,963
5/8"	16,00	18,936	1,578
3/4"	20,00	29,592	2,466
1"	25,00	46,236	3,853
1 e 1/4"	32,00	75,756	6,313
1 e 9/16"	40,00	118,380	9,865

Fonte: www.idealferros.com.br

Existe a opção de comprarmos a ferragem já pronta, geralmente formada por barras longitudinais envolvidas por barras na vertical chamados de **estribos**, conforme indicado na Figura 28, onde temos as especificações do estribo, barra longitudinal e espaçamento entre estribos, além de uma ilustração real de uma ferragem pronta com ilustração do detalhe que deve ser considerado a mais na medida dos estribos para proporcionar a amarração.

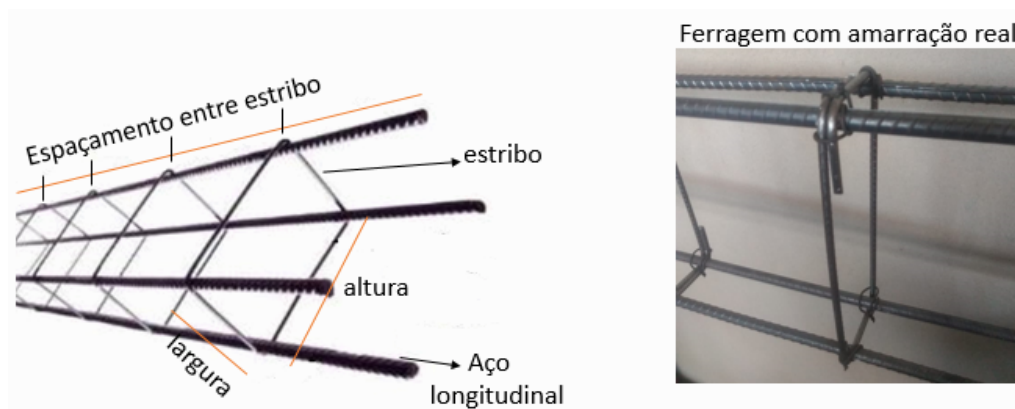


Figura 28: Ferragem interna que será colocada em todas as estruturas de concreto como minipilar, cinta da base, pilar e cinta superior (viga).

A ferragem a ser utilizada na casa que estamos considerando será de 4,2 mm para os estribos e a de 10 mm para as barras longitudinais conhecidas popularmente como $\frac{3}{8}$ (três oitavos), mas vale ressaltar que os cálculos realizados valem para todos os tipos de aço, bastando para isso mudar a especificação do mesmo. A ferragem de 4,2 mm é cortada em pequenos pedaços que são dobrados e amarrados ou soldados nas medidas desejadas, após esse procedimento de corte e dobra, o objeto formado recebe o nome de estribo. Caso seja amarrado, é conveniente deixar uma sobra de aproximadamente 5 cm em cada extremidade, que é correspondente à dobra para amarração. Ele é distribuído de forma que envolva a ferragem longitudinal com um determinado espaçamento entre eles conforme Figura 28.

É importante ressaltar, novamente, que antes de executar qualquer construção, procure um especialista no assunto que possa fazer os estudos estruturais e seus respectivos cálculos.

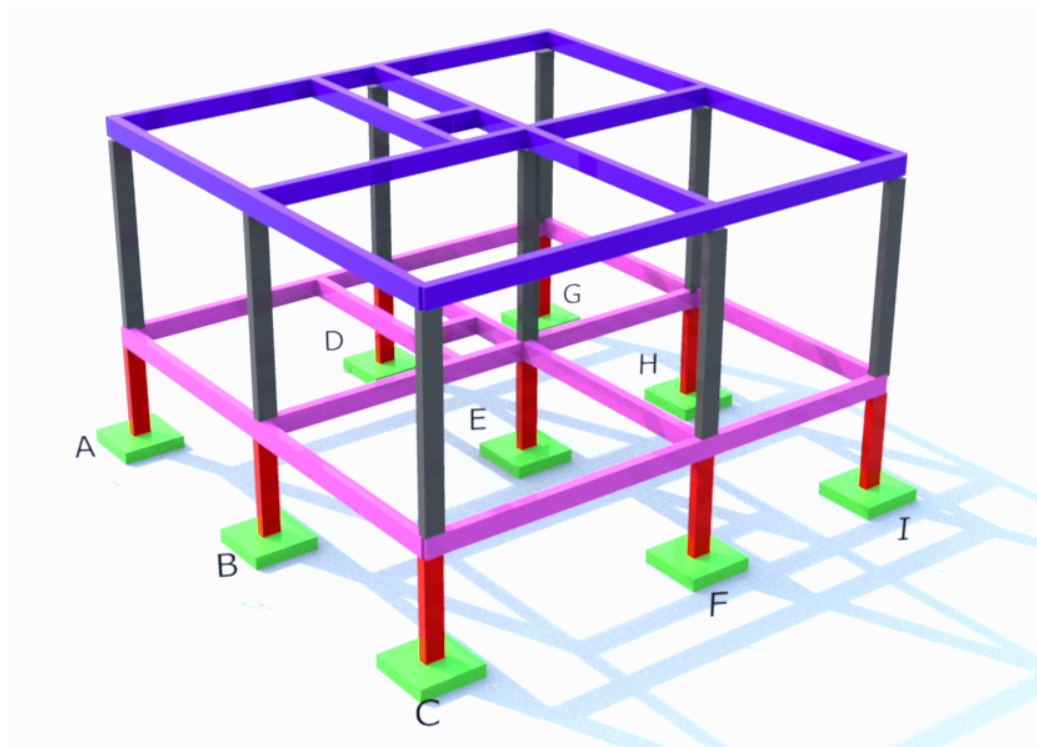


Figura 29: Toda estrutura de concreto da construção.

Em nossos cálculos iremos considerar que a ferragem ilustrada será utilizada ao longo das seguintes estruturas: minipilar da fundação, cinta da base, pilar e cinta superior (viga), conforme Figura 29. Para estas aplicações, os estribos serão retangulares.

O proprietário da construção pode optar por comprar a ferragem já pronta, ou seja, já recortada e amarrada nos tamanhos que desejar, ou pode comprar as barras de aço de 12 m e preparar os recortes para construir as mesmas. Para construir a armação da ferragem é necessário um certo tempo para recorte e amarração dos aços, logo caso queira agilizar o desenvolvimento da obra é viável adquiri-las prontas.

Toda a estrutura de concreto, conforme Figura 29, deve conter ferragens em sua parte interna, exceto no bloco de fundação que não possui a ferragem em seu interior, ao contrário da sapata. Sendo assim, desconsiderando os blocos de fundação, vamos calcular o comprimento total de ferragem que será gasto em toda a construção, para isso vamos analisar parte a parte cada estrutura e logo em seguida faremos a soma de todas, concluindo o cálculo desejado.

Vamos fazer o cálculo de ferragens individualmente por estruturas, conforme exemplos a seguir. Vale ressaltar que ao fazermos as amarrações das ferragens existe a necessidade de deixar um pedaço a mais chamado de sobra, por isso o cálculo realizado é maior que o perímetro. Caso o cálculo seja realizado sem considerar estas sobras, o mesmo será igual ao perímetro.

Exemplo 4.1 (Minipilar)

Calcular o comprimento das ferragens necessárias para construir os minipilares.

Buscando as dimensões

Podemos ver os 9 minipilares na Figura 29 conectando cada bloco de fundação (Fig. 10) à estrutura da casa, mais especificamente se conectando à cinta da base (Fig. 14).

O minipilar possui comprimento de 1,5 m, porém é necessário deixar uma parte de ferragem a mais, ou seja, uma sobra, para que possa ser amarrada às outras ferragens, como, por exemplo, a conexão (amarração) entre o minipilar e a cinta da base, logo iremos deixar essa sobra como sendo de 50 cm.

Realizando os cálculos

O comprimento de cada minipilar, mais a extensão para a amarração, é

$$c = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ m}$$

Como temos 9 minipilares, o comprimento total (C_1) será

$$C_1 = 9c = 9 \times 2 = 18 \text{ m}$$

Portanto comprimento da ferragem (Fig. 28) dos minipilares é

$$C_1 = 18 \tag{4.1}$$

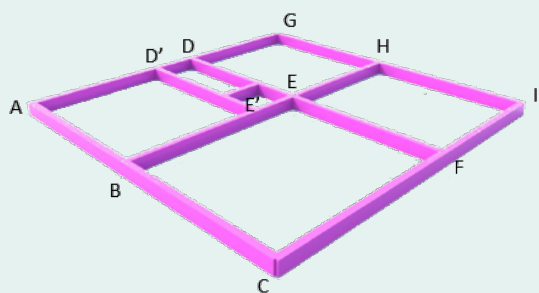
No cálculo das ferragens, é normal sobrepor ou entrelaçar uma parte da peça com a outra, isso permite uma melhor amarração aumentando o travamento entre elas. A seguir calculamos o comprimento da cinta da base.

Exemplo 4.2 (Cinta da base)

Calcular o comprimento das ferragens necessárias para construir a cinta da base.

Buscando as dimensões

As dimensões da cinta da base são as mesmas das paredes na planta baixa da Figura 13, que copiamos na imagem a seguir. Também temos que lembrar que as paredes têm 15 cm de largura.



Realizando os cálculos

Observe que podemos dividir a figura entre linhas externas e internas. A parte externa compõe o quadrado $ACIG$, e as demais linhas são a região interna.

Começamos pela região externa, onde temos que somar os comprimentos de cada lado, sem esquecer as larguras das paredes

$$C_{AC} = 0,15 + 3,7 + 0,15 + 3,85 + 0,15 = 8$$

$$C_{CI} = 0,15 + 4,35 + 0,15 + 3,2 + 0,15 = 8$$

$$C_{IG} = 0,15 + 3,85 + 0,15 + 3,7 + 0,15 = 8$$

$$C_{GA} = 0,15 + 3,2 + 0,15 + 0,15 + 3,2 + 0,15 = 8$$

$$C_{\text{ext}} = C_{AC} + C_{CI} + C_{IG} + C_{GA} = 8 + 8 + 8 + 8 = 32 \text{ m.}$$

O comprimento da ferragem da região externa é de 32 m.

Vamos agora calcular o comprimento das partes internas, isto é, $DF + BH + D'E'$ + (parede da porta do banheiro)

$$C_{DF} = 0,15 + 3,7 + 0,15 + 3,85 + 0,15$$

$$C_{BH} = 0,15 + 4,35 + 0,15 + 3,2 + 0,15$$

$$C_{D'E'} = 0,15 + 3,7 + 0,15$$

$$C_{\text{ban}} = 1,3$$

$$C_{\text{int}} = C_{DF} + C_{BH} + C_{D'E'} + C_{\text{ban}} = 8 + 8 + 4 + 1,3 = 21,3 \text{ m.}$$

Assim, concluímos que o comprimento da ferragem da região interna é 21,3 m.

Agora somando as ferragens das regiões externa e interna temos

$$C_2 = C_{\text{ext}} + C_{\text{int}} = 32 + 21,3 = 53,3 \text{ m.}$$

Portanto, o total de ferragem da cinta da base será

$$C_2 = 53,3 \text{ m} \tag{4.2}$$

Exemplo 4.3 (Pilares)

Calcular o comprimento das ferragens necessárias para construir os pilares.

Buscando as dimensões

Observamos, na Figura 29, que existem 9 pilares, sendo que cada um tem a mesma altura das paredes, que definimos como 3 m no Exemplo 3.1. Além disso, como nos minipilares, os pilares também precisam de uma armação maior para a fixação, ou amarração, nas outras estruturas, assim vamos considerar uma extensão de meio metro na parte superior e outra igual na parte inferior.

Realizando os cálculos

O Comprimento das ferragens dos pilares é seu comprimento mais duas extensões de meio metro

$$c = 0,5 + 3 + 0,5 = 4 \text{ m}$$

Sabemos que são nove pilares, logo

$$C_3 = 9c = 9 \times 4 = 36 \text{ m}$$

O comprimento da ferragem dos pilares é

$$C_3 = 36 \text{ m} \quad (4.3)$$

Agora vamos considerar as vigas.

Exemplo 4.4 (Vigas)

Calcular o comprimento das ferragens necessárias para construir as vigas.

As ferragens das vigas (Fig. 14), ou cinta superior, são idênticas às da cinta da base, que calculamos no Exemplo 4.1 obtendo o resultado da equação (4.2), logo:

$$C_4 = C_2 = 53,3 \text{ m}$$

Assim o comprimento da ferragem das vigas é

$$C_4 = 53,3 \text{ m} \quad (4.4)$$

Para sabermos o total de ferragens é só realizarmos a soma dos valores encontrados em cada um dos exemplos anteriores.

Exemplo 4.5 (Total de ferragens)

Calcular a quantidade total de ferragens.

Temos, portanto, que o total de ferragem da construção será igual à somatória utilizada nos minipilares, cinta da base, pilares e cinta superior (vigas). Somando as equações (4.1), (4.2), (4.3) e (4.4) teremos

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 18 + 53,3 + 36 + 53,3 = 160,6 \text{ m}$$

O comprimento total de ferragem da obra é

$$C_t = 160,6 \text{ m} \quad (4.5)$$

O valor encontrado indica somente o comprimento da estrutura de aço, composta por 4 barras longitudinais de 10 mm, que serão utilizadas e seus estribos espaçados conforme especificado.

Caso queira comprar a ferragem já pronta (recortada e amarrada com os estribos) é só informar esse total com espaçamento que desejar para os estribos. O valor total informado é somente para questão de cálculo do valor financeiro, pois o proprietário pode informar o tamanho de cada estrutura, para que as mesmas já venham separadas individualmente.

O preço da ferragem depende do diâmetro do aço e espaçamento que será usado entre os estribos. Tais especificações devem ser seguidas conforme as orientações e projetos do profissional qualificado pelo órgão regulamentador.

Caso o proprietário decida comprar a ferragem para montar as estruturas, ele deve verificar quantas barras serão necessárias, pois o aço é comercializado em barras de 12 m . Nesse caso, precisamos calcular a quantidade de barras, como feito no próximo exemplo.

Exemplo 4.6

Calculando a quantidade de barras de aço.

O valor calculado de 160,6 m é o comprimento total da estrutura longitudinal, logo devemos multiplicar esse valor por 4, pois para montar a estrutura, são necessárias quatro barras no seu interior, como ilustrado na Figura 28.

Assim o comprimento total de aço é

$$C = 160,6 \times 4 = 642,4 \text{ m}$$

ou seja, aproximadamente 643 metros de aço 10 mm. Portanto, para saber a quantidade de barras de 10 mm, dividimos o comprimento $C = 643$ por 12 m, logo temos

$$Q = 643 \div 12 = 53,58$$

ou seja, aproximadamente 54 barras de 10 mm.

Note que essa é somente a quantidade da ferragem de 10 mm, continuam faltando os estribos.

Exemplo 4.7

Calculando a quantidade de estribos.

Buscando as dimensões

No nosso cálculo iremos considerar uma ferragem armada de 10 mm e estribos em formato retangular com dimensões de 7×17 cm, ou seja, seu perímetro/contorno é de 48 cm , mas acrescentando os 5 cm de sobra em cada extremidade, teremos que o pedaço de aço suficiente para fazer um único estribo é de 58 cm. Além disso, iremos considerar o espaçamento entre os estribos de 15 cm.

Realizando os cálculos

Podemos calcular a quantidade de estribos, pegando o comprimento longitudinal onde eles serão distribuídos e dividimos pelo espaçamento entre eles. Tal divisão, porém, fornece-nos a quantidade de espaços entre os estribos e para obtermos a quantidade de estribos precisamos somar um ao número de espaços. O estribo extra é necessário, pois precisarmos de um estribo em cada extremidade da estrutura.

Vamos calcular a quantidade total necessária, que deve ser distribuída ao longo de 160,6 m de extensão. Para isso, dividimos 160,6 por 15 cm, ou seja, por 0,15 m e somamos um ao resultado.

$$Q_e = 160,6 \div 0,15 + 1 = 1070,67 + 1 = 1071,67$$

Como o valor não é exato, arredondamos para cima, obtendo 1072 estribos.

Temos a quantidade de estribos, agora vamos calcular a quantidade de barras de aço.

Exemplo 4.8

Calculando a quantidade de barras de aço para produzir os estribos.

Já calculamos a quantidade de estribos, agora vamos determinar a quantidade de barras (Q_b) de aço 4,2 mm necessárias, considerando que a comercialização é feita em barras com 12 m de comprimento.

Vamos dar início analisando o comprimento da ferragem necessária para construir um único estribo. Sabemos que para produzir cada estribo, precisamos de um pedaço de 58 cm, ou seja, 0,58 m de comprimento. Logo o comprimento total (C_t) de todos os 1072 estribos serão

$$C_t = 1072 \times 0,58 = 621,76 \text{ m}$$

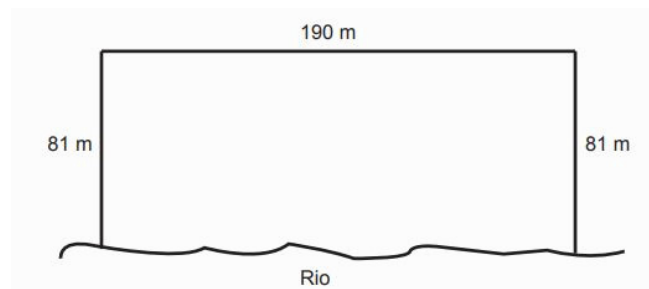
ou seja, aproximadamente 622 metros de aço 4,2 mm. Para concluir o nosso cálculo e determinar a quantidade de barras (Q_b) de aço 4,2 mm necessárias, lembrando que a comercialização é feita em barras com 12 m de comprimento, é só dividirmos 622 metros por 12

$$Q_b = 622 \div 12 = 51,83$$

ou seja, aproximadamente 52 barras de 4,2 mm.

4.3 Exercícios do Enem

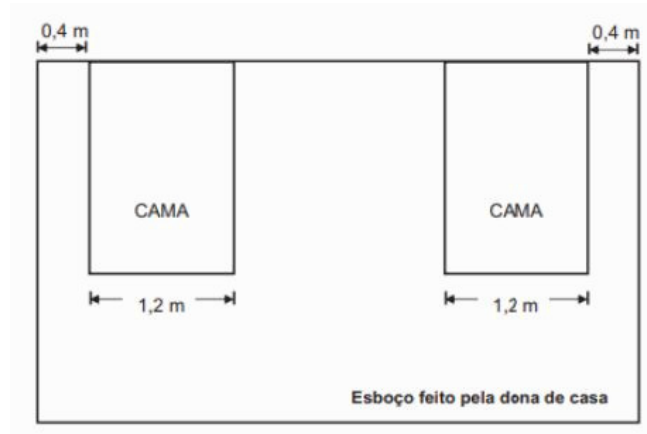
1. [resp] (ENEM/2013) Para o reflorestamento de uma área, deve-se cercar totalmente, com tela, os lados de um terreno, exceto o lado margeado pelo rio, conforme a figura. Cada rolo de tela que será comprado para confecção da cerca contém 48 metros de comprimento.



A quantidade mínima de rolos que deve ser comprada para cercar esse terreno é

- a) 6
 - b) 7
 - c) 8
 - d) 11
 - e) 12
2. [resp] (ENEM-2013) Uma dona de casa pretende comprar uma escrivaninha para colocar entre as duas camas do quarto de seus filhos. Ela sabe que o quarto é retangular, de dimensões $4\text{m} \times 5\text{m}$,

e que as cabeceiras das camas estão encostadas na parede de maior dimensão, onde ela pretende colocar a escrivaninha, garantindo uma distância de 0,4 m entre a escrivaninha e cada uma das camas, para circulação. Após fazer um esboço com algumas medidas, decidirá se comprará ou não a escrivaninha.



Após analisar o esboço e realizar alguns cálculos, a dona de casa decidiu que poderia comprar uma escrivaninha, de largura máxima igual a

- a) 0,8 m
- b) 1,0 m
- c) 1,4 m
- d) 1,6 m
- e) 1,8 m

5

Tijolos e cerâmicas



A quantidade de tijolos, ou cerâmicas, é calculada usando os conceitos de proporcionalidade e de área. Começamos lembrando rapidamente esses conceitos e aproveitamos para destacar a importância da área na distribuição de cargas da estrutura no solo. Depois, dedicamos uma seção ao cálculo de tijolos e outra ao cálculo de cerâmicas.

5.1 Proporcionalidade e área

Começamos lembrando o que é **proporcionalidade**. Dizemos que duas grandezas X e Y são proporcionais se existe uma constante $k > 0$, tal que,

$$Y = kX$$

A constante k é chamada de constante de proporcionalidade.

O exemplo a seguir apresenta uma aplicação da proporcionalidade na compra de tapetes de grama.

Exemplo 5.1

Ao comprar tapetes de grama para colocar em seu quintal, a cliente foi informada de que o valor era de R\$4,00 o metro quadrado. Ela informou que seu quintal possui 30 m^2 . Imediatamente o proprietário informou que o valor a ser pago seria de R\$120,00.

O que o proprietário fez, foi manter a razão entre a quantidade de metros quadrados de grama e o valor em reais a ser pago. Observe que

$$\frac{\text{quantidade de grama (m}^2\text{)}}{\text{valor em reais}} = \frac{1}{4}$$

logo o valor a ser pago pelo cliente deveria manter esta razão. Como eram 30 m^2 , portanto, obteríamos tal razão quando o denominador fosse 120, pois como o numerador foi multiplicado por 30, o denominador também deve ser multiplicado por 30.

Provavelmente você já viu ou ouviu algumas das afirmações:

1. Meu terreno é de 360 metros quadrados;
2. Minha fazenda é de 5 hectares;
3. A sala da minha casa é de 15 metros quadrados;
4. O município de Comarcim - MG possui extensão territorial de 656 km^2 ;
5. A fazenda do meu pai é de 10 alqueires.

Essas afirmações referem-se ao tamanho de uma região fechada bidimensional, ou seja, à área dessa região. Como se calcular uma área depende do formato da região. Aqui, vamos utilizar regiões que podem ser decompostas em retângulos e triângulos. Nesses casos calculamos a área da região somando ou subtraindo as áreas dos retângulos e triângulos adequadamente.

5.2 Área na relação do solo com o peso das estruturas

Todas as cargas das construções são descarregadas no solo, logo esse é o motivo pelo qual se deve analisar a carga que o solo suporta em uma determinada região sem sofrer alteração (deformação) do seu estado físico (estrutural). Esse valor é o que chamamos de resistência do solo. A unidade de medida de resistência é quilograma força por metro quadrado (kgf/m^2), mas iremos utilizar a unidade simbolicamente na linguagem quilograma por metro quadrado (kg/m^2), por considerarmos que a unidade quilograma é comumente conhecida e utilizada pela maioria da população.

Quando falamos que o solo possui resistência de $30000 \text{ kg}/\text{m}^2$, isso significa que o solo resiste a uma carga de 30000 quilogramas por cada metro quadrado. Caso esteja chegando uma carga superior a 30 mil quilos no bloco desta fundação e o mesmo possuir área da base igual a 1 m^2 , existe risco de rompimento do solo, causado pelo excesso da quantidade de carga que chega a ele.

A Figura 30 mostra a resistência do solo e a carga que está chegando no bloco de fundação. O caso I indica uma situação que atende aos padrões de resistência do solo, logo ele não sofrerá deformações que causem danos a estrutura da obra. Por que a situação I atende? Podemos verificar que o solo resiste a uma carga de $30000 \text{ kg}/\text{m}^2$ e está chegando apenas 25000 kg em uma área de bloco de fundação que é exatamente 1 m^2 . Já a situação II indica que está chegando uma carga superior aos padrões que o solo resiste, logo, se for realizada, a obra estará em risco, pois o solo pode se romper gerando seu colapso (queda, destruição).

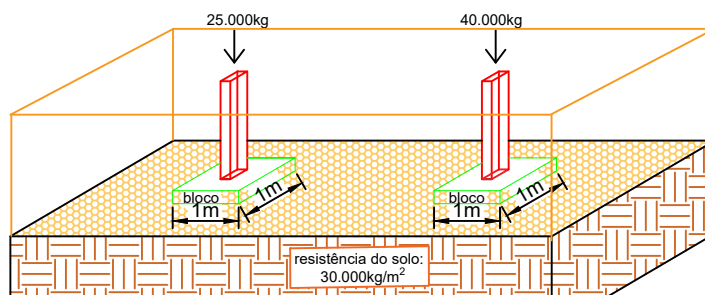


Figura 30: Carga descarregada no solo através do bloco de fundação.

Uma possível solução para a situação II seria calcular uma nova área para o bloco de fundação. Por exemplo, se a área da base do bloco de fundação fosse de 2 m^2 teríamos que a carga que chega ao solo seria em uma proporção de 20000 kg por cada metro quadrado, o que atenderia aos padrões, pois o solo resiste até 30000 kg por cada metro quadrado.

Nos cálculos realizados há, por parte dos profissionais responsáveis, a preocupação de trabalhar a favor da segurança, ou seja, com a intensão de evitar acidentes ou desastres antes, durante e após a obra. Iremos supor o valor 1,4 como fator de segurança para aplicarmos nessa situação. Por esse motivo, quando calculamos que o peso que uma construção exerce sobre o solo é de 100 mil quilogramas, multiplicamos este valor por 1,4 chegando a uma indicação de que o peso da obra sobre o solo é 140 mil quilogramas, ou seja, estamos supondo um aumento de 40% no peso da construção. Caso a consideração fosse referente à força que o solo resiste, iríamos dividir este valor por 1,4, ou seja, se no cálculo o resultado fosse de 100 mil quilogramas, consideraríamos que ele só resiste a aproximadamente 71 mil

quilogramas. Em ambos os casos, quando dividimos ou multiplicamos estamos aumentando a segurança, ou seja, esse aumento a favor da segurança recebe o nome de majoração.

Não se deixe enganar. Vale ressaltar que a situação I, ilustrada na Figura 30, mostra-nos que o valor da carga que chega ao solo é menor que a resistência do mesmo, logo atenderia às condições e aos critérios de resistência, e está tudo certo. Na verdade, não é bem assim que funciona, nas construções, principalmente nas partes estruturais que envolvem aço e concreto, existe sempre uma majoração nos cálculos realizados. Tal majoração é feita a favor da segurança, podendo chegar até a 40%. Portanto, se a carga da situação I que mencionamos já estiver majorada está tudo certo e o bloco de fundação atenderá aos parâmetros conforme mencionamos, porém, se a carga indicada for somente a calculada sem a majoração, deverá ser feito tal aumento conforme as especificações técnicas.

Exemplo 5.2

Calculando a majoração da carga de uma estrutura.

Como exemplo vamos considerar que os 25000 kg fossem somente a carga calculada – ela precisaria ser majorada. Logo, vamos supor que tal majoração fosse de 40%, ou seja, a carga calculada deve sofrer um aumento de 40%. Neste caso teríamos que a carga considerada (C_c) deverá ser

$$C_c = 25000 + (0,40 \text{ de } 25000) = 25000 + 10000 = 35000 \text{ kg}$$

Como encontramos 35000 kg e o solo só suporta, conforme mencionamos anteriormente, 30000 kg/m², o bloco de fundação não atenderia aos critérios e deveria ser feita uma alteração no projeto estrutural, ou seja, deveríamos alterar a área da base do bloco de fundação em contato direto com o solo, fazendo a distribuição das cargas que chegam.

Como estão observando, existe uma relação entre a matemática e as construções, porém vale ressaltar que, além disso, existem os critérios e normas técnicas por trás de cada construção. Portanto, quando for iniciar a construção de um empreendimento, procure um profissional qualificado (engenheiro civil ou arquiteto) com formação na área e registro no órgão responsável. Nas construções geralmente o órgão é o Crea - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

Quando fizermos o cálculo de tijolos, devemos observar e descontar a região das janelas onde não são utilizados tijolos. A seguir mostraremos o desenvolvimento de como calcular a quantidade de tijolos gastos em uma construção.

5.3 Quantidade de tijolos

Um material muito usado nas construções em geral é o **tijolo**. Vale ressaltar que existem os blocos de concreto e outros tipos de tijolos como ilustrado na tabela.

Vamos iniciar a ideia do cálculo de tijolos com uma ilustração de um quadrado de 1 metro de lado; logo, 1 m². Iremos verificar quantos retângulos de 30 cm de comprimento por 20 cm de altura cabem dentro desse quadrado. Iremos organizar esses retângulos de maneira desalinhada, considerando a posição da fileira de baixo com a de cima. Isso porque é dessa forma que os tijolos são utilizados nas construções: para proporcionar um melhor travamento da estrutura.

Tabela 2: Alguns Tipos de Tijolos

Tijolo						
Dimensões	30×20×4 (2)	30×20×7	30×20×9	30×20×11	30×20×15	30×20×22
Peso (kg)	5,0	3,5	4,0	4,6	6,2	8,5

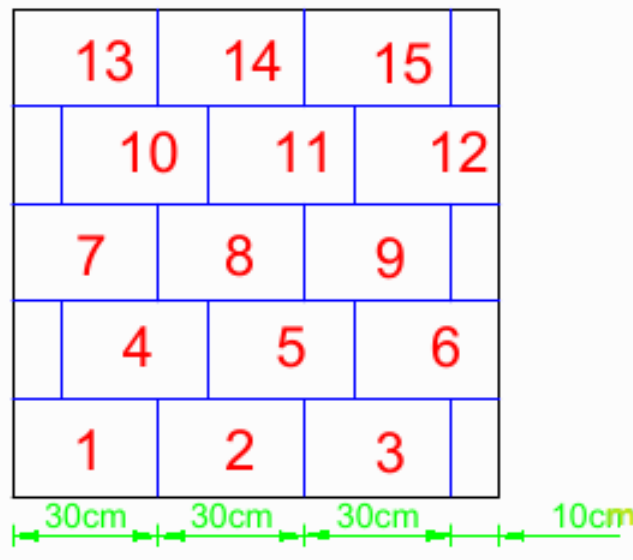


Figura 31: Região de 1 m^2 sendo preenchida com bloco retangular de 30 cm de comprimento por 20 cm de altura e seus respectivos pedaços, simulando a construção de uma parede.

Exemplo 5.3

Verificando quantos retângulos de 30 cm de comprimento por 20 cm de altura cabem em um quadrado de 1 m de lado.

Conforme Figura 31, observamos que foram colocados exatamente 15 retângulos inteiros e 5 pedaços de 10 cm de comprimento. Ao juntarmos 3 desses pedaços obteremos um novo retângulo e ainda sobram dois pedaços que dão aproximadamente 0,66 de um retângulo. Podemos perceber, portanto, que a quantidade de retângulos (Q_r) que cabem é

$$Q_r = 15 + (5 \text{ pedaços de } 10 \text{ cm}) = 15 + (1 + 0,66) = 16,66 \text{ retângulos.}$$

Outra maneira de encontramos esse valor é dividirmos a área do quadrado, 1 m^2 , pela área da face do tijolo (A_{ft})

$$A_{ft} = 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 0,30 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} = 0,06 \text{ m}^2$$

Este cálculo proporcionaria o mesmo resultado, mesmo sem levar em consideração a ideia de colocá-los intertravados.

A ilustração na Figura 31 não foi feita por acaso, ela foi elaborada desta maneira, apoiando os retângulos de forma que o de cima sempre encaixa sobre a metade dos dois blocos que estão logo abaixo, por se tratar da maneira como os tijolos são utilizados na construção, fazendo assim um travamento entre os tijolos e as fileiras. Chamamos essa forma de colocar os tijolos de **intertravamento**.

Iremos considerar em nossa construção a utilização de tijolos $14 \times 19 \times 29$ cm, ou seja, 14 cm de largura, 19 cm de altura e 29 cm de comprimento, pois geralmente nas construções das paredes apoiam-se na horizontal os lados de 30 cm e 14 cm, logo os 14 cm são referentes à espessura da parede. Vale ressaltar que, no assentamento de tijolos, a largura não interfere na contagem de tijolos nas paredes, logo levaremos em consideração somente o comprimento e a altura do tijolo.

Conforme Figura 32, no assentamento do tijolo existe a utilização de uma massa para fixação do mesmo que, geralmente, tem 1 cm de espessura entre os tijolos.

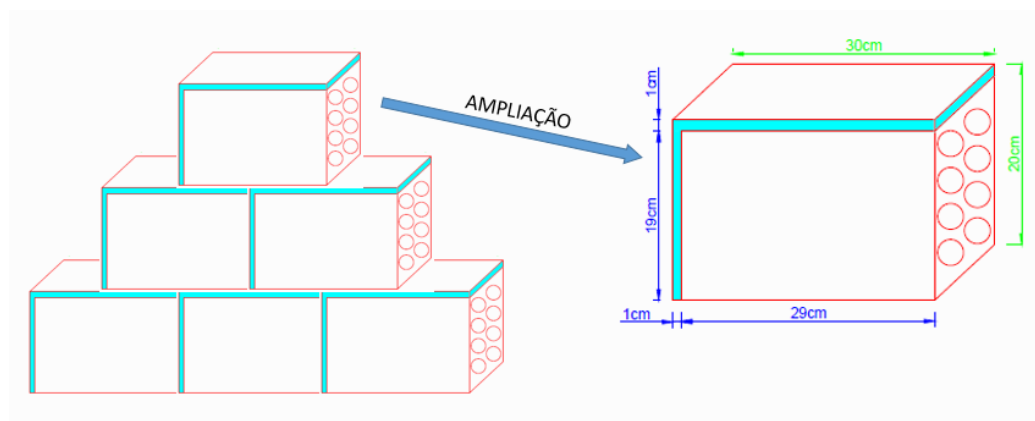


Figura 32: Tijolo assentado com massa de aproximadamente 1 cm de espessura para fixação de um tijolo com o outro tijolo.

Como o nosso tijolo é de 29 cm por 19 cm de altura, iremos considerar esse acréscimo de 1 cm na estrutura e, portanto, consideraremos ele com 30 cm de comprimento por 20 cm de altura, remetendo-nos à situação descrita anteriormente, em que encontramos que em 1 m^2 couberam 16,6 blocos retangulares.

Nas construções, ao tentar cortar um tijolo na obra, geralmente não se consegue com um tijolo de 30 cm fazer três pedaços de 10 cm, logo, por esse motivo iremos considerar que com um tijolo de 30 cm de comprimento conseguimos fazer somente dois pedaços, ou seja, duas partes de 10 cm. O restante do tijolo é perdido no processo de corte. Uma alternativa seria comprar partes prontas dos tijolos.

Exemplo 5.4

Quantidade de tijolos que cabem em 1 m^2 .

Considerando a situação descrita anteriormente, isso leva-nos a recalculer a quantidade de retângulos que cabem em 1 m^2 , agora considerados como tijolos. Logo teremos que a quantidade

de tijolos (Q_t) será

$$\begin{aligned}
 Q_t &= 15 + (5 \text{ pedaços de } 10 \text{ cm}) \\
 &= 15 + (2 \text{ pedaços de } 10 \text{ cm} + 2 \text{ pedaços de } 10 \text{ cm} + 1 \text{ pedaço de } 10 \text{ cm}) \\
 &= 15 + (1 \text{ tijolo} + 1 \text{ tijolo} + 0,5 \text{ tijolo}) \\
 &= 15 + (2 + 0,5) \\
 &= 17,5 \text{ tijolos}
 \end{aligned}$$

Chegamos à conclusão de que em um metro quadrado de alvenaria (parede) são gastos aproximadamente 17,5 tijolos, e, portanto, usaremos essa quantidade como referência para calcular a quantidade total que usaremos em nossa construção.

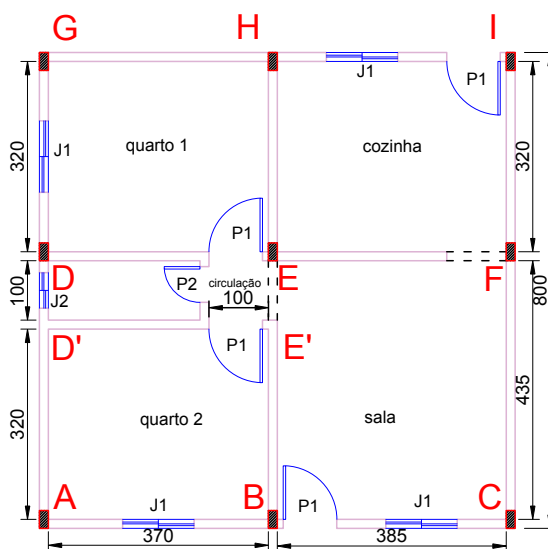


Figura 33: Planta baixa.

O primeiro passo é verificar a área em metros quadrados (m^2) de parede que temos em toda a construção. Podemos fazer isso de diferentes maneiras, mas aqui iremos mostrar dois métodos e escolheremos um deles para adotarmos nos procedimentos de nossos cálculos de tijolos.

Uma forma de calcular a quantidade de tijolos é considerar todas as paredes observando seu comprimento e altura sem descontar (pilares, janelas, portas, vãos livres).

Logo depois desse cálculo geral, calcula-se a área ocupada na parede pelos itens citados (pilares, janelas, portas, vãos livres) e faz-se os respectivos descontos referente às áreas dos mesmos na área geral da parede. Somente após esse desconto fazer a relação de proporcionalidade para verificar a quantidade de tijolos utilizados.

Outra maneira de calcular a quantidade de tijolos é analisar cada parede individualmente e descontar os respectivos vãos, ou seja, as regiões onde não usamos tijolos. Essa é a maneira que utilizaremos para calcular a quantidade de tijolos gastos em nossa construção. Para isso iremos analisar as paredes da construção através da planta que nos foi dada e as dividiremos entre: paredes externas e internas

e faremos os cálculos de tijolos separadamente em cada uma delas. Logo em seguida somamos as quantidades de tijolos em cada caso.

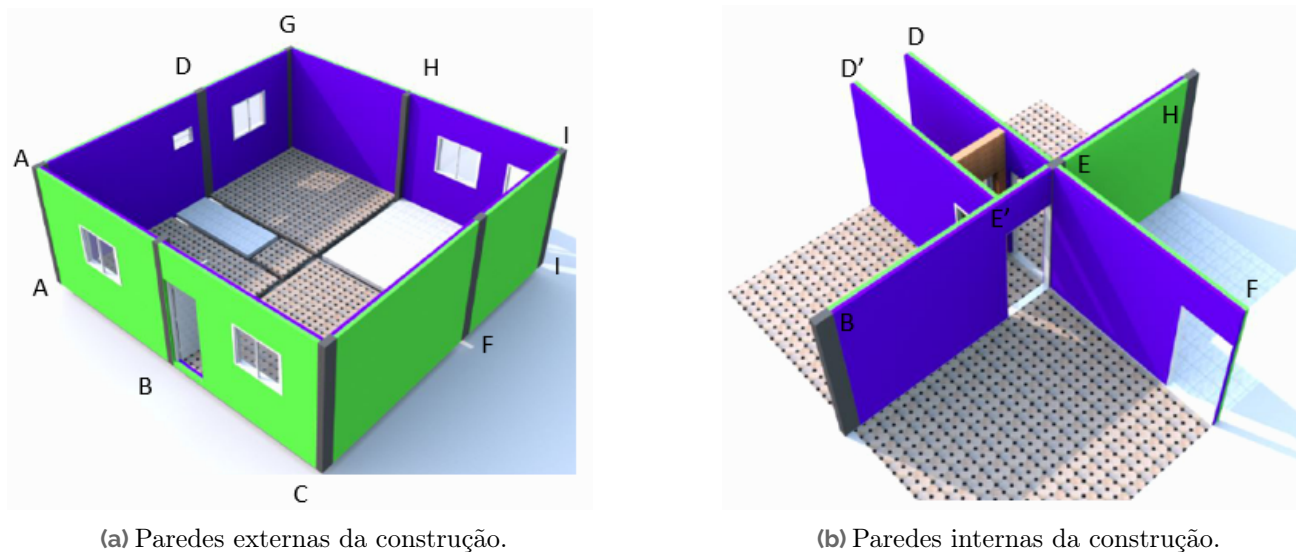
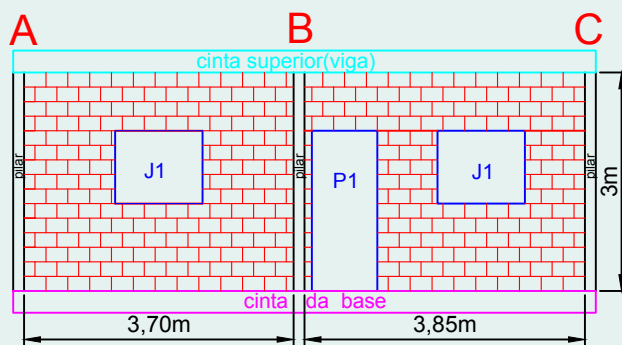


Figura 34: Paredes da construção.

Analisando a planta baixa da Figura 33 verificamos que as paredes externas são: ABC , CFI , IHG e GDA e as paredes internas: BEH , DEF , $D'E'$ e a parede da porta do banheiro. Nos cálculos da quantidade de tijolos, as regiões onde estão as portas, janelas e vãos devem ser desconsideradas. Começamos com o cálculo da área das paredes externas, indicadas na Figura 34a. Depois calcularemos a área das paredes internas 34b.

Exemplo 5.5

Área de alvenaria da parede externa ABC .



Buscando as dimensões

As dimensões externas estão explícitas na imagem, porém, faltam as dimensões da porta e das janelas – essas informações foram definidas no Exemplo 3.2.

- A porta $P1$ tem 80 cm de largura por 210 cm de altura.
- As janelas $J1$ têm altura de 100 cm e largura de 120 cm.

Realizando os cálculos

Primeiro calculamos a área total da parede e depois subtraímos as áreas da porta e janelas. Como indicado na imagem temos

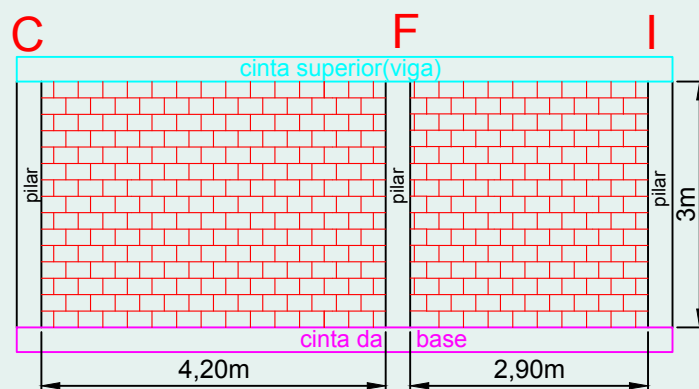
$$A = (3,70 + 3,85) \times 3 = 7,55 \times 3 = 22,65 \text{ m}^2$$

Agora descontando a área referente aos vãos livres da porta $P1$ e das duas janelas $J1$ teremos

$$A_{ABC} = 22,65 - (P1 + 2 \times J1) = 22,65 - (1,68 + 2 \times 1,2) = 22,65 - 4,08 = 18,57 \text{ m}^2$$

Exemplo 5.6

Calculando a área de alvenaria da parede externa CFI .

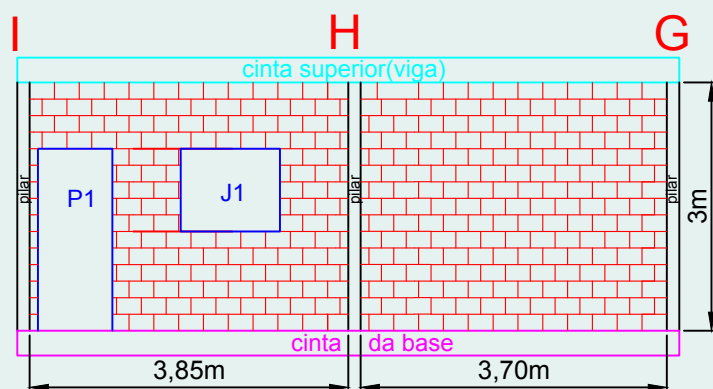


A parede CFI não possui vãos livres, logo não precisamos descontar nenhum valor ao resultado obtido

$$A_{CFI} = (4,20 + 2,90) \times 3 = 7,10 \times 3 = 21,3 \text{ m}^2$$

Exemplo 5.7

Calculando a área de alvenaria da parede externa IHG .



Buscando as dimensões

As dimensões externas estão explícitas na figura e buscamos as demais dimensões no Exemplo 3.1.

- A porta $P1$ tem 80 cm de largura por 210 cm de altura.
- As janelas $J1$ têm altura de 100 cm e largura de 120 cm.

Realizando os cálculos

Após este cálculo devemos descontar os vãos livres referentes à porta $P1$ e à janela $J1$. A área total da parede é

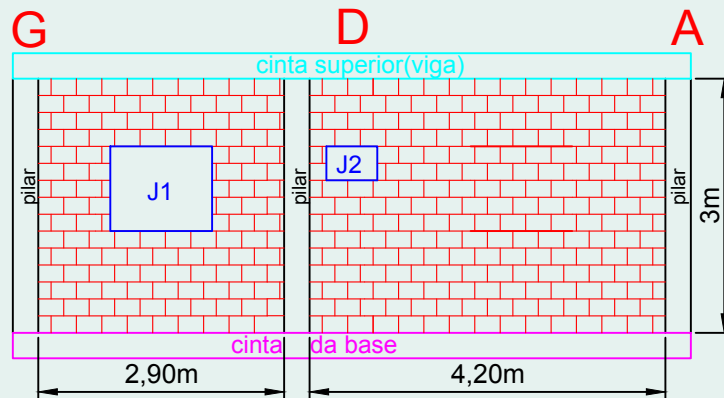
$$A = (3,85 + 3,70) \times 3 = 7,55 \times 3 = 22,65 \text{ m}^2$$

Descontando os vãos livres porta e janela, temos

$$A_{IHG} = 22,65 - (P1 + J1) = 22,65 - (1,68 + 1,2) = 22,65 - 2,88 = 19,77 \text{ m}^2$$

Exemplo 5.8

Calculando a área de alvenaria da parede externa GDA .



Buscando as dimensões

Novamente as dimensões externas estão explícitas na figura, e buscamos as demais dimensões no Exemplo 3.1.

- As janelas $J1$ têm altura de 100 cm e largura de 120 cm.
- A janela do banheiro $J2$ tem dimensões 60×40 cm.

Realizando os cálculos

Nesta parede, assim como na anterior, após este cálculo devemos descontar os vãos livres existentes. A área total é

$$A = (2,90 + 4,20) \times 3 = 7,10 \times 3 = 21,3 \text{ m}^2$$

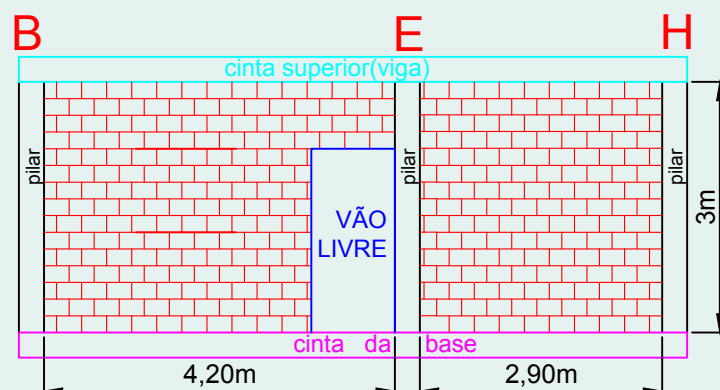
Descontando os vãos livres das janelas $J1$ e $J2$ teremos

$$A_{GDA} = 21,3 - (J1 + J2) = 21,3 - (1,2 + 0,24) = 21,3 - 1,44 = 19,86 \text{ m}^2$$

Agora vamos fazer o cálculo de alvenaria das paredes internas, que estão indicadas na Figura 5.5b.

Exemplo 5.9

Calculando a área de alvenaria da parede interna BEH .



Buscando as dimensões

As dimensões externas estão explícitas na figura e buscamos as demais dimensões no Exemplo 3.1.

- O vão livre, ou de passagem, tem 100 cm de largura por 200 cm de altura.

Realizando os cálculos

Inicialmente temos que a área de toda a parede sem descontar os vãos livres é

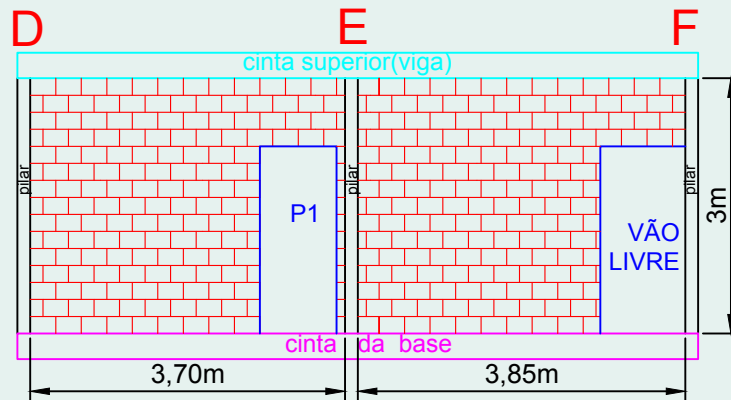
$$A = (4,20 + 2,90) \times 3 = 7,10 \times 3 = 21,3 \text{ m}^2$$

Neste caso o vão livre refere-se a uma abertura de passagem livre, ou seja, não teremos a instalação de uma porta no local, logo descontando o vão livre teremos

$$A_{BEH} = 21,3 - (\text{área do vão livre}) = 21,3 - (1 \times 2,1) = 19,2 \text{ m}^2$$

Exemplo 5.10

Calculando a área de alvenaria da parede interna DEF .



Buscando as dimensões

As dimensões externas estão explícitas na figura e buscamos as demais dimensões no Exemplo 3.1.

- A porta $P1$ tem 80 cm de largura por 210 cm de altura.
- O vão livre, ou de passagem, tem 100 cm de largura por 200 cm de altura.

Realizando os cálculos Esta parede possui dois vãos livres, sendo um uma porta e o outro uma passagem livre, ambos devem ser descontados após este cálculo

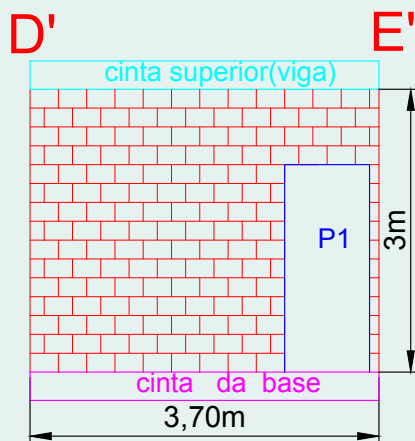
$$A = (3,70 + 3,85) \times 3 = 7,55 \times 3 = 22,65 \text{ m}^2$$

Descontando as áreas dos vãos livres teremos

$$A_{DEF} = 22,65 - (P1 + \text{área do vão livre}) = 22,65 - (1,68 + 2,1) = 22,65 - 3,78 = 18,87 \text{ m}^2$$

Exemplo 5.11

Calculando a área de alvenaria da parede interna $D'E'$.



Buscando as dimensões

As dimensões externas estão explícitas na figura e buscamos as demais dimensões no Exemplo 3.1.

- A porta $P1$ tem 80 cm de largura por 210 cm de altura.

Realizando os cálculos

Esta parede possui área total de

$$A = 3,70 \times 3 = 11,1 \text{ m}^2$$

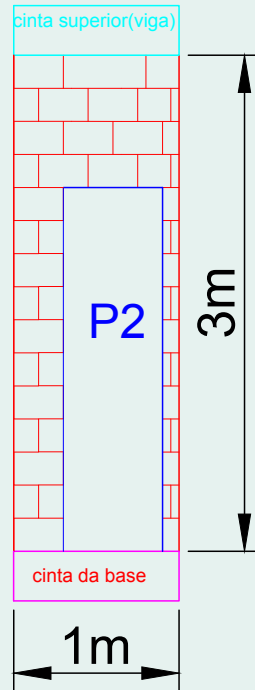
Descontando o vão livre referente a porta $P1$ teremos

$$A_{D'E'} = 11,1 - P1 = 11,1 - 1,68 = 9,42 \text{ m}^2$$

Exemplo 5.12

Calculando a área de alvenaria da parede interna da frente do banheiro.

PAREDE DO BANHEIRO

**Buscando as dimensões**

As dimensões externas estão explícitas na figura e buscamos as demais dimensões no Exemplo 3.1.

- A porta do banheiro $P2$ tem 60×210 cm.

Realizando os cálculos

Essa parede possui área

$$A = 1 \times 3 = 3 \text{ m}^2$$

Descontando o vão livre referente à porta $P2$ teremos

$$A_b = 3 - P2 = 3 - 1,26 = 1,74 \text{ m}^2$$

Portanto, a seguir calcularemos a área total de alvenaria da construção, já considerando os descontos dos vãos livres. Analisaremos as áreas das paredes externas e internas, conforme veremos no exemplo a seguir.

Exemplo 5.13

Calculando a área total de alvenaria desta construção.

Para realizarmos este cálculo devemos somar todas as áreas encontradas nos exemplos anteriores referente a alvenaria, já considerando os descontos. Logo, teremos que o total da área de alvenaria será a soma das áreas das paredes externas, mais a soma das áreas das paredes internas, portanto

teremos

$$\begin{aligned}
 A &= \text{área das paredes externas} + \text{área das paredes internas} \\
 &= (A_{ABC} + A_{CFI} + A_{IHG} + A_{GDA}) + (A_{BEH} + A_{DEF} + A_{D'E'} + A_b) \\
 &= (18,57 + 21,3 + 19,77 + 19,86) + (19,2 + 18,87 + 9,42 + 1,74) \\
 &= 79,5 + 49,23 \\
 &= 128,73 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dando continuidade, o cálculo da área de parede permite-nos calcular a quantidade de tijolos que será o próximo passo mostrado no exemplo a seguir.

Exemplo 5.14

Cálculo da quantidade de tijolos.

Como já temos a área de alvenaria (parede) que é de $128,03 \text{ m}^2$ e sabemos que são gastos 17,5 tijolos por cada metro quadrado, logo, para encontrarmos o total da quantidade de tijolos (Q_t) que serão gastos na construção, é só multiplicarmos os dois valores. Assim,

$$Q_t = 128,73 \times 17,5 = 2252,8$$

Arredondando para cima temos 2253 tijolos.

Segundo o valor calculado são 2253 unidades de tijolos, porém não é usual chegar em uma loja de materiais de construção e pedir essa quantidade. Geralmente o comum é comprar em múltiplos de 50, logo 2300 ou 2350 unidades. Como pode ocorrer algum imprevisto como a quebra de algumas unidades devido ao transporte e manuseio dos tijolos, é conveniente quando for em uma loja de material de construção comprar a quantidade de 2350 tijolos.

5.4 Quantidade de cerâmica

Uma das últimas etapas de uma construção é o **acabamento**. O acabamento da parte onde pisamos é chamado de piso e o acabamento das paredes é chamado de revestimento e ambos podem ser feitos com diferentes tipos de materiais. A quantidade de material a ser utilizado nesses ambientes também é calculada através da área.

Em nosso dia a dia podemos observar a colocação de **cerâmica** no piso, conforme Figura 35. A seguir mostraremos o desenvolvimento de como calcular a quantidade de cerâmica em uma construção.

Existem algumas regiões da casa que precisam ser revestidas com material impermeável, pois recebem constantemente o uso de água — como exemplo temos o piso de uma casa e paredes de banheiro e cozinha. Existem diferentes tipos de pisos, como exemplo: cerâmica, porcelanato, vinílico, emborrachado, laminado, silicone 3 D, entre outros. Fica a critério do cliente colocar o mesmo tipo de material de acabamento em todo o piso ou optar por variações de um local para outro.

Em nosso contexto, consideramos o uso do piso do tipo cerâmica, mas vale ressaltar que, independentemente do material utilizado, o processo de cálculo é similar. O nosso cálculo consiste em mostrar



Figura 35: Cerâmica sendo instalada no piso.

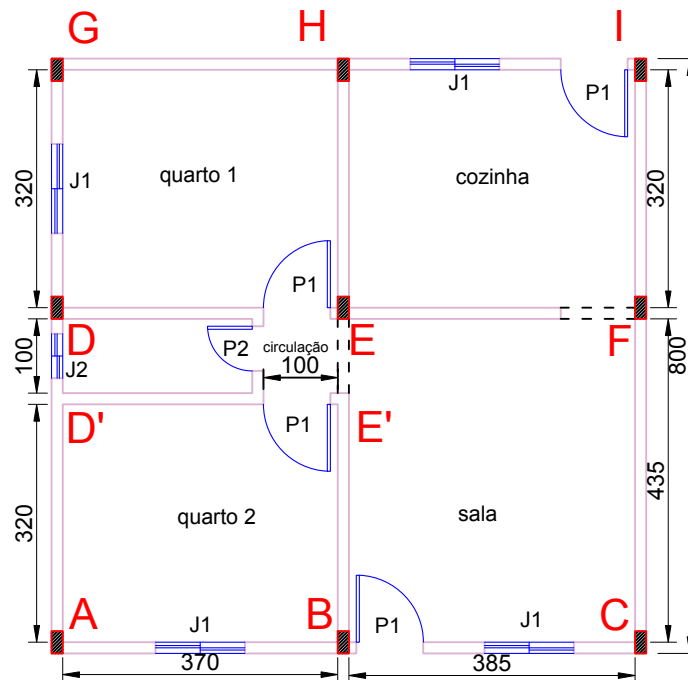


Figura 36: Reprodução da planta baixa.

a quantidade de revestimento que será utilizado através da área calculada. Utiliza-se, geralmente, o metro quadrado (m^2) como unidade de medida.

Nossa construção, como mostra a planta baixa (Fig. 36), é quadrada de lado medindo 8 metros, logo sabemos que a área de toda a base é $64 m^2$. Mas este não é o valor da área do piso, pois sabemos que ele não é aplicado nos locais ocupados pelas paredes. Logo devemos descontar as áreas referentes à base dessas paredes. Uma opção para encontrar a área onde a cerâmica será colocada seria calcular a área de cada comodo e somá-las. Porém, vamos usar uma técnica alternativa aqui: como todas as paredes têm $15cm$ de largura, se calcularmos o comprimento total das paredes podemos encontrar a área ocupada pelas paredes e subtrair esse valor da área total, que já conhecemos.

Exemplo 5.15

Calculando a quantidade de cerâmica do piso da construção.

Buscando as dimensões

Sabemos que a espessura da parede mede 15 cm.

Realizando os cálculos

O comprimento total das paredes é dado pela soma do comprimento dos segmentos externos (C_{se}) e comprimento dos segmentos internos (C_{si}).

Segmentos externos

$$C_{se} = GI + IC + CA + AG = 8 + 8 + 8 + 8 = 32 \text{ m}$$

Para calcular os segmentos internos (C_{si}) precisamos descontar as larguras das paredes que já foram computadas

$$C_{si} = BH + DE + EF + D'E' + EE' = 7,70 + 3,70 + 3,85 + 3,70 + 1 = 19,95 \text{ m}$$

Portanto temos que o comprimento total (C_t) da estrutura analisada será

$$C_t = C_{se} + C_{si} = 32 + 19,95 = 51,95 \text{ m}$$

O comprimento total de todas as paredes é de 51,95 m.

Portanto, considerando a largura da parede como 15 cm, ou seja, 0,15 m, temos que a área ocupada pela base da parede é de

$$A = 51,95 \times 0,15 = 7,79 \text{ m}^2$$

Temos que a quantidade de piso calculada será

$$A = 64 - 7,79 = 56,21 \text{ m}^2$$

Uma das funcionalidades do Sweet Home 3D é nos fornecer automaticamente a área de cada cômodo. Assim, se estivermos usando esse programa podemos simplesmente somar essas áreas. Caso haja uma pequena diferença é devido a arredondamentos nas casas decimais.

Encontramos o valor de $56,21 \text{ m}^2$; mas, considerando a realidade das construções é aconselhável comprar cerâmicas com um acréscimo de 10%. Este aumento é necessário devido às perdas causadas durante o recorte ou até mesmo peças que quebram com o manuseio.

Exemplo 5.16

Aumentando os 10% no valor encontrado no cálculo da cerâmica do piso da construção.

Com este aumento temos

$$A = 56,21 + 0,10 \times 56,21 = 56,21 + 5,62 = 61,83 \text{ m}^2$$

Esses valores apresentados são referentes somente ao piso. Vale ressaltar que geralmente na cozinha e banheiro, por serem ambientes onde se trabalha com água – ou seja, são chamados nos projetos de áreas molhadas –, além dos pisos, são revestidas algumas ou todas as paredes do local. Existe também o rodapé, que é um acabamento colocado na parte da parede em contato com o piso, geralmente com altura de 7 cm. Deixamos aqui, como exercícios, para você calcular o quantitativo de cerâmicas que serão gastos para revestir todas as paredes da cozinha e banheiro e colocação de rodapé no interior de toda a casa.

5.5 Exercícios do Enem

1. [resp] (ENEM/2019) Um pintor cobra 240,00 reais por dia de trabalho, que equivale a 8 horas de trabalho num dia. Quando é chamado para um serviço, esse pintor trabalha 8 horas por dia, com exceção, talvez, do seu último dia nesse serviço. Nesse último dia, caso trabalhe até 4 horas, ele cobra metade do valor de um dia de trabalho. Caso trabalhe mais de 4 horas, cobra o valor correspondente a um dia de trabalho. Esse pintor gasta 8 horas para pintar uma vez uma área de 40 m^2 . Um cliente deseja pintar as paredes de sua casa, com uma área total de 260 m^2 . Ele quer que essa área seja pintada o maior número possível de vezes para que a qualidade da pintura seja a melhor possível. O orçamento desse cliente para a pintura é de 4600,00 reais. Quantas vezes, no máximo, as paredes da casa poderão ser pintadas com o orçamento do cliente?

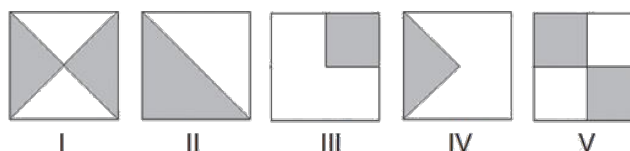
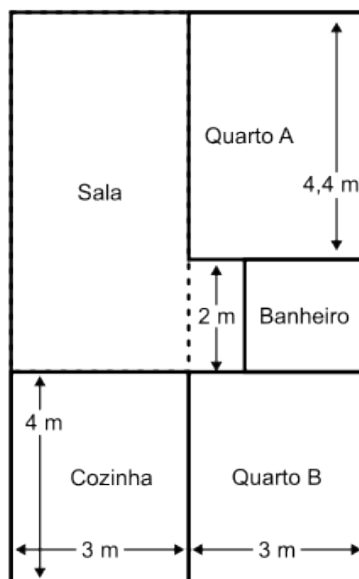
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 5
- e) 6

2. [resp] (ENEM/2017) A figura traz o esboço da planta baixa de uma residência. Algumas medidas internas dos cômodos estão indicadas. A espessura de cada parede externa da casa é $0,20 \text{ m}$ e das paredes internas, $0,10 \text{ m}$.

Sabe-se que, na localidade onde se encontra esse imóvel, o Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) é calculado conforme a área construída da residência. Nesse cálculo, são cobrados 4,00 reais por cada metro quadrado de área construída. O valor do IPTU desse imóvel, em real, é

- a) 250,00
- b) 250,80
- c) 258,64
- d) 276,48
- e) 286,00

3. [resp] (ENEM/2011) Numa sementeira, cinco canteiros quadrados serão preparados para plantar, em cada um, dois tipos de sementes: A e B . Os canteiros estão representados segundo as figuras:



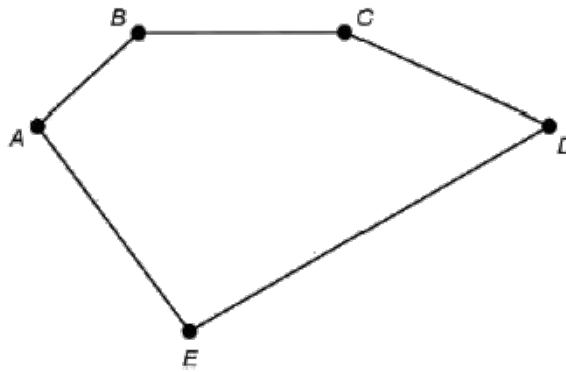
Suponha que cada canteiro tenha 1 m^2 de área e que nas regiões sombreadas de cada canteiro serão plantadas as sementes do tipo *A*. Qual o total da área, em m^2 , reservada para as sementes do tipo *B*?

- 1,25
 - 2
 - 2,5
 - 3
 - 5
4. [resp] (ENEM/2011) Uma escola tem um terreno vazio no formato retangular cujo perímetro é 40m , onde se pretende realizar uma única construção que aproveite o máximo de área possível. Após a análise realizada por um engenheiro, este concluiu que para atingir o máximo de área do terreno com uma única construção, a obra ideal seria
- um banheiro com 8 m^2 .
 - uma sala de aula com 16 m^2 .
 - um auditório com 36 m^2 .
 - um pátio com 100 m^2 .
 - uma quadra com 160 m^2 .
5. [resp] (ENEM/2012) Há, em virtude da demanda crescente de economia de água, equipamentos e utensílios como, por exemplo, as bacias sanitárias ecológicas, que utilizam 6 litros de água por

descarga em vez dos 15 litros utilizados por bacias sanitárias não ecológicas, conforme dados da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Qual será a economia diária de água obtida por meio da substituição de uma bacia sanitária não ecológica, que gasta cerca de 60 litros por dia com a descarga, por uma bacia sanitária ecológica?

- a) 24 litros
- b) 36 litros
- c) 40 litros
- d) 42 litros
- e) 50 litros

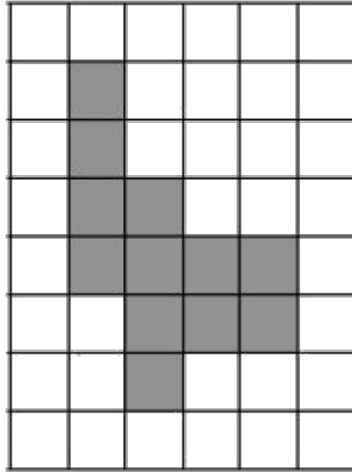
6. [resp] (ENEM/2018) Uma pessoa possui um terreno em forma de um pentágono, como ilustrado na figura.



Sabe-se que a diagonal AD mede 50 m e é paralela ao lado BC, que mede 29 m. A distância do ponto B a AD é de 8 m e a distância do ponto E a AD é de 20 m. A área, em metro quadrado, deste terreno é igual a

- a) 658
- b) 700
- c) 816
- d) 1132
- e) 1632

7. [resp] (ENEM/2011) Na zona rural, a utilização de unidades de medida como o hectare é bastante comum. O hectare equivale à área de um quadrado de lado igual a 100 metros. Na figura, há a representação de um terreno por meio da área em destaque. Nesta figura, cada quadrado que compõe esta malha representa uma área de 1 hectare.



O terreno em destaque foi comercializado pelo valor 3600000,00 reais. O valor do metro quadrado desse terreno foi de

- a) 30,00 reais
- b) 300,00 reais
- c) 360,00 reais
- d) 3600,00 reais
- e) 300000,00 reais

6

Concreto



A quantidade de **concreto** é medida através do seu volume, portanto, começamos com uma discussão rápida sobre o volume. A seguir apresentamos os cálculos das quantidades de concreto necessárias e concluímos com exercícios do Enem.

6.1 Volume

Antes de iniciarmos esta seção vamos refletir um pouco sobre as seguintes frases:

1. Irei comprar concreto para construir minha laje.
2. As piscinas olímpicas são grandes.
3. O prefeito irá fazer doação de areia para construirmos a nossa quadra de peteca e quer saber a quantidade que precisamos.
4. Terei que contratar um caminhão para fazer o deslocamento da terra que retiramos do terreno.

É provável que você já tenha ouvido algumas destas frases acima em seu cotidiano, caso ainda não, terá provavelmente a oportunidade de ver algumas ao longo deste trabalho. Todas as frases mencionadas anteriormente exigem respostas sobre um certo preenchimento de espaço. A medida do espaço citado representa o que chamamos, na Matemática, de volume.

O volume é usado em diferentes ramos de atuação e com o auxílio da proporcionalidade, resolvemos várias situações em nosso dia a dia. Quando queremos, por exemplo, saber a quantidade de água suportada por um recipiente, a unidade de comparação é feita através do seu volume.

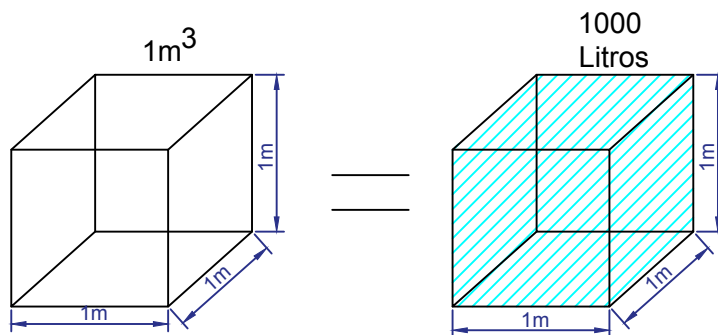
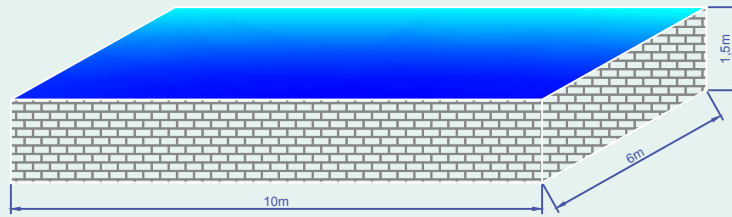


Figura 37: Verificamos que 1 m^3 equivale à capacidade de 1000 litros de água.

Para isso, usamos como referência o metro cúbico, onde desprezando as espessuras do material que ele é feito temos que $1 \text{ m}^3 = 1000$ litros de água, conforme Figura 37. Analogamente, se subdividirmos esse cubo iremos observar que ele é composto por 1000 dm^3 , o que significa que 1 dm^3 equivale a 1 litro. Cada especialidade utiliza a medida que lhe for mais conveniente e atenda melhor suas necessidades.

Exemplo 6.1

Calcular a quantidade de água que caberá em uma piscina que possui 10 m de comprimento por 6 m de largura e 1,5 m de profundidade, conforme figura.



Para podermos calcular a quantidade de água aplicamos o cálculo de volume,

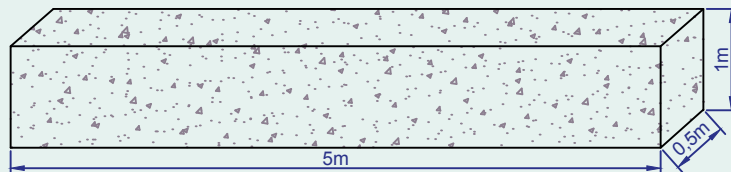
$$V = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{altura} = 10 \times 6 \times 1,5 = 90 \text{ m}^3$$

Encontramos 90 m^3 , agora fazendo a devida transformação de m^3 para litros usando a proporcionalidade, descobrimos que a piscina terá 90 mil litros de água quando estiver completamente cheia.

Outro exemplo que utiliza a proporcionalidade e o volume é o peso de uma estrutura de concreto assim como as alvenarias (paredes).

Exemplo 6.2

Peso da estrutura de concreto mostrada na figura.

**Buscando informações**

Segundo as referências técnicas temos que 1 m^3 de concreto pesa aproximadamente 2400 kg.

Realizando os cálculos

Primeiro calculamos o volume da viga

$$V = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{altura} = 5 \times 0,5 \times 1 = 2,5 \text{ m}^3$$

Agora, usando a proporção, encontraremos seu peso. Como cada 1 m^3 pesa 2400 kg, $2,5 \text{ m}^3$ pesam

$$P = 2,5 \times 2400 = 6000 \text{ kg}$$

ou seja, a estrutura pesa 6 toneladas.

Quando chegamos em um estabelecimento comercial e somos informados que a areia custa 100 reais o metro cúbico (m^3) e a brita custa 90 reais o metro cúbico (m^3), observe que o preço dos mesmos

são especificados através do seu volume. Observe também que os valores indicados a seguir estão relacionados à quantidade de carga dos veículos – por exemplo, quando falamos que o caminhão tanque possui capacidade de 30 mil litros de combustível e que o caminhão caçamba consegue transportar 18 m^3 de minério. Estes são exemplos comuns em nosso cotidiano relacionados ao volume. Na próxima seção iremos aplicar os conceitos de volume e proporcionalidade para calcular o volume de concreto de uma construção.

A seguir mostraremos o desenvolvimento de como calcular a quantidade de concreto gasto em algumas estruturas da construção.

6.2 Quantidade de concreto

Ao iniciar uma construção é importante saber a quantidade de materiais que serão gastos ou utilizados na obra. Nesta etapa faremos o cálculo do volume de concreto de cada parte específica da obra, obtendo o gasto aproximado de concreto nas estruturas da construção. Descrevemos abaixo cada uma das 5 partes.

1. Na fundação de toda a casa, considere a base do pilar com $(0,15 \times 0,30)$ m e blocos de fundação de base 1 m por 1 m e altura de 0,40 m.
2. No contorno de toda a base, com vigas de $(0,15 \times 0,30)$ m.
3. No contorno de toda a cinta superior (viga), $(0,15 \times 0,30)$ m.
4. Nos pilares $(0,15 \times 0,30)$ m por 3 m de altura.
5. No contrapiso em toda a casa com 5 cm de espessura.

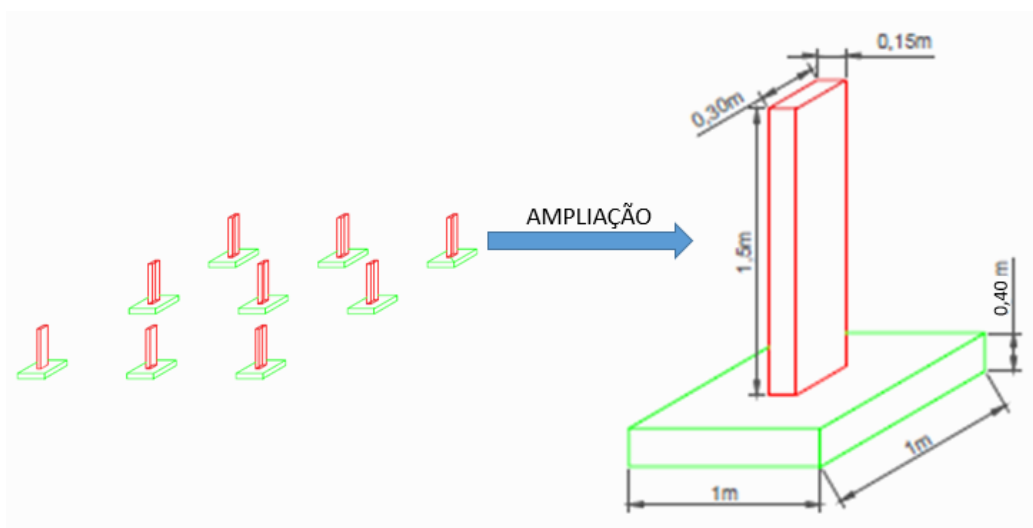


Figura 38: Fundação com todos os minipilares com blocos de fundação e ampliação dos mesmos.

No Item 1 temos que a fundação é composta por duas partes, sendo o bloco de fundação e um minipilar. Ao fazer os cálculos iremos analisar separadamente cada tipo de estrutura da construção. Logo, conforme ilustração na Figura 38, no cálculo da fundação, observaremos ela separadamente do restante das outras estruturas.

Exemplo 6.3

Volume da fundação.

Buscando as dimensões

Conforme Figura 38, o bloco de fundação possui base quadrada de 1 m e altura de 40 cm, e o minipilar possui base 30×15 cm e altura de 1,5 m.

Realizando os cálculos

Vamos calcular cada parte (minipilar e bloco de fundação) separadamente e o volume de cada uma dessas estruturas será dado por área da base vezes altura. Portanto, teremos que

$$\text{Volume do bloco de fundação} = (1 \times 1) \times 0,40 = 0,4 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume do minipilar} = (0,30 \times 0,15) \times 1,5 = 0,0675 \text{ m}^3$$

O volume (V) da estrutura constituída por um bloco e um minipilar será

$$V = 0,4 + 0,0675 = 0,4675 \text{ m}^3$$

A base da nossa construção é formada por nove estruturas (bloco de fundação e minipilar) logo o volume total da fundação (V_f) da construção será

$$V_f = 0,4675 \times 9 = 4,21 \text{ m}^3$$

Se tivéssemos calculado o volume de blocos de fundação e minipilares de maneira individual um do outro, teríamos que o volume de todos os blocos de fundação será $3,6 \text{ m}^3$ e de todos os minipilares $0,61 \text{ m}^3$; e ao somarmos estes valores obteríamos o mesmo resultado de $4,21 \text{ m}^3$.

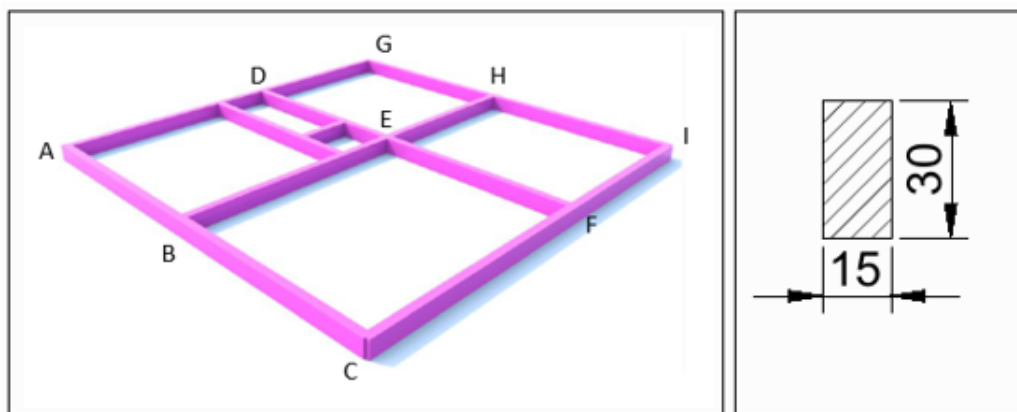


Figura 39: Cinta de concreto em toda a base da construção com ampliação de sua seção transversal.

No Item 2 temos a cinta da base, a parte da estrutura que faz a ligação entre todos os pilares e a fundação. São os locais onde poderão ser construídas paredes e, portanto, está presente em todo o contorno da construção conforme Figura 39

Exemplo 6.4

Volume da cinta da base.

Buscando as dimensões

Para calcularmos o volume vamos considerar a secção 15×30 cm como sendo a base. Como essa base estende-se ao longo de toda a estrutura, podemos usar o comprimento total de 51,95 m, calculado no Exemplo 5.15.

Realizando os cálculos

Como o volume é dado por (área da base) vezes altura. Portanto, teremos que

$$\text{Volume da cinta da base} = (0,30 \times 0,15) \times 51,95 = 2,34 \text{ m}^3$$

Exemplo 6.5

Volume das vigas.

Temos no Item 3 a viga, também chamada de cinta superior. Essa estrutura das vigas é idêntica à estrutura da cinta de toda a base do Item 2, portanto terá o mesmo volume

$$\text{Volume das vigas} = 2,34 \text{ m}^3$$

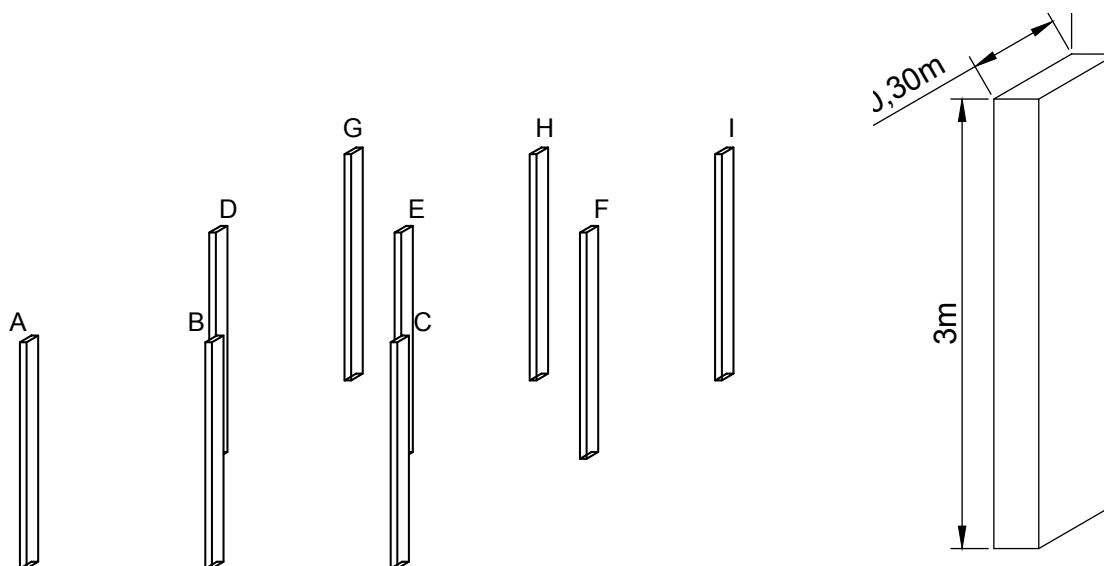


Figura 40: Estrutura com todos os pilares e sua ampliação.

O Item 4 refere-se aos pilares que é a estrutura que fica entre a cinta da base e as vigas, conforme Figura 40.

Exemplo 6.6

Volume dos pilares.

Buscando as dimensões

Conforme ilustração temos que o pilar possui base 30×15 cm e altura de 3 m.

Realizando os cálculos

Vamos calcular o volume de um pilar que é igual à área da base vezes a altura

$$\text{Volume do pilar} = (0,15 \times 0,30) \times 3 = 0,135 \text{ m}^3$$

A construção é formada por nove pilares, logo o volume total dos pilares da construção será

$$\text{Volume dos pilares} = 0,135 \times 9 = 1,22 \text{ m}^3$$

Prosseguimos com o Item 5 que é o contrapiso, geralmente feito de concreto e aplicado em toda a região do chão da casa. Este contrapiso é essencial para regularização e futura aplicação dos revestimentos de acabamento como cerâmicas, porcelanatos, entre outros.

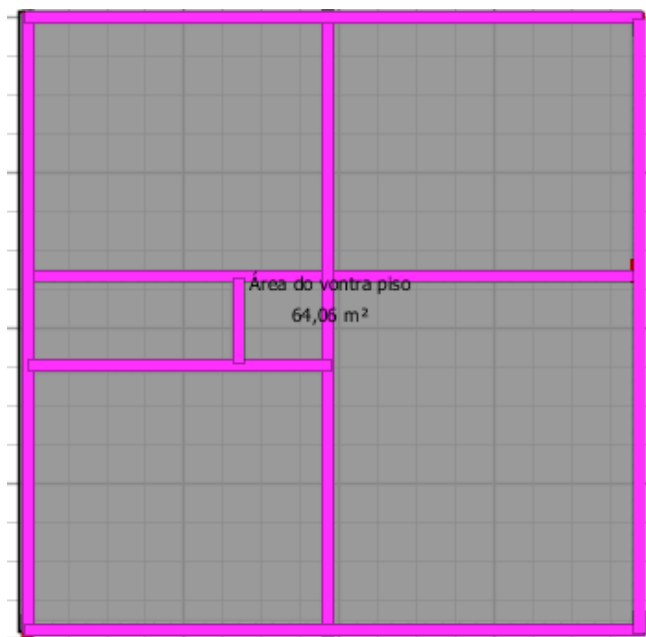


Figura 41: Área do contrapiso calculada no Sweet Home 3D.

Exemplo 6.7

Volume do contrapiso.

Buscando as dimensões

Pesquisando nas referências técnicas, verificamos que o contrapiso pode ter 5 cm de espessura.

Ao observar a planta baixa da casa temos que ela possui 8 m de comprimento por 8 m de largura, logo a base é quadrada. Poderíamos simplesmente fazer 8 m vezes 8 m para encontrar a área da base, isso pode ser feito se o contrapiso for aplicado logo após a construção da cinta da base, antes da iniciação da construção das paredes. Caso este contrapiso fosse aplicado após a construção das paredes, deveríamos fazer alguns descontos referentes às espessuras das mesmas. Iremos considerar que tal contrapiso será aplicado logo após a construção da cinta da base e antes da construção dos pilares e paredes.

Realizando os cálculos

Área da base do contrapiso (A_{bc}) será

$$A_{bc} = 8 \times 8 = 64 \text{ m}^2$$

Para calcular o volume multiplicamos a área pela espessura (altura) do contrapiso que é de 5 cm

$$\text{Volume do contrapiso} = \text{área da base} \times \text{altura} = (8 \times 8) \times 0,05 = 3,2 \text{ m}^3$$

Encontramos a área de 64 m^2 efetuando as contas, mas esse cálculo poderia ser feito direto no Sweet Home 3D utilizando a ferramenta criar cômodo, conforme Figura 41.

Podemos apresentar o resultado referente à quantidade de concreto dos itens 1 a 5 em uma tabela e somar a quantidade total de concreto necessário.

Tabela 3: Tabela de volumes e dimensões dos componentes de concreto.

Estrutura	Dimensões da seção (m)	Comprimento (m)	Volume unitário (m^3)	Quantidade de itens	Volume total (m^3)
Bloco de fundação	$1,00 \times 1,00$	0,40	0,4000	9	3,60
Minipilar	$0,15 \times 0,30$	1,50	0,0675	9	0,61
Cinta (base)	$0,15 \times 0,30$	51,95	2,3400	1	2,34
Vigas (superior)	$0,15 \times 0,30$	51,95	2,3400	1	2,34
Pilares	$0,15 \times 0,30$	3,00	0,1350	9	1,22
Contrapiso	$8,00 \times 8,00$	0,05	3,2000	1	3,20
Total geral de concreto (m^3)			13,31		

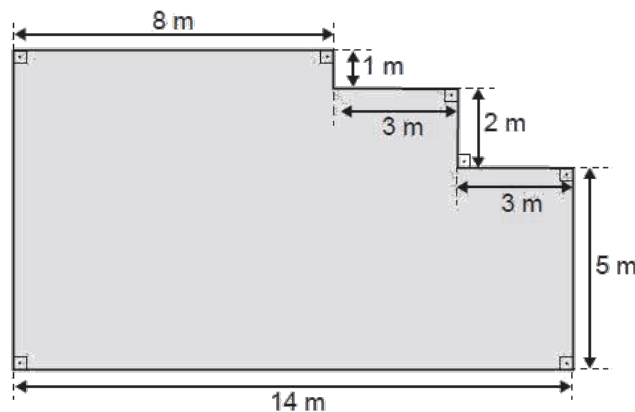
Portanto, temos que o volume total aproximado de concreto gasto em todas as estruturas citadas na construção será de aproximadamente $13,31 \text{ m}^3$.

Este é o valor calculado, porém quando se trata de construção sempre devemos considerar um acréscimo no volume. Tal acréscimo é devido às perdas que existem na obra ao manusear tais produtos. Este acréscimo é dado por meio de uma porcentagem que pode variar, dependendo do produto que está sendo analisado. Aqui em nossos cálculos consideramos o volume calculado sem nenhum acréscimo.

6.3 Exercícios do Enem

- [resp] (ENEM-2019) O concreto utilizado na construção civil é um material formado por cimento misturado à areia, à brita e à água. A areia é normalmente extraída de leitos de rios, e a brita, oriunda da fragmentação de rochas. Impactos ambientais gerados no uso do concreto estão associados à extração de recursos minerais e ao descarte indiscriminado desse material. Na tentativa de reverter esse quadro, foi proposta a utilização de concreto reciclado moído em substituição ao particulado rochoso graúdo na fabricação de novo concreto, obtendo um material com as mesmas propriedades que o anterior. O benefício ambiental gerado nessa proposta é a redução do(a)
 - extração da brita.
 - extração de areia.
 - consumo de água.
 - consumo de concreto.
 - fabricação de cimento.

2. [resp] (ENEM-2014) O criador de uma espécie de peixe tem sete tanques, sendo que cada tanque contém 14600 litros de água. Nesses tanques, existem em média cinco peixes para cada metro cúbico (m^3) de água. Sabe-se que cada peixe consome 1 litro de ração por semana. O criador quer construir um silo que armazenará a ração para alimentar sua criação. Qual é a capacidade mínima do silo, em litros, para armazenar a quantidade de ração que garantirá a alimentação semanal dos peixes?
- 511
 - 5110
 - 51100
 - 511000
 - 5110000
3. [resp] (ENEM/2019) Um mestre de obras deseja fazer uma laje com espessura de 5 cm utilizando concreto usinado, conforme as dimensões do projeto dadas na figura. O concreto para fazer a laje será fornecido por uma usina que utiliza caminhões com capacidades máximas de 2 m^3 , 5 m^3 e 10 m^3 de concreto.



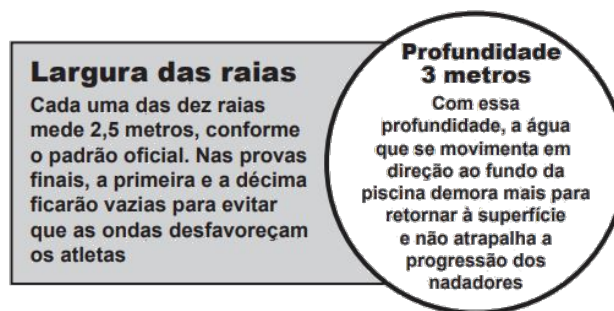
Qual a menor quantidade de caminhões, utilizando suas capacidades máximas, que o mestre de obras deverá pedir à usina de concreto para fazer a laje?

- Dez caminhões com capacidade máxima de 10 m^3 .
 - Cinco caminhões com capacidade máxima de 10 m^3 .
 - Um caminhão com capacidade máxima de 5 m^3 .
 - Dez caminhões com capacidade máxima de 2 m^3 .
 - Um caminhão com capacidade máxima de 2 m^3 .
4. [resp] (ENEM-2013) O dono de uma empresa produtora de água mineral explora uma fonte de onde extrai 20000 litros diários, os quais são armazenados em um reservatório com volume interno de 30 m^3 , para serem colocados, ao final do dia, em garrafas plásticas. Para aumentar a produção, o empresário decide explorar também uma fonte vizinha, de onde passa a extrair outros 25000 litros. O reservatório que se encontra em uso possui uma capacidade ociosa que deve ser aproveitada.

Avaliando a capacidade do reservatório existente e o novo volume de água extraído, qual o volume interno mínimo de um novo reservatório que o empresário deve adquirir?

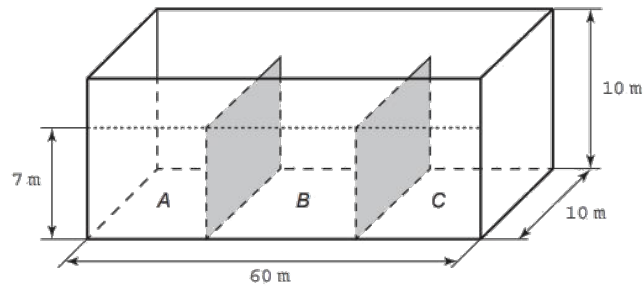
- a) 15 m^3
- b) 25 m^3
- c) $37,5 \text{ m}^3$
- d) 45 m^3
- e) $57,5 \text{ m}^3$

5. [resp] (ENEM/2017) Para a Olimpíada de 2012, a piscina principal do Centro Aquático de Londres, medindo 50 metros de comprimento, foi remodelada para ajudar os atletas a melhorar suas marcas. Observe duas das melhorias:



A capacidade da piscina em destaque, em metro cúbico, é igual a

- a) 3750
 - b) 1500
 - c) 1250
 - d) 375
 - e) 150
6. [resp] (ENEM/2016) Um petroleiro possui reservatório em formato de um paralelepípedo retangular com as dimensões dadas por $60 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ de base e 10 m de altura. Visando minimizar o impacto ambiental de um eventual vazamento, esse reservatório é subdividido em três compartimentos, A, B e C, de mesmo volume, por duas placas de aço retangulares com dimensões de 7 m de altura e 10 m de base, de modo que os compartimentos são interligados, conforme a figura. Assim, caso aja rompimento no casco do reservatório, apenas uma parte de sua carga vazará.
- Suponha que ocorra um desastre quando o petroleiro encontra-se com sua carga máxima: ele sofre um acidente que ocasiona um furo no fundo do compartimento C. Para fins de cálculo, considere desprezíveis as espessuras das placas divisórias. Após o fim do vazamento, o volume de petróleo derramado terá sido de
- a) $1,4 \times 10^3 \text{ m}^3$
 - b) $1,8 \times 10^3 \text{ m}^3$



- c) $2 \times 10^3 \text{ m}^3$
- d) $3,2 \times 10^3 \text{ m}^3$
- e) $6 \times 10^3 \text{ m}^3$

Considerações finais



Acreditamos que levar situações presentes no cotidiano dos estudantes para o ensino em sala de aula é algo que contribui para sua motivação, aumentando, conseqüentemente, o interesse pelo conteúdo proposto, estimulando sua aprendizagem.

O professor, como mediador do conhecimento, deve buscar, dentro das suas especialidades e habilidades, maneiras e técnicas que contribuam para elevação do interesse do indivíduo, despertando seres que busquem o conhecimento, utilizando, sempre que possível, ferramentas tecnológicas que contribuam com esse processo.

Escolhemos a temática sobre a aplicabilidade da Matemática na Construção Civil, porém cabe a cada mediador do conhecimento propor esta ou qualquer outra situação ou situações que envolvam a realidade do estudante, mostrando a aplicabilidade do conhecimento adquirido, conforme defende Paulo Freire.

Sabemos que a Matemática na Construção Civil não se limita somente à linha abordada neste trabalho, pois seu campo de aplicação é bem vasto, podendo seguir por diversas linhas. Esperamos que este *e-book* seja útil para os professores de Matemática e demais leitores interessados no tema.

Respostas



Capítulo 4

- 1) Opção c
- 2) Opção b

Capítulo 5

- 1) Opção b
- 2) Opção e
- 3) Opção d
- 4) Opção d
- 5) Opção b
- 6) Opção c
- 7) Opção a

Capítulo 6

- 1) Opção a
- 2) Opção a
- 3) Opção c
- 4) Opção a
- 5) Opção a
- 6) Opção d

A

Instalando e configurando o Sweet Home 3D



Aqui apresentamos o processo inicial de como baixar o programa, fazer sua instalação e uso do mesmo.

A.1 Instalando o Sweet Home 3D

Para iniciarmos o processo de instalação devemos verificar qual é o sistema operacional do aparelho onde o programa será instalado.

Verificando o sistema operacional do seu computador

Apresentamos aqui os passos para identificar o sistema operacional do seu computador, mas pode haver diferenças entre os detalhes descritos aqui e seu sistema. Com todos os ícones fechados do computador clicamos no ícone **iniciar**. Em seguida posicionamos o indicador do *mouse* sobre a palavra **meu computador** ou **este computador**, conforme indicado na Figura 42a. Em seguida clicamos com o botão contrário (lado direito do *mouse*) sobre a palavra **este computador** e depois em **propriedade**, conforme Figura 42b.

Após o procedimento mencionado, aparecerá a imagem, conforme Figura 42c, onde podemos verificar o sistema operacional do computador: por exemplo, se ele é de 32 ou 64 bits. Neste caso temos que o sistema instalado no computador é Windows 10 e o Sistema Operacional é de 64 bits.

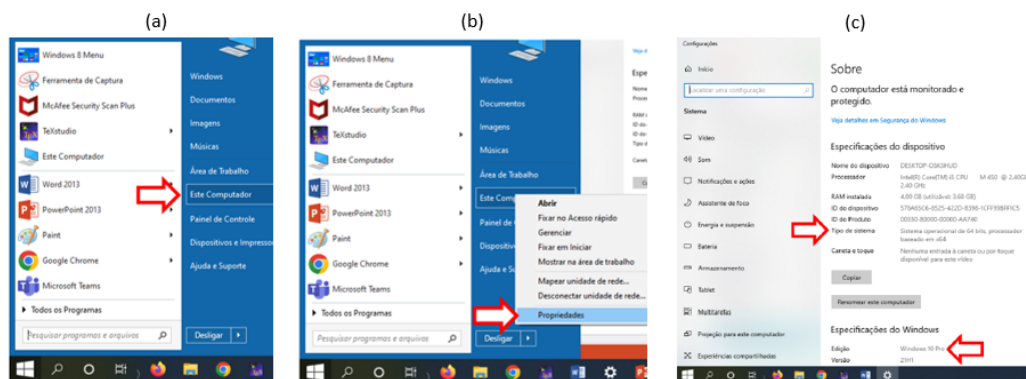


Figura 42: Verificando qual é o sistema operacional.

Baixando o programa Sweet Home 3D

Para baixar o programa é só acessarmos o [link https://www.sweethome3d.com/pt/](https://www.sweethome3d.com/pt/) e clicar em *download*. Ao clicarmos em *download* aparecerá algumas opções de instalador. Conforme Figura 43, devemos baixar de acordo com o sistema operacional instalado em nosso computador. Após baixarmos o arquivo e localizá-lo, devemos dar um duplo clique e seguir o processo de instalação que é autoexplicativo.



Figura 43: Baixando e instalando o Sweet Home em diferentes sistemas operacionais.

A.2 Como baixar móveis e objetos da internet

Para baixarmos objetos, podemos acessar o *site* <https://3dwarehouse.sketchup.com/>. Vale ressaltar que este mesmo *site* encontra-se presente dentro do próprio *site* do Sweet Home 3D <<https://www.sweethome3d.com/>>.

Caso queira, podemos criar um *login* para ter acesso ao *site* e baixar os objetos. Veja a seguir as dicas para criar *login* e senha. Devemos posicionar o *mouse* no canto superior direito sobre o ícone que aparenta ser uma imagem de um rosto. Caso já possua *login* e senha devemos clicar em **Sign In**; caso contrário devemos clicar em **Create Account** para nos cadastrarmos.

Dando continuidade conforme indicado na Figura 44, no local onde colocamos o nome para fazer a pesquisa no *site* (4) devemos digitar o nome do que deseja – por exemplo, “telha” – e pesquisar. Após isso podemos alternar entre as opções (5), (6), (7), (8) e verificarmos a que melhor nos atende.

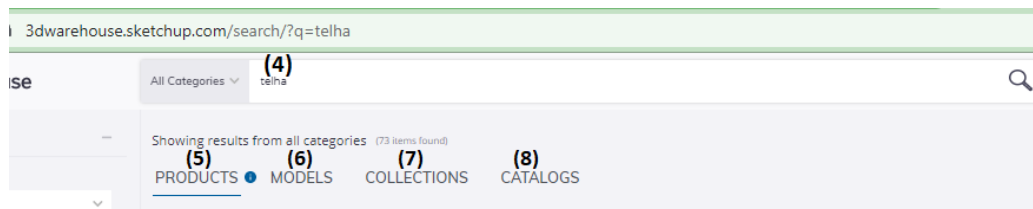


Figura 44: Opções de download.

Após localizarmos o objeto, clicamos na seta, conforme Figura 45, e escolhemos baixar com a opção **Collada File**; com isso nosso *download* será realizado. Uma dica é criar uma pasta com as imagens baixadas.

Tendo baixado o objeto e estando no ambiente do Sweet Home 3D, se quisermos inseri-lo na construção devemos clicar em: **Mobília - Importar mobília**; logo depois clicamos em **escolher modelos** para escolhermos o objeto baixado e seguirmos as orientações. Durante este processo é possível escolher em qual pasta, ou seja, em qual categoria queremos salvar o objeto, além de alterar suas dimensões e colocá-lo a uma determinada elevação, conforme indicado na Figura 46. Uma observação é que na fase inicial deste procedimento de inserção de objetos, se clicarmos em **procurar modelos**, iremos ser direcionados ao *site* para baixá-los.

Após inserirmos o objeto é possível alterar características como tamanho, inclinação, elevação, rotação.

Os objetos disponíveis foram criados por outros usuários e é possível criar novos objetos e disponibilizá-los colaborando com o *site*.

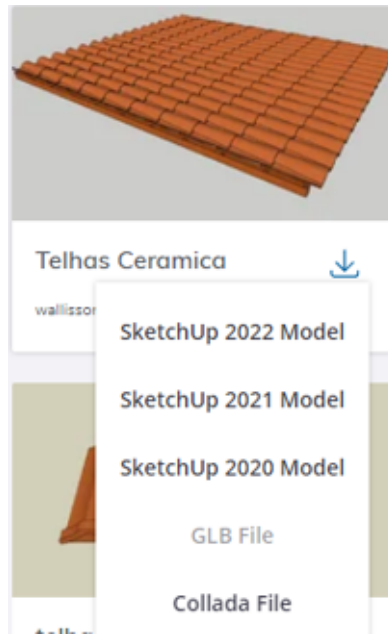


Figura 45: Baixando com a opção “Collada File”.

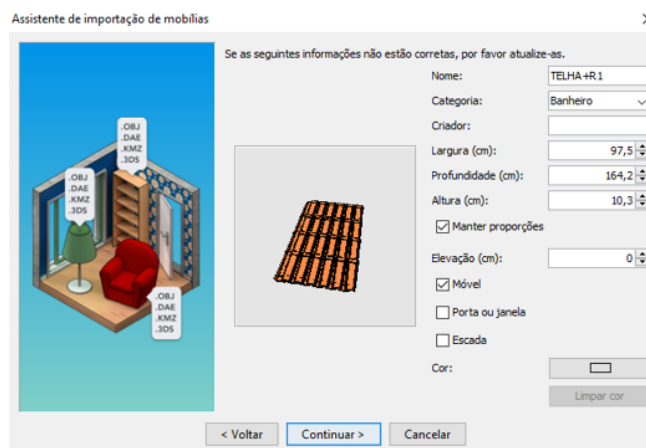


Figura 46: Baixando objetos e salvando direto na pasta do programa.

A.3 Criando vídeos

A criação da visualização de uma construção por meio de vídeos proporciona uma percepção de como ela será na realidade ao ser executada. Essa visualização em vídeo permite fazer um passeio virtual por toda a construção. Portanto, após a criação da construção no Sweet Home 3D, para iniciarmos a criação do vídeo clicamos em **Visão 3D - Criar vídeo** que apresentará a janela exibida na Figura 47 que contém as orientações de como criar o vídeo.

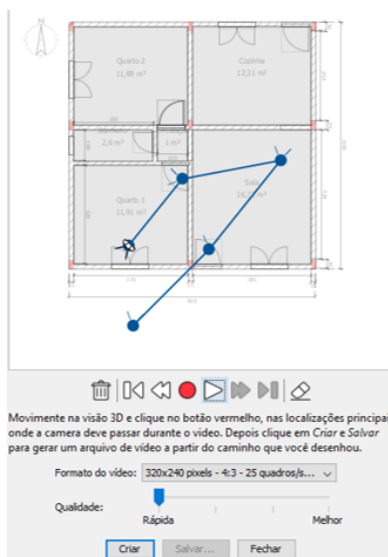


Figura 47: Criando vídeos.

A.4 Recursos na internet

Caso tenha dúvida na realização de alguma das orientações dadas, procure por canais no YouTube que expliquem sobre o Sweet Home 3D. Deixamos como sugestão o canal do Bruno Toniolo: nele estão disponíveis aulas explicando diversos detalhes de construção com o uso do Sweet Home 3D. Um exemplo é o vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=k6__beq6fvQ&ab_channel=BrunoToniolo> onde ele mostra como baixar objetos para o Sweet Home 3D.

B

Trabalhos similares



Neste apêndice apresentamos algumas dissertações abordando temas similares defendidas por outros autores no Profmat. A Tabela B.1 resume algumas características de cada trabalho. A seguir apresentamos uma análise individual de cada dissertação.

(RESENDE, 2014), em sua dissertação defendida em 2014 e intitulada *Um olhar sobre os conhecimentos de área e volumes utilizados por trabalhadores informais da Construção Civil em Porto Grande - AP*, relata a importância da Matemática na vida das pessoas, apresentando um relatório de entrevistas com agricultores, pedreiros, cavadores de poço e outros trabalhadores. Ele também faz uma proposta de aula usando uma casa como objeto de estudos abordando os conceitos de área e volume.

A dissertação de Júnior (2015), defendida em 2015 com título *A geometria na educação de jovens e adultos: uma experiência com alunos que atuam na Construção Civil*, é composta por duas fases. Na primeira, ele faz a coleta de informações por meio de uma pesquisa, em formato de questionário com 12 questões, para um grupo de 10 alunos do Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Eles atuavam na Construção Civil ou áreas afins, realizando cálculos mentais baseados em seus conhecimentos do dia a dia, e ele analisa os resultados de forma qualitativa. E conclui e ressalta o fator motivador como sendo o ensino da geometria contextualizada às situações reais vividas por esses alunos. Na segunda fase, ele propôs a 5 estudantes do EJA, que atuam diretamente na Construção Civil, situações problemas que utilizam a geometria em situações específicas e analisa as resoluções desenvolvidas. Ele conclui, nessa etapa, que os alunos têm plena consciência de que as técnicas que utilizam para resolver situações vivenciadas em seus ambientes de trabalho, embora na maioria das vezes tenham aprendido na prática, trata-se da mesma geometria que é abordada no ambiente escolar.

Tabela 4: Comparação entre as dissertações

Focos Temáticos			<i>Santos, I.S.</i>		<i>Ramos, Jr, V.S.</i>	
Construção civil	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Reforma e construção	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Planta baixa	✓		✓	✓	✓	✓
Cálculo de materiais		✓	✓	✓	✓	
BNCC/PNC			✓	✓	✓	✓
Matemática na vida/realidade		✓	✓	✓	✓	✓
Aulas e atividades	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Situações práticas		✓	✓		✓	✓
Tecnologia			✓	✓	✓	✓
História da geometria/sociedade	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Etnomatemática			✓	✓	✓	
Ângulo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Perímetro			✓	✓	✓	✓
Área	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Volume	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geometria	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Proporcionalidade	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Semelhança de triângulos	✓	✓	✓			✓
Trigonometria	✓	✓				✓
Congruência		✓	✓			
Teorema de Pitágoras	✓	✓			✓	✓
Teorema de Tales	✓	✓				

Em sua dissertação *Trigonometria no triângulo retângulo e exemplos na Construção Civil* defendida em 2016, [Silva \(2016\)](#) fala sobre os conceitos de geometria e trigonometria no triângulo retângulo, com exemplos destes aplicados à Construção Civil. Ele propôs duas atividades que foram realizadas na prática, sendo uma envolvendo semelhança de triângulos e outra envolvendo o triângulo retângulo, registrando as atividades com várias imagens.

A dissertação de [Santos \(2018\)](#), defendida em 2018 com título *Aplicações de geometria e trigonometria à Construção Civil*, inicia falando sobre a história da geometria e da trigonometria. Em seguida descreve a construção de uma pequena casa, abordando algumas etapas e instrumentos usados na construção, descrevendo a experiência dos pedreiros através das suas práticas diárias.

Na dissertação *O ensino de Matemática através da construção de uma edificação no software Sweet Home 3D uma proposta de ensino para jovens retidos no ensino fundamental II* defendida em 2019, [Gonçalves \(2019\)](#) apresenta o Sweet Home 3D, mostrando algumas das janelas do programa, seguido de uma pesquisa na própria cidade sobre produtos e serviços da Construção Civil e culmina com a elaboração de uma planta baixa de uma edificação.

Nessa dissertação, intitulada *Modelagem Matemática na Construção Civil por meio de sequências didáticas* e defendida em 2020, [Araujo \(2020\)](#) propõe duas sequências didáticas bem detalhadas sobre etapas da construção de uma casa, com situações rotineiramente desenvolvidas por profissionais, como engenheiros, pedreiros e arquitetos. A primeira sequência didática refere-se à construção do projeto de uma casa, seguindo todas as etapas até o modelo final. Enquanto a segunda descreve os procedimentos para calcular a quantidade de material necessária para executar as principais etapas da respectiva casa, como a construção das paredes, colocação de cerâmica e pintura. Além de calcular estes materiais, ela propõe o cálculo da quantidade de ingredientes como areia, cimento, brita e água que serão gastos para assentamento e colocação dos materiais.

Uma característica comum, e presente nas dissertações, é a preocupação em ensinar, mostrando a Matemática de forma prática em diversos contextos do cotidiano, buscando torná-la aplicável em situações presentes na realidade do estudante.

Referências Bibliográficas



- AL., F. F. et. *Fundações: teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: PINI ABMS/ABEF, 2016. 55 p. (Fundações). ISBN 9788572664691. 10
- ALMEIDA, M. C. F. de. *Estruturas Isostáticas*. 1. ed. São Paulo: Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), Câmara Brasileira do Livro, 2009. 11 p. (Oficina de Textos). ISBN 9788586238833. 8
- ARAUJO, M. de F. M. *Modelagem matemática na construção civil por meio de sequências didáticas*. Master's thesis — Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, Brasil, 2020. 80
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 1996: Projeto e execução de fundações*. [S.l.: s.n.], 1996. 10
- BERTOLINI, L. *Materiais de construção: patologia/reabilitação/prevenção*. 1. ed. São Paulo: Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), Câmara Brasileira do Livro, 2010. 25 p. (Oficina de Textos). ISBN 9788579752421. 2
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. 2
- Colaboradores da Wikipédia. *Rompimento de barragem em Brumadinho*. 2019. Acesso em: 27 jul. 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Rompimento_de_barragem_em_Brumadinho>. 14
- Colaboradores da Wikipédia. *Great Wall of China*. 2022. Acesso em: 19 jul. 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Muralha_da_China>. vii, 5
- Colaboradores da Wikipédia. *List of tallest buildings in Asia*. 2022. Acesso em: 19 jul. 2022. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tallest_buildings_in_Asia>. vii, 5
- Colaboradores da Wikipédia. *Oca*. 2022. Acesso em: 19 jul. 2022. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Oca>>. vii, 4
- Colaboradores da Wikipédia. *Pirâmides egípcias*. 2022. Acesso em: 19 jul. 2022. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A2mides_eg%C3%ADpcias>. vii, 5
- EBC. *Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho*. 2022. Acesso em: 13 abr. 2020. Disponível em: <<http://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-commaior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>>. 13
- GONÇALVES, A. F. de S. *O ensino de matemática através da construção de uma edificação no software Sweet Home 3D*. Master's thesis — Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil, April 2019. 80
- JÚNIOR, V. da S. R. *A geometria na educação de jovens e adultos: uma experiência com alunos que atuam na construção civil*. Master's thesis — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, February 2015. 79
- OHTAKE, R. *Oscar Niemeyer*. 1. ed. São Paulo: Publifolha, 2007. 12 p. (Arquitetura). ISBN 9788574028019. 7
- RESENDE, R. de L. *Um olhar sobre os Conhecimentos de área e Volume Utilizados por trabalhadores Informais da Construção Civil em Porto Grande-AP*. Master's thesis — Universidade Federal do Amapá, Macapá, Brasil, 2014. 79
- SANTOS, I. S. *Aplicações de geometria e trigonometria à construção civil*. Master's thesis — Universidade Federal do Ceará, Quixadá, Ceará, Brasil, 2018. 80
- SILVA, J. P. da. *Trigonometria no triângulo retângulo e exemplos na construção civil*. Master's thesis — Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil, 2016. 80

TOMAZELA, J. M. *Quatro operários morrem atingidos por desabamento de parede em Presidente Prudente*. 2020. Acesso em: 23 jul. 2020. Disponível em: <<http://www.terra.com.br/noticias/brasil/cidades/quatro-operariosmorrem-atingidos-por-desabamento-de-parede-em-presidente-prudente,0e1ec54bcf1ef286ebe9a04c6bdbffec8khg4duo.html>>. 14

VELLOSO, D. de A.; LOPES, F. de R. *Fundações: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais, fundações profundas*. 1. ed. São Paulo: Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), Câmara Brasileira do Livro, 2010. (Oficina de Textos). ISBN 978-85-7975-209-4. 10, 11

Índice Remissivo



- acabamento, 51
- alvenaria, 9
- bloco, 11
- bloco de fundação, 9
- carga, 10, 39
- cerâmica, 51
- cinda da base, 31, 62
- cinta, 9
- concreto, 9, 59
- contrapiso, 64
- estaca, 11
- estribos, 29, 33
- ferragens, 27, 33
- fundação, 10, 62
- fundações superficiais, 10
- fundações profundas, 10
- grelha, 10
- intertravamento, 42
- lote, 8
- minipilar, 11, 30
- perímetro, 27
- pilar, 11, 63
- planta baixa, 11, 20
- proporcionalidade, 38
- radier, 10
- sapata, 10
- sítio, 8
- solo, 9
- Sweet Home 3D, 16, 74
- terreno, 8
- tijolo, 40
- topografia, 8
- tubulação, 11
- viga, 13, 33, 63



6º Simpósio Nacional da Formação do Professor de Matemática

Realização e Organização



Associação Nacional dos Professores
de Matemática na Educação Básica

Distribuição

