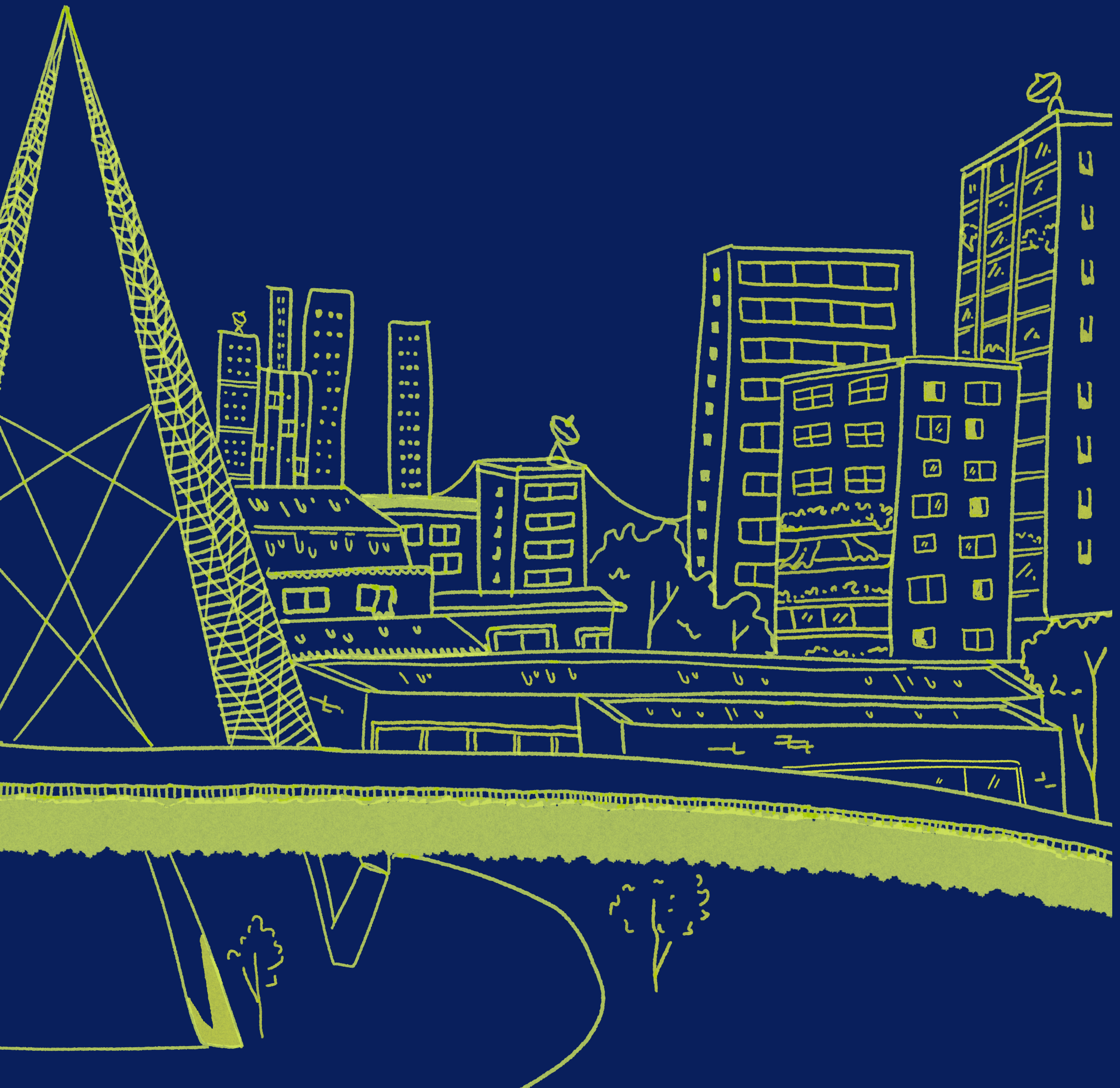
CONVERSAS ENTRE MENINAS E ENGENHEIRAS NOS LABORATÓRIOS DA

ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL (EECA)







UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

CONVERSAS ENTRE MENINAS E ENGENHEIRAS NOS LABORATÓRIOS DA ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

PROJETO

Conversa entre meninas e engenheiras: construindo redes

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Márcia Maria dos Anjos Mascarenha
Katia Alcione Kopp

ORGANIZADORAS DA COLETÂNEA

Márcia Maria dos Anjos Mascarenha
Katia Alcione Kopp
Andrelisa Santos de Jesus
Sylvia Regina Mesquita de Almeida
Karla Emmanuela Ribeiro Hora

INSTITUIÇÃO EXECUTORA

Universidade Federal de Goiás (UFG)

INSTITUIÇÃO PARCEIRA

Colégio Estadual Nazir Safatle

INSTITUIÇÕES DE FOMENTO

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

DIAGRAMAÇÃO

Ana Clara Guerreiro
Lucas Carilli Brito Ferreira

ILUSTRAÇÃO

Lucas Carilli Brito Ferreira
Yasmin Cavalcante da Silva

PROJETO GRÁFICO

Ana Clara Guerreiro
Lucas Carilli Brito Ferreira
Yasmin Cavalcante da Silva

REVISÃO TEXTUAL

Isadora de Melo e Silva Bastos

Larissa Rodrigues Ribeiro Pereira
Diretora Comercial

Winstom Erick Cardoso Pereira
Diretor Administrativo

CONSELHO EDITORIAL

ACADÊMICO
Prof. Me. Adriano Cielo Dotto (Una Catalão)
Prof. Dr. Aguinaldo Pereira (IFRO)
Profa. Dra. Christiane de Holanda Camilo (UNITINS/UFG)
Prof. Dr. Dagoberto Rosa de Jesus (IFMT)
Profa. Me. Daiana da Silva da Paixão (FAZAG)
Profa. Dra. Deise Nanci de Castro Mesquita (Cepae/UFG)
Profa. Me. Limerce Ferreira Lopes (IFG)
Profa. Dra. Márcia Gorett Ribeiro Grossi (CEFET-MG)
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos (FAQ)
Profa. Dra. Maria Adélia da Costa (CEFET-MG)
Profa. Me. Patrícia Fortes Lopes Donzele Cielo (Una Catalão)
Profa. Dra. Rosane Castilho (UEG)
Prof. Dr. Ulysses Rocha Filho (UFCAT)

CONSULTIVO
Nelson José de Castro Peixoto
Núbia Vieira
Welima Fabiana Vieira Borges

Instituição Realizadora :

Instituição Parceira :

Instituições de Fomento :

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

Conversas entre meninas e engenheiras nos laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) [livro eletrônico] / [organizadoras Márcia Maria dos Anjos Mascarenha ... [et al.] ; coordenação Karla Emmanuela Ribeiro Hora, Márcia Maria dos Anjos Mascarenha, Kátia Alcione Kopp]. -- Goiânia, GO : Ed. das Autoras, 2026. -- (Conversas entre meninas e engenheiras)
PDF

Vários autores.
Outros organizadores: Kátia Alcione Kopp, Andrelisa Santos de Jesus, Sylvia Regina Mesquita de Almeida, Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Bibliografia
ISBN 978-65-02-30164-7

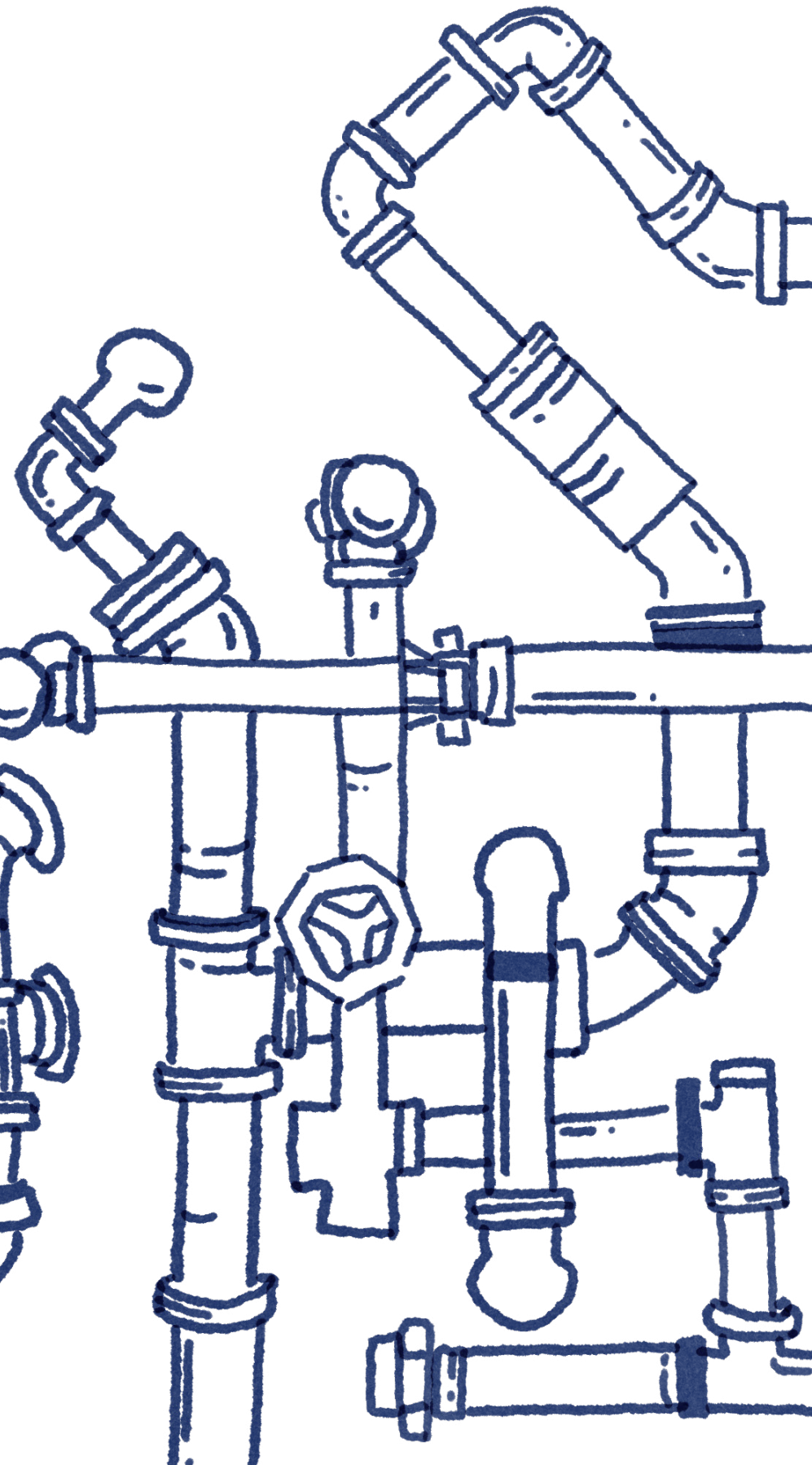
1. Educação 2. Engenharia ambiental 3. Meninas 4. Mulheres 5. Sustentabilidade I. Mascarenha, Márcia Maria dos Anjos. II. Kopp, Kátia Alcione. III. Jesus, Andrelisa Santos de. IV. Almeida, Sylvia Regina Mesquita de. V. Hora, Karla Emmanuela Ribeiro. VI. Série.

26-387002.0 CDD-628

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia ambiental 628

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964



APRESENTAÇÃO DA COLETÂNEA

A coletânea Conversas entre Meninas e Engenheiras: propostas metodológicas para construção de saberes na engenharia com o ensino fundamental e médio é um produto do Projeto de Pesquisa e Extensão “Conversas entre Meninas e Engenheiras: construindo redes, financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Nº Proc.: 440461/2024-3) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG/GO (Nº Proc.: 202410267000989). O referido projeto tem por intuito despertar o interesse de estudantes do sexo feminino de ensino fundamental e médio para STEM (*Science, Technology, Engineering and Maths*). Esse projeto dá continuidade a diversos projetos focados na igualdade de gênero desenvolvidos na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás: Conversa entre Meninas e Engenheiras - semeando oportunidades de gênero na ciência (2019), com financiamento do CNPq, no período de 2018-2020, e Vamos Enveredar pelos Laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da UFG? executado entre 2023 e 2024, vinculado ao programa Futuras Cientistas da CETENE.

Para atender ao objetivo do projeto, as estudantes do ensino médio foram apresentadas a diferentes campos do conhecimento na área das engenharias, a partir de visitas guiadas a diversos laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) na Universidade Federal de Goiás (UFG). Além disso, foi criado em uma escola parceira um núcleo de apoio ao estudo de disciplinas da área de exatas, mais especificamente matemática. Este núcleo de apoio envolveu discentes e docentes da UFG.

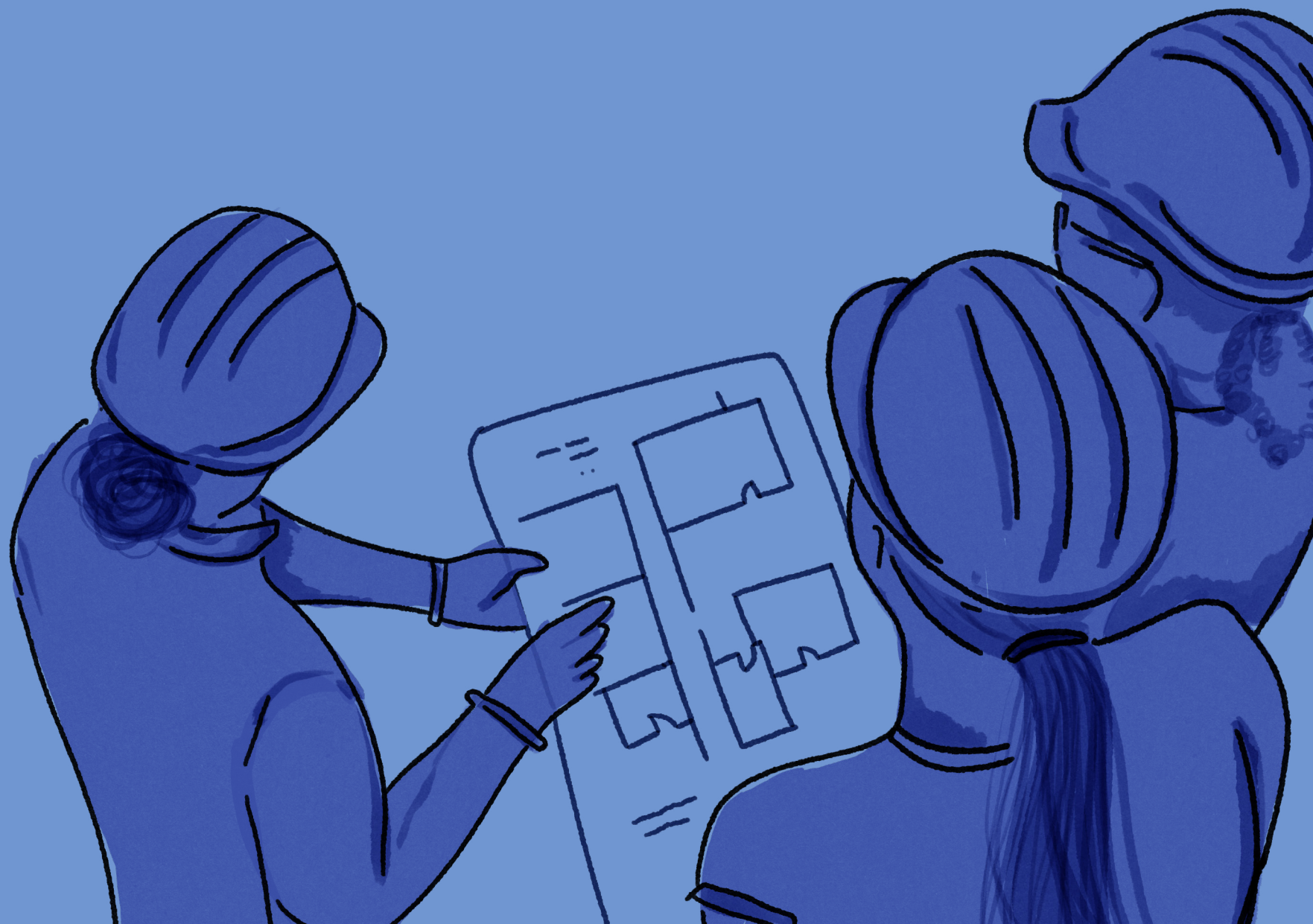
Entendendo a importância de divulgação da experiência e visando inspirar e incentivar a realização de novas iniciativas, optou-se pelo desenvolvimento desta coletânea de livros. Assim, essa coletânea é um compilado de algumas das ações promovidas durante a execução dos projetos mencionados e é composta por dois livros: Livro 1: Conversas entre Meninas e Engenheiras nos laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental; Livro 2: Conversas entre Meninas e Engenheiras: proposta pedagógica para diálogos na educação básica.

Destaca-se que esta obra está disponibilizada de forma eletrônica e gratuita no site da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (www.eeca.ufg.br) e do Programa de Pós-graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da UFG (https://gecon.eeca.ufg.br/).

Desejamos a todas as pessoas a melhor interação possível com este material, ao mesmo tempo em que agradecemos àquelas que contribuíram de forma direta e indireta para a realização do projeto, das ações e dessa coletânea.

PREFÁCIO

“PARA QUÊ PERNAS, SE TENHO ASAS PARA VOAR.” (FRIDA KAHLO)





Estimados/as leitores/as,

Retomo este prefácio para o livro “CONVERSAS ENTRE MENINAS E ENGENHEIRAS NOS LABORATÓRIOS DA ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL (EECA)”, surgido a partir do material didático “Vamos enveredar pelos laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental?”. Nesse novo formato, a obra dialoga com o avanço do projeto “Conversas entre Meninas e Engenheiras: construindo redes”. Já não tenho mais a paisagem de outrora na janela do meu escritório. Talvez por isso eu mesma tenha alterado o layout original da sala, como um sinal de protesto, deixando minha cadeira de costas para a janela.

Antigamente, eu escrevia sentada à frente da janela, onde meu olhar alcançava o vento e diversas folhagens. A depender da hora e do dia, principalmente aos sábados e domingos, entre 7 e 8 horas da manhã, pequenos grupos de araras tinham como pouso certeiro uma grande árvore que se encontrava à frente da casa vizinha. Eu os observava atentamente, querendo entender, por pura curiosidade, e participar daquele diálogo entusiasmado em plena área urbana. Não era raro este acontecimento. Muitas vezes eu pensava que a rota escolhida por eles coincidia com o crescimento da cidade; um conjunto de casas e construções que avançavam sobre o que restava de remanescentes de vegetação expulsando as aves de seus locais. Foram pouco mais de 40 anos assim, quando eu me mudei para este lugar com pouco mais de seis anos, a árvore já existia, até que um dia, sob uma lógica não explicada de gestão urbana, a árvore que sombreava a rua e as pessoas, e que abrigava, de tempos em tempos, o ponto de parada e descanso de diversos pássaros, foi suprimida, expulsa da própria cidade que ela protegia e acolhia nos momentos de calor extremo com suas sombras. Hoje, olho da mesma janela, escrevendo este texto, sinto falta da árvore, do diálogo dos pássaros e das histórias não ouvidas da natureza.

Relembrando essa história, recupero esse texto. CONVERSAS ENTRE MENINAS E ENGENHEIRAS NOS LABORATÓRIOS DA ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, agora parte de uma coletânea, traz histórias não ouvidas na natureza acadêmica de forma linda, leve, sutil e encantadora. Eu folheei, virtualmente, suas páginas, lendo as histórias dos laboratórios, agora contados pela personagem Rita, uma jovem engenheira civil, acompanhada do bem-te-vi, uma personagem gráfica que relembra os pássaros que se avistam na EECA. Os textos foram escritos por muitos autores e autoras, desdobrando-se um diálogo incessante sobre a necessidade das práticas integradas de ensino-pesquisa-extensão.

Nele, vê-se fotos das meninas que adentravam a universidade e se inscreveram nas nossas disciplinas e oficinas; elas que, com seus rostos de

pura curiosidade, nos inspiram cotidianamente a seguir em frente num ambiente que, muitas vezes, não percebe os inúmeros desafios cotidianos que as mulheres enfrentam para estar ali. Enveredando – palavra que inicia o título do livro -, nos leva a um voo de conhecimento, guiando um caminho feito com muitas mãos.

O tom degradê em azul, que compõe a paleta de cores escolhidas para suas páginas, nos traz encantamento e curiosidade sobre a história da Engenharia; sobre o uso dos laboratórios, sobre a composição dos solos; sobre a realização de ensaios de penetração no laboratório de asfalto; sobre o comportamento das estruturas em engenharia civil; sobre a demonstração de conceitos básicos sobre as propriedades dos fluidos e suas aplicações por meio de experimentos fáceis e replicáveis; sobre experimentos práticos na área de saneamento ambiental; sobre orientações de aspectos importantes do registro do trabalho acadêmico por meio de relatórios; sobre noções básicas de conforto ambiental aplicado à arquitetura; sobre o conhecimento básico e fundamental que facilita a organização de dados por meio da utilização de planilhas eletrônicas; e sobre técnicas e dicas para apresentar oralmente um trabalho. Este último, apesar de se direcionar para a pesquisa acadêmica, é muito útil para diferentes momentos da vida. Todos estes conhecimentos sistematizados nos seus capítulos azul-lilás são aspectos técnicos com procedimentos previamente organizados e ordenados, mas que, para alguém que adentra este universo, são também, histórias por conhecer, aprender, 'experienciar' e contar.

Rita e seu animado amigo bem-te-vi nos contam sobre tudo isso nas diferentes páginas chamando a atenção para aspectos centrais do texto. Essa amizade é muito simbólica. Rita, inspiradora da personagem, durante muito tempo, lecionou disciplinas que apontavam para a importância da natureza. Agora, a personagem e seu amigo tornam esse laço sólido, ao nos contarem um pouco do que acontece nos laboratórios. O bem-te-vi, para muitas pessoas, representa um símbolo de energia positiva, alegria e proteção. Este pequeno [no tamanho] grande [na intenção] pássaro nos inspira e enche de esperança ao lermos cada página desse manuscrito. Não é só um livro com conhecimento técnico e acadêmico sistematizado.

Este é um livro concebido dentro de um projeto que busca estimular meninas a participarem do mundo da ciência e da engenharia. É, também, um registro do amplo universo no qual mulheres, já inseridas na academia e ciência, lutam para permanecer, crescer e contar suas histórias não ouvidas.

Pensando nisso tudo, revi, na minha mente, a linha histórica que conta a luta das mulheres e seus reflexos na engenharia. Parecem tão poucas! Contudo, considerando os processos de opressão e a ampliação das diferentes formas de violência [simbólica, física, emocional, patrimonial e financeira], os obstáculos de permanência das poucas jovens no ensino de engenharias [o desestímulo constante durante o curso com piadas desagradáveis e deselegantes] e o pouco prestígio salarial delas [mulheres ganham menos que homens mesmo ocupando lugares iguais no mundo do trabalho], o livro é uma conquista e uma vitória. Isso se reflete no meu próprio papel na Escola de Engenharia Civil e Ambiental, quando fui Diretora dessa importante instituição que nasceu antes mesmo da UFG. Eu fui

a primeira mulher arquiteta-urbanista a assumir este cargo. Foi uma experiência desafiante que abrangeu todo o período da pandemia. Isso só foi possível porque encontrei mulheres e homens que me inspiraram a estar ali, naquele lugar, fazendo ciência.

Por fim, ainda no formato de material didático, eu recuperei a aula por Mariana do Nascimento Sousa, na disciplina Mulheres e Igualdade de Gênero na Engenharia, um núcleo livre ofertado pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental, onde lemos o conto "Maria" do livro "Olhos d'água" de Conceição Evaristo. Na aula, muitos testemunhos foram dados sobre se reconhecer enquanto mulher negra e mulher diversa numa sociedade que não nos escuta. Agora, quero recuperar Carolina Maria de Jesus, para quem "Uma palavra escrita não pode nunca ser apagada". A palavra escrita é a história dessas muitas meninas e mulheres que chegaram até aqui.

CONVERSAS ENTRE MENINAS E ENGENHEIRAS NOS LABORATÓRIOS DA ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL revela a força das mulheres e sua presença na engenharia. Ele perpassa o projeto "Futuras Cientistas (2022-2023)" e revisita a publicação "Enveredando pelos laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental", acumula a experiência do projeto "Conversa entre Meninas e Engenheiras (2019-2020)" – e se reestrutura no projeto "Conversa entre Meninas e Engenheiras: Construindo Redes" (2024-2027). Ele fortalece não só uma rede de conhecimento e mudança na cultura institucional ao dar protagonismo para elas, mas também conta o redescobrimento destas mulheres sobre si mesmas e na ciência, numa Escola com uma tradição de mais de 70 anos, na qual a figura e o ambiente masculino eram predominantes. Ele se torna, de forma muito simbólica, expressão do espaço e das vozes delas, agora multiplicadas. Na organização do livro (intencional ou não), o capítulo final nos auxilia a fazer apresentações orais, a dialogar e contar nossas histórias acadêmicas, mas cuja técnica pode ser usada em diferentes espaços. Ao lê-lo, após passar pelos capítulos anteriores, imagino o bem-te-vi voando dentro de mim e - de todas as mulheres - contando as histórias não contadas de nossas vidas, pousando em outras árvores e conquistando outros espaços.

Desejo a todas as pessoas que lerem este livro este mesmo encantamento que eu tive com as mulheres, os homens, as jovens e as pessoas diversas que nos brindaram com esta leitura. Que ele possa inspirar mais meninas nas ciências e apoiar mais mulheres a seguir nesta carreira.

Agradeço à Rita por nos guiar nesse sonho.

Karla Emmanuela Ribeiro Hora – mãe, mulher, arquiteta-urbanista, ex-Diretora da Escola de Engenharia Civil e Ambiental, bolsista em produtividade PQ-C (Fapeg/CNPq).

Goiânia, março de 2026

SUMÁRIO

01 ENGENHARIAS CIVIL E AMBIENTAL — PÁGINA 20

02 CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL — PÁGINA 32

03 COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS DE ENGENHARIA CIVIL — PÁGINA 56

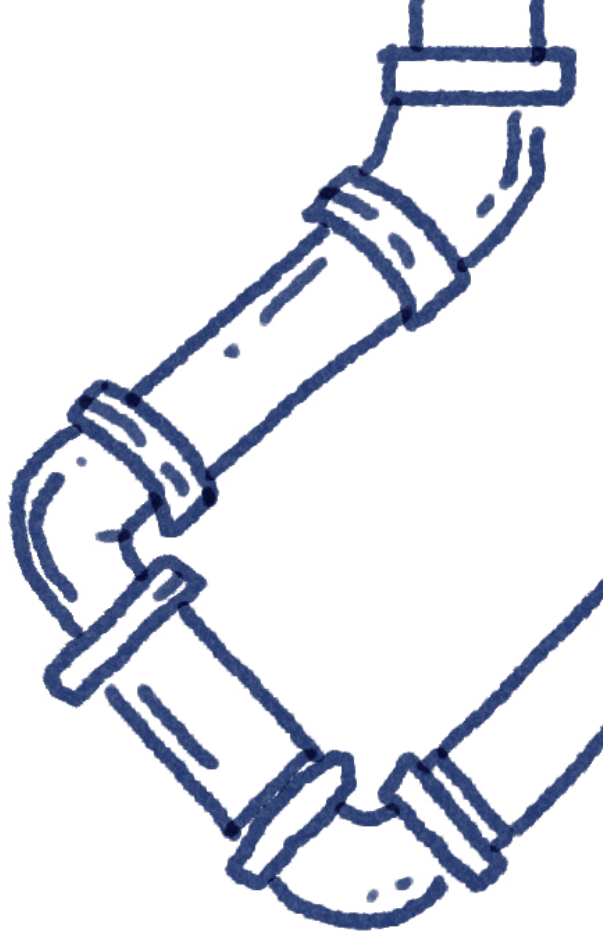
04 ENSAIO DE PENETRAÇÃO NO LABORATÓRIO DE ASFALTO — PÁGINA 72

05 CONHECENDO OS SOLOS PÁGINA 80

06 PROPRIEDADES DA ÁGUA E APLICAÇÕES PRÁTICAS PÁGINA 90

07 ROTEIRO DIDÁTICO PARA OS EXPERIMENTOS DA ÁREA DE SANEAMENTO AMBIENTAL PÁGINA 110

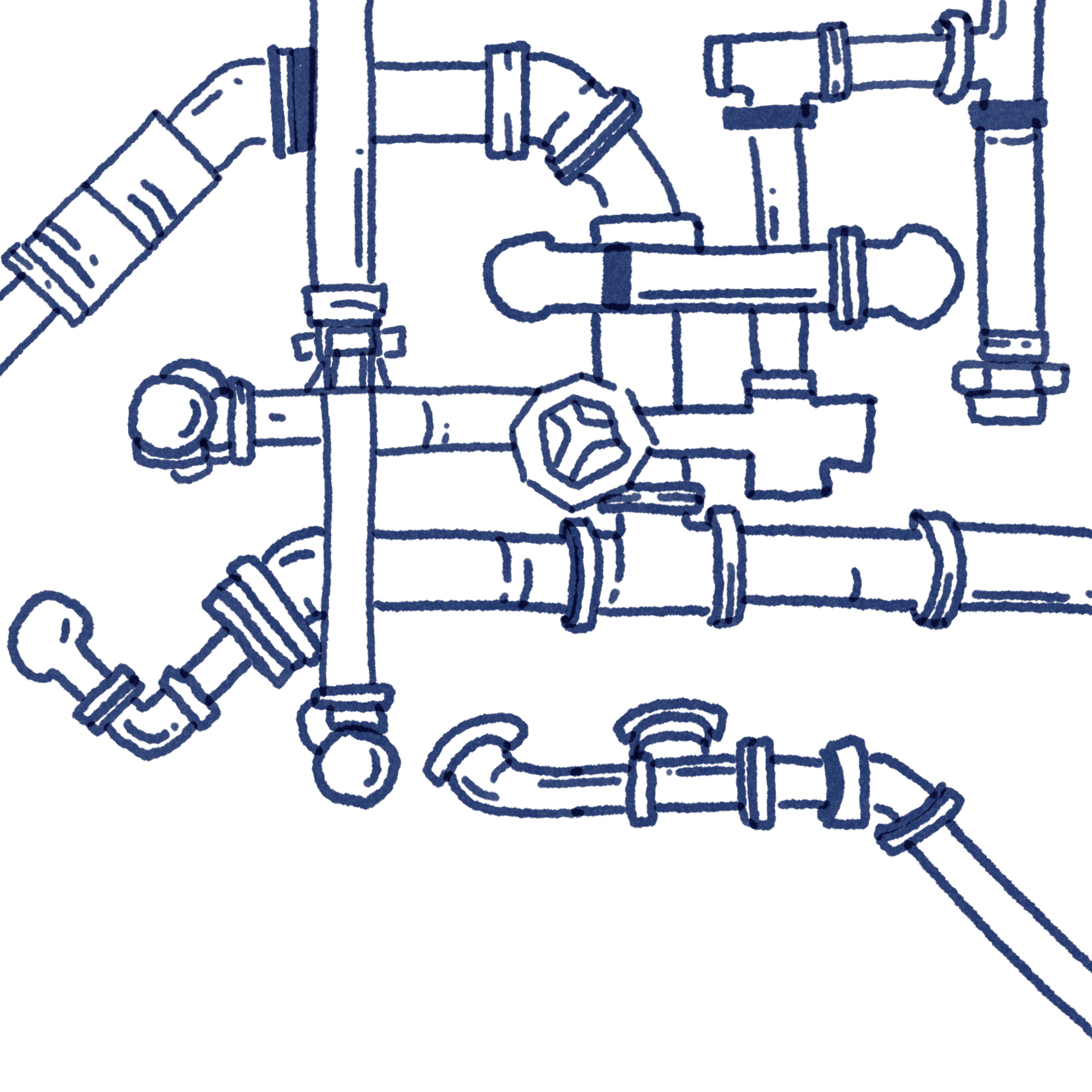
08 CONFORTO AMBIENTAL PÁGINA 128



09 PLANILHAS ELETRÔNICAS PÁGINA 144

10 DA ESTRUTURA À NORMALIZAÇÃO PÁGINA 162

11 APRESENTAÇÕES ORAIS PÁGINA 180



CONHEÇA...

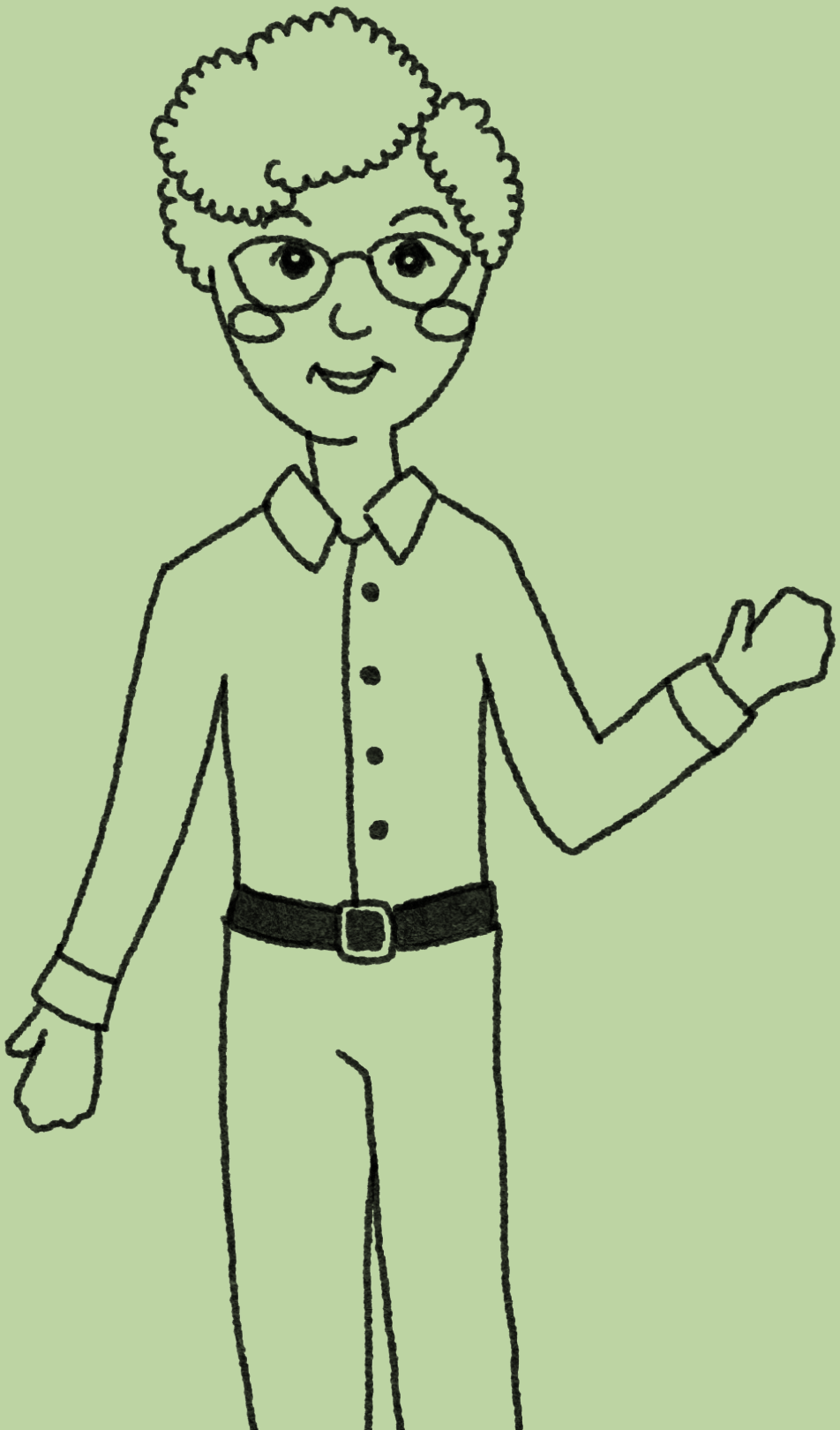
RITA

Sejam bem-vindos à Escola de Engenharia Civil e Ambiental!

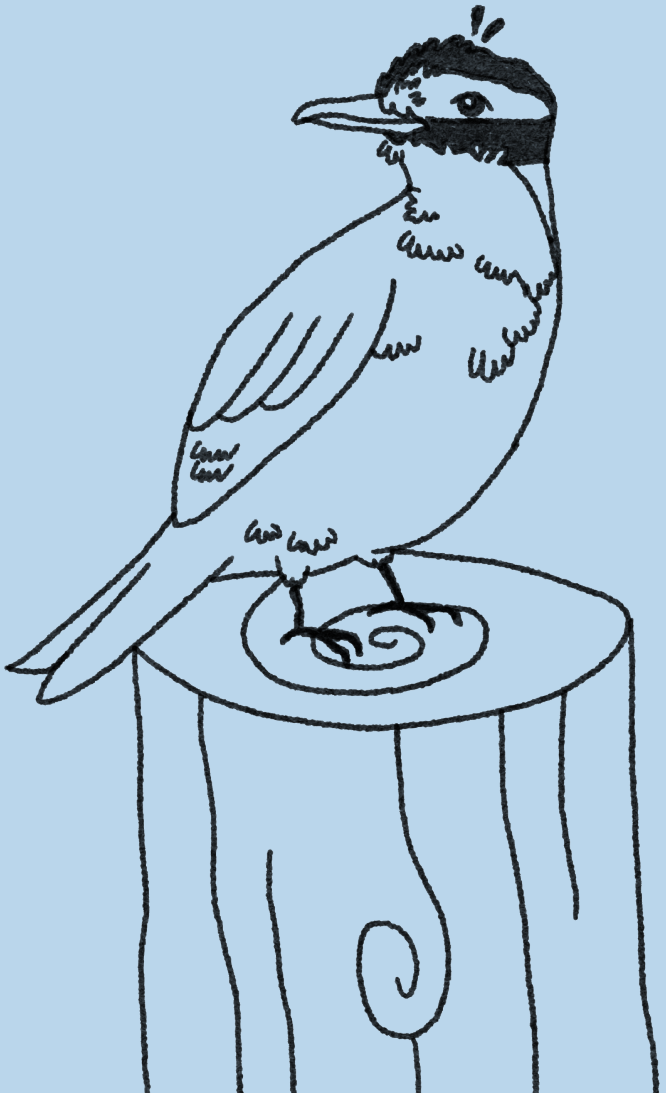
Olá, sou a Rita, uma jovem engenheira civil que conhece bem a Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Vou guiar vocês por uma visita aos laboratórios que servem aos cursos de graduação em Engenharia Civil e em Engenharia Ambiental e Sanitária. Recebi meu nome em homenagem à Professora Rita de Cássia da Silva, que teve uma longa carreira como professora nessa Escola.

Estou aqui para acompanhar vocês em uma visita aos laboratórios que fizeram e ainda fazem parte da formação profissional de várias engenheiras.

Rita de Cássia da Silva se formou Engenheira Civil na antiga Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás. Alguns anos depois, em 1984, ingressou como professora nessa mesma escola, onde desempenhou importante papel na formação acadêmica de estudantes, sempre trazendo temas sobre sustentabilidade e questões sociais. Atualmente aposentada, continua colaborando eventualmente com atividades na atual Escola de Engenharia Civil e Ambiental.



CONHEÇA...



BEM-TE-VI

Na Escola de Engenharia, os bem-te-vis são presença constante, e como representante deles, vou acompanhar vocês e a Rita nesta jornada. Amo explorar cada laboratório e, como sou muito curioso, acho que essa será uma experiência educativa muito legal e interessante. Estou ansioso para compartilhar com você tudo o que aprendi voando pelos céus deste campus.

Vamos lá!

ENGENHARIAS CIVIL E AMBIENTAL

AUTORA: SYLVIA REGINA MESQUITA DE ALMEIDA.

01

Introdução

Engenharia é a aplicação de conhecimentos científicos, sociais, econômicos e práticos para solucionar problemas e melhorar a vida das pessoas. Profissionais de engenharia usam conhecimentos da física, da matemática, da química, além de conhecimentos técnicos específicos, para conceber, planejar, construir, melhorar e manter estruturas, máquinas, materiais, sistemas e processos.

Atualmente, existem vários ramos que designam profissões sob a denominação engenharia: civil, mecânica, elétrica, eletrônica, de computação, de produção, ambiental, entre outros.

Figura 1. Produtos da engenharia: a) Edifícios; b) Estradas; c) Carro; d) Linha de transmissão de energia elétrica; e) Reflorestamento.

a)



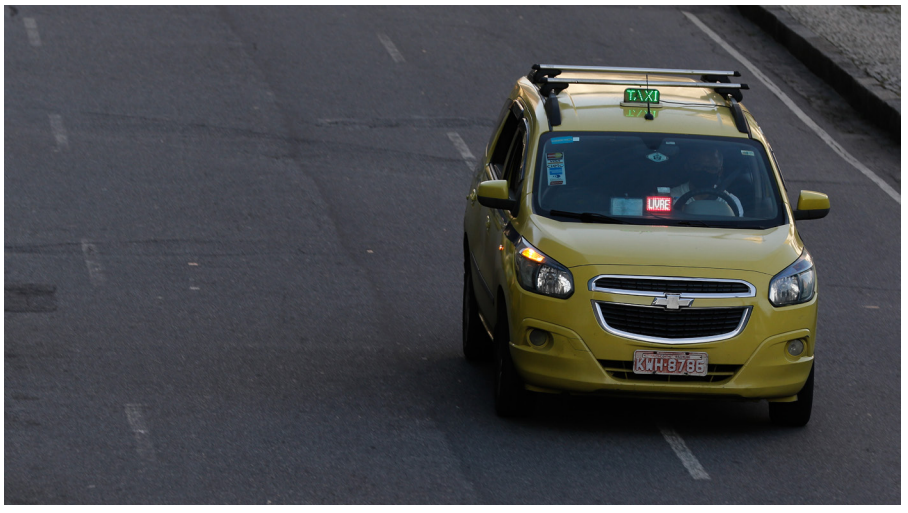
Fonte: Fabio Rodrigues-Pozzebom/ Agência Brasil

b)



Fonte: Marcello Casal Jr/ Agência Brasil

c)



Fonte: Fernando Frazão/Agência Brasil

d)



Fonte: Tânia Rêgo/Agência Brasil

e)



Fonte: https://pxhere.com/pt/photo/1385461

Engenharia, uma atividade humana por excelência

Você sabia?

A palavra engenho vem do latim ingenium, que significa gênio ou uma invenção inteligente.



A palavra engenheiro surgiu na língua portuguesa apenas no início do século XVI para se referir à pessoa que construía ou operava um engenho. A palavra engenho era então usada apenas para designar máquinas de guerra, como catapultas ou torres de assalto (Figura 2). Tratava-se, portanto, de uma atividade essencialmente militar.

Mais tarde, com o amadurecimento da atividade de projetar pontes e edifícios como especialidade técnica autônoma, surge o termo **engenharia civil** como forma de distinguir essa atividade da antiga especialidade da **engenharia militar**.

Figura 2. Antigos engenhos: torre de assalto.



Fonte: Pexels.

Como surgiu a Engenharia?

O abrigo provavelmente é uma das primeiras necessidades humanas satisfeitas com o uso do que se denomina engenho, a capacidade de encontrar soluções para diversos problemas. A confecção de abrigos artificiais permitiu a migração da humanidade e a ocupação do território. Os primeiros abrigos eram feitos com galhos ou pedras encontrados na natureza.

Com a passagem de coletores a agricultores, a humanidade se fixou e os abrigos se tornaram moradias que passaram por mudanças. A humanidade aprendeu a usar galhos e terra para erguer paredes e coberturas, cortar pedras e a usar o barro para confeccionar blocos artificiais. Os dois materiais foram usados nas primeiras construções e algumas técnicas são até hoje empregadas em diversas culturas (Figura 3).

Figura 3. Exemplos de moradia e abrigos com: a) moradia feita com materiais naturais como árvores e coberta com sapé; b) abrigo antigo feito com pedras.

a)



b)



Fonte: Pexels

A descoberta do cimento e o desenvolvimento do aço permitiram a construção de edifícios altos e esbeltos. Foi necessário desenvolver teorias que explicassem a resistência dos materiais e permitissem prever o comportamento das construções. Hoje, o edifício mais alto do mundo é o Burj Khalifa, construído em Dubai, com 828 metros de altura e 163 andares (Figura 4). Isso representa pouco mais de 5,6 vezes a altura da pirâmide de Gizé, localizada no Cairo. A pirâmide já foi considerada um dos edifícios mais altos edificados. Sua construção data de mais de 4500 anos antes da era atual.

Figura 4. Burj Khalifa.



Fonte: Free Stocks.

Há muito tempo, a humanidade fabrica equipamentos para facilitar o exercício de várias atividades, como moinhos e rodas d'água (Figura 5). Mas foi com a revolução industrial que surgiram novos termos para indicar novas especialidades como engenharia naval; engenharia mecânica; engenharia elétrica e assim por diante.

As migrações humanas também impulsionaram o desenvolvimento dos meios de transporte marítimos. Barcos simples permitiram tanto as expedições gregas e egípcias pelo mar Mediterrâneo quanto as invasões vikings às regiões onde hoje se situam a França e a Inglaterra. A engenharia naval como especialidade técnica autônoma surge no século XV, na época das grandes navegações portuguesas e espanholas.

A revolução industrial e o surgimento dos barcos a vapor deram impulso a essa área e hoje permitem o transporte de bens e insumos por todo o globo por meio dos grandes transatlânticos.

O desenvolvimento dos meios de transporte fez surgir diversos ramos da engenharia. A engenharia aeronáutica se desenvolveu a partir do início do século XX e a engenharia aeroespacial a partir do meio desse século.

Figura 5. Exemplo de um dos primeiros equipamentos mecânicos: roda d'água.



Fonte: Pixabay

As pontes e as estradas

A migração humana trouxe também a necessidade de ultrapassar os cursos d'água. As primeiras pontes foram feitas, provavelmente, com árvores caídas e depois com árvores e cipós. Muito

tempo depois, já com a profissão dos construtores, vieram as pontes em pedra e em madeira. As grandes pontes de hoje são feitas em concreto ou em aço.

Figura 6. Estradas: a) sem pavimento; b) pavimento em pedra; c) pavimento asfáltico.

a)



b)



c)



Fonte: Pixabay.

Figura 7. Pontes: a) em pedra; b) em concreto; c) em aço.







Fonte: Pixabay.

Bem-te-vi: Mas a engenharia resolve ou provoca problemas, Rita?

Rita: Resolve uns e provoca outros, bem-te-vi. E depois tenta resolver os problemas que criou. Mas o melhor seria resolver problemas criando o mínimo de novos problemas.

Bem-te-vi: Quero saber mais sobre isso, Rita.



Quando a humanidade se estabeleceu em comunidades, passou a retirar algumas árvores entre os povoados. O assentamento humano em cidades proporcionou muitas vantagens, mas também trouxe muitos problemas, como doenças causadas pelo contato com dejetos humanos e animais. A captação de água e a poluição dos rios são os primeiros problemas ambientais no âmbito da engenharia civil (Figura 8). Soluções para esgotamento de dejetos, tratamento da água captada e, mais tarde, para tratamento de esgoto e de despoluição de rios contaminados são os primeiros problemas ambientais tratados no âmbito da engenharia civil.

Figura 8. a) captação de água antiga; b) poluição dos rios.

a)



b)

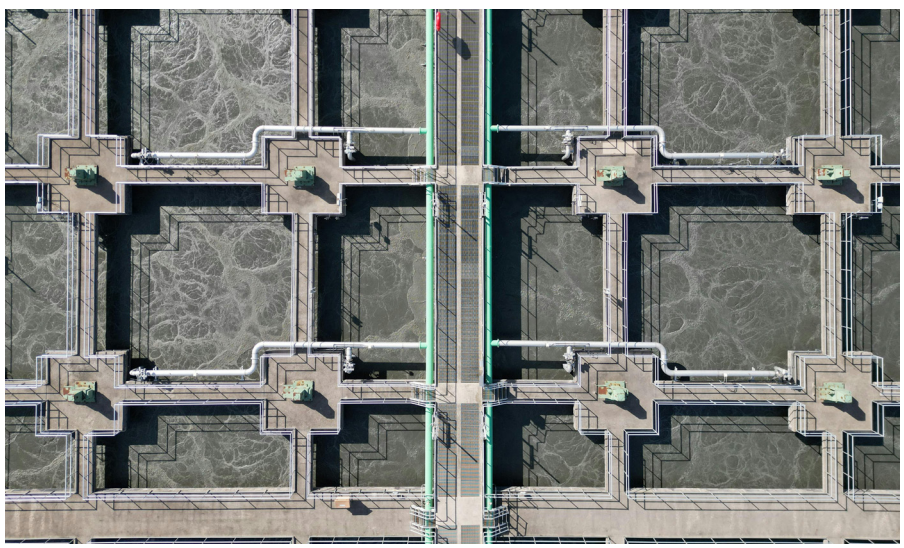


Fonte: Pexels

Hoje a água é captada dos mananciais e conduzida a estações de tratamento de água (Figura 9a), onde a água recebe produtos químicos para eliminar poluentes. Só depois a água é encaminhada à população. O esgoto sanitário é recolhido nas cidades e levado a estações de tratamento de esgoto, (Figura 9b) onde é tratado com outros produtos químicos e só depois o líquido resultante é reintroduzido nos mananciais.

Figura 9. Estações de tratamento: a) de água; b) de esgoto.

a)



b)



Fonte: Pexels.

O surgimento da Engenharia Ambiental

O saneamento básico foi o primeiro problema ambiental enfrentado no âmbito da Engenharia Civil. Ao mesmo tempo, a ciência identificou uma correlação entre a retirada intensiva da cobertura vegetal e a emissão de poluentes com uma série de mudanças climáticas e com a destruição de ecossistemas. Surge, assim, um novo campo de estudo denominado Engenharia Ambiental.

Rita: Você sabia que em 1861, D. Pedro II determinou a desapropriação de casas e fazendas situadas na região das florestas da Tijuca e das Paineiras, na cidade do Rio de Janeiro? Foi o primeiro caso de recuperação vegetal induzida no Brasil.



Figura 10. Exemplo de problemas ambientais: a) seca; b) enchentes.

a)



b)



Fonte:Marcello Casal jr/Agência Brasil e Fernando Frazão/Agência Brasil

Engenharias Civil e Ambiental Hoje

Hoje, todos os ramos da engenharia devem levar em conta os impactos de suas atividades no meio ambiente. Assim, pesquisadores em Engenharia Civil, tradicionalmente associada a impactos ambientais, têm se dedicado a pesquisar formas de reduzir o impacto de suas atividades no meio ambiente.

A Engenharia Ambiental cuida então da avaliação, da fiscalização e da mitigação dos impactos ambientais decorrentes das atividades humanas.

REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA ENGENHARIA CIVIL

- Redução do desperdício de materiais de construção;
- Reaproveitamento de resíduos da construção;
- Uso de resíduos de outras indústrias como insumo da construção;
- Desenvolvimento de materiais de construção ecológicos.

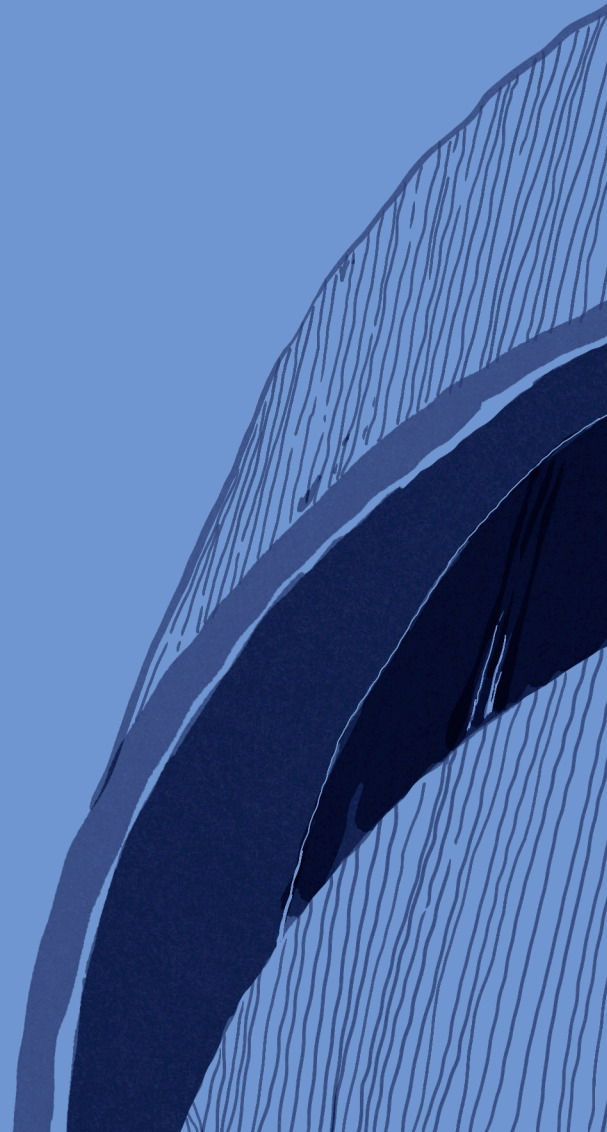
ESPECIALIDADES DA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

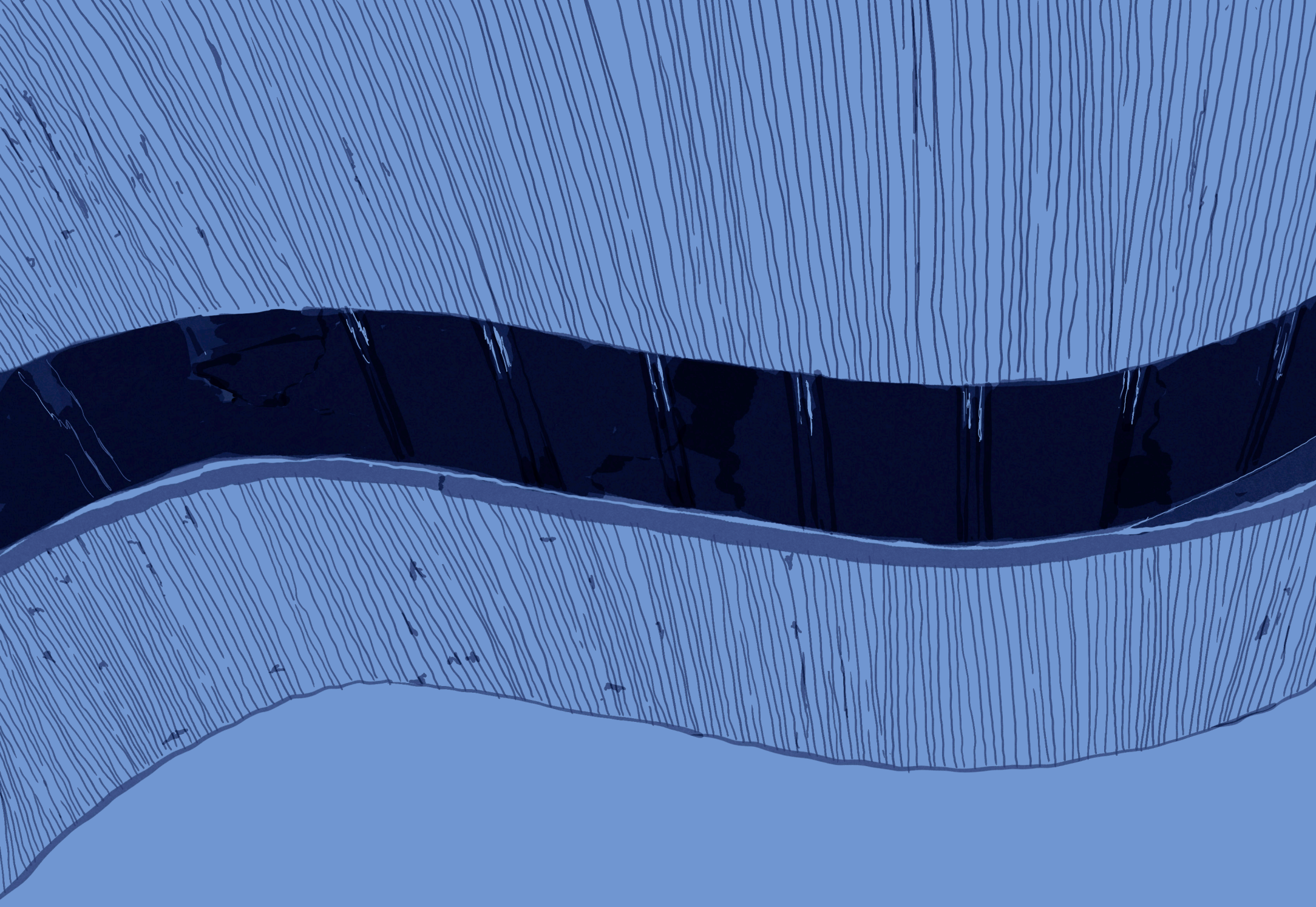
- Projeto de obras de saneamento;
- Estudo de impacto ambiental das atividades humanas;
- Gestão de projetos ambientais;
- Consultoria ambiental;
- Perícia ambiental.

CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ANDRIELLI MORAIS DE OLIVEIRA, JORGE LUIZ MONTEIRO RODRIGUES, ROBERTA PAULA MEDEIROS SILVA

02





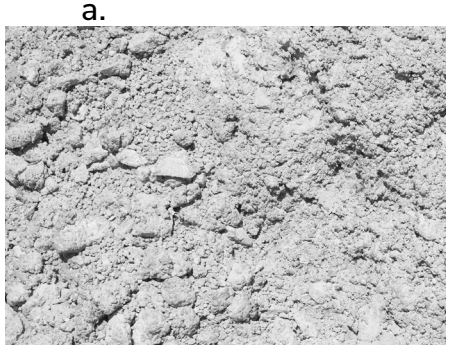
Você já ouviu falar em concreto?

Você sabe o que é?

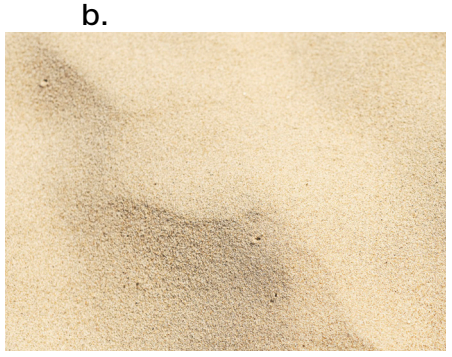
Concreto é um material de construção formado pela mistura e combinação adequada de cimento, agregados e água (Figura 11). Estes agregados podem ser finos (miúdos), como a areia, por exemplo, e graúdos (rochas britadas). Além dessa combinação, o concreto pode ter ainda a presença de aditivos químicos, fibras, adições minerais, pigmentos (Figura 12), entre outros.

Figura 11. Componentes do concreto: a) cimento; b) areia natural (agregado miúdo); c) rocha britada (agregado graúdo); d) água.

a.



b.



c.



d.

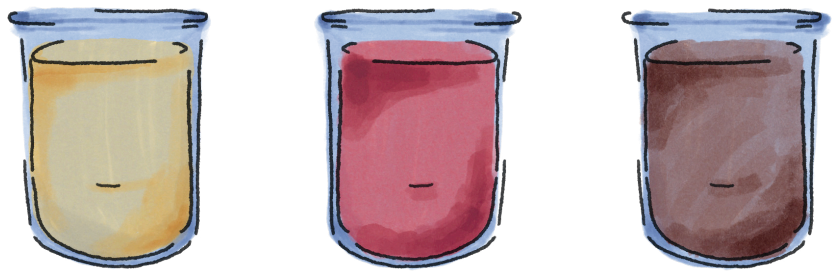


Fonte: Magnific.

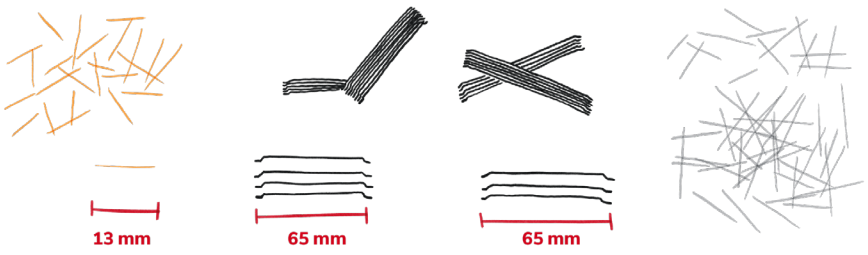


Figura 12. Materiais diversos incorporados ao concreto de acordo com as características requeridas em cada tipo de concreto: a) aditivos (plastificantes, superplastificantes, aceleradores, retardadores e incorporadores de ar); b) fibras (aço, polipropileno, vidro, nylon, carbono, entre outras) e c) adições (sílica ativa, metacaulim, cinza volante, escória de alto forno, filler calcário, óxido de ferro (pigmentos).

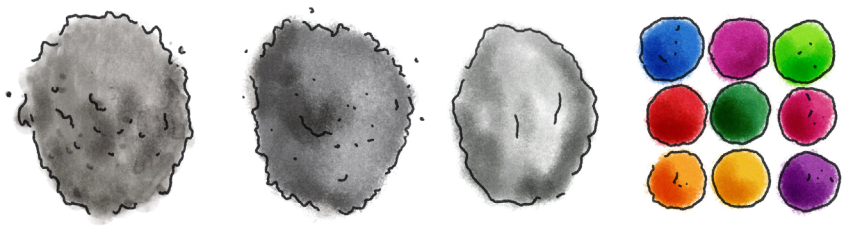
a.



b.



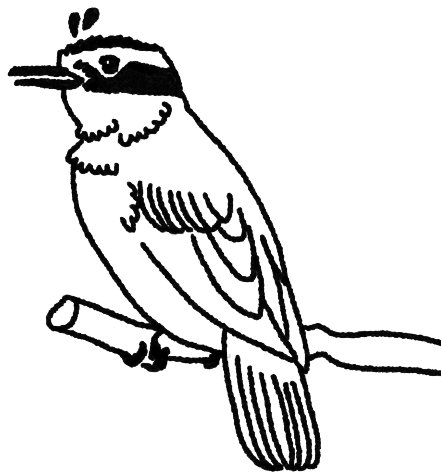
c.



Fonte: Autores.

No bairro onde você mora tem alguma construção ou edificação construída com esse material?

Na Engenharia Civil chamam de obras de arte especiais as estruturas projetadas para transpor obstáculos ou garantir a fluidez do tráfego. São as pontes, os viadutos, os túneis e as passarelas.



O concreto é um material de construção fundamental para conceber, a partir da arquitetura e de projeto estrutural, obras de infraestrutura e obras de arte especiais, usinas hidrelétricas, estádios, reservatórios de água elevados ou enterrados, escolas, hospitais, shopping centers, cinemas, edificações comerciais, industriais e residenciais. Ele é conhecido por sua versatilidade de aplicação e pela capacidade de se moldar aos diversos tipos de formas, desde as formas geométricas tradicionais até concepções arquitetônicas arrojadas. Sua utilização pode ser desde a etapa de contenções e fundações até a cobertura. Ou até mesmo em obras de torres eólicas, fundações de torres de transmissão de energia, portos, pistas de aeroportos, pavimentos rígidos, pontes, viadutos, passarelas, canais e túneis. A relevância do concreto está em duas particularidades, sendo elas a durabilidade e o desempenho.

Vamos conhecer um pouco sobre a história desse material de construção?



O desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos materiais de construção dependem do nível de conhecimento de cada época da história humana, assim podemos relatar a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro. Embora não seja classificada como um marco histórico, o domínio dos materiais cerâmicos (argila e pedras), base para aglomerantes para a produção de concretos, foi fundamental para facilitar a vida quotidiana do homo sapiens [1].

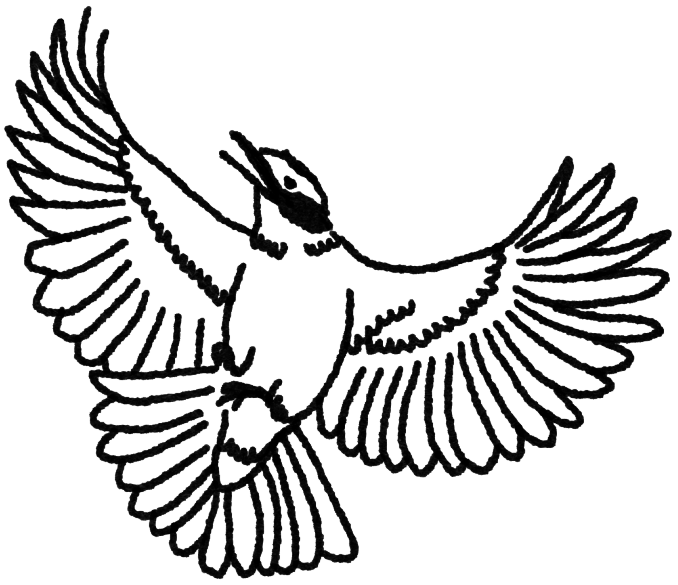
Historicamente, as civilizações grega, romana, chinesa e outras têm evidências do uso de concreto em suas construções, com emprego de aglomerantes naturais, como a cal hidráulica, gesso e pozolanas naturais. Hoje o cimento Portland (descoberto na segunda metade do século XIX), usado como aglomerante hidráulico e base essencial para concretos, revolucionou a indústria da construção.

O uso do concreto, em nível mundial, se difundiu muito rapidamente após a segunda guerra mundial em 1945, para a reconstrução de países arrasados pelo conflito. Ou seja, demorou mais de 20 séculos para que o concreto se tornasse o produto atualmente conhecido. A maior parte desse desenvolvimento se deu, nos últimos 100 anos, com a junção do aço e do cimento Portland para ele se tornar tão aplicável a obras de edificações e de infraestrutura [1].

Ao mesmo tempo, uma das principais causas do grande emprego do concreto é devido a sua natureza cerâmica, cuja matéria-prima pode ser obtida em praticamente todos os lugares do planeta. Em comparação com outros materiais de construções estruturais, como o aço, o concreto tem um custo e investimento muito competitivos.

Você sabia que o uso do concreto se difundiu com a segunda guerra mundial?

Vamos aprender um pouco sobre os principais tipos de concretos?





Há vários tipos e classificações de concretos:

Concreto colorido (com adição de pigmentos orgânicos ou inorgânicos)

Figura 13. Pigmentos e aplicação em blocos de concreto: a) pigmentos em pó para concreto. blocos em concreto colorido; b) vinícola La bodega Antíon na Espanha construída com concreto pigmentado; c) ambiente de armazenamento e maturação do vinho.

a.



b.



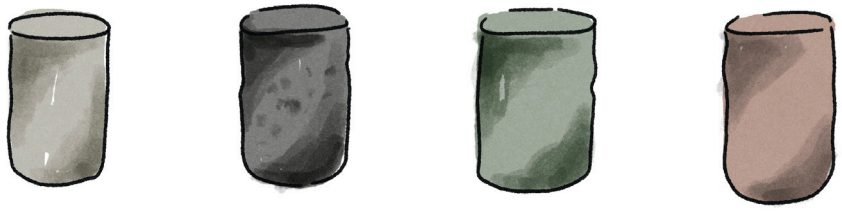
c.



Fonte: Bayferrox, 2025 [2] (a); Collvila, 2026 [3] (b e c).

Figura 14. Concreto e pigmentos: a) sem pigmentos, b) com pigmento preto; c) com pigmento verde; d) com pigmento vermelho.

a. b. c. d.



Fonte: Sessa; Oliveira, 2019 [4], modificado pelos autores.

Figura 15. Exemplos de aplicações de concreto com pigmentos em construções: a) estrutura em concreto armado e protendido na cor marrom vermelho do plano de sustentação do sistema ferroviário da nova ponte Årsta em Estocolmo-Suécia; b) estrutura e fachada do Hotel Emirates Palace em Abu Dhabi; c) casa das Histórias Paula Rego em Cascais em Portugal; d. Praça das Artes, em São Paulo no Brasil.

a.



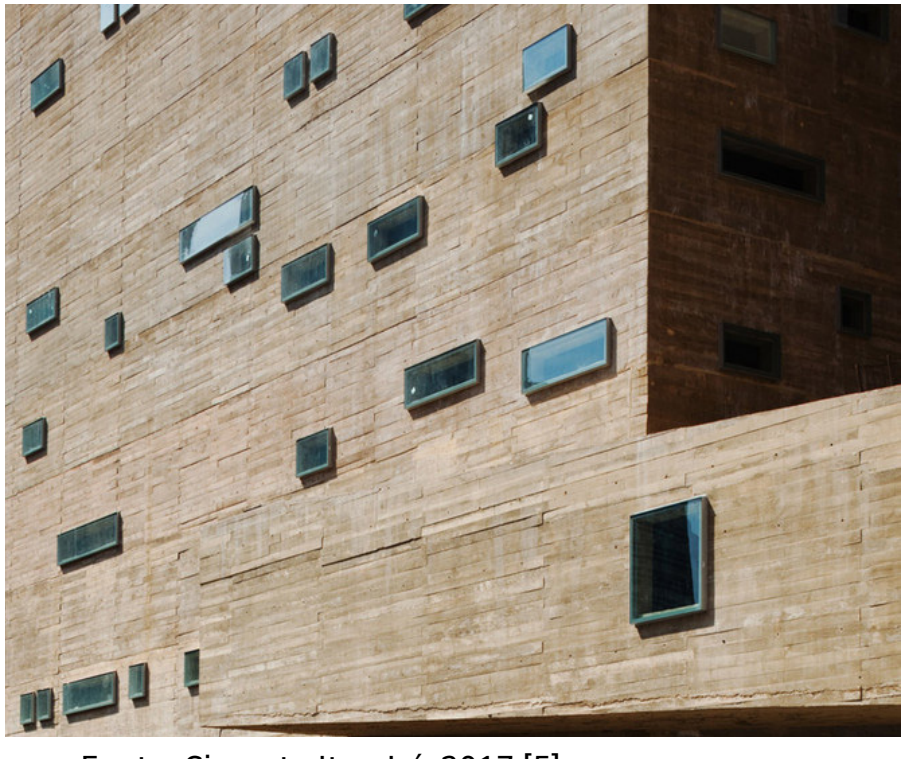
b.



c.



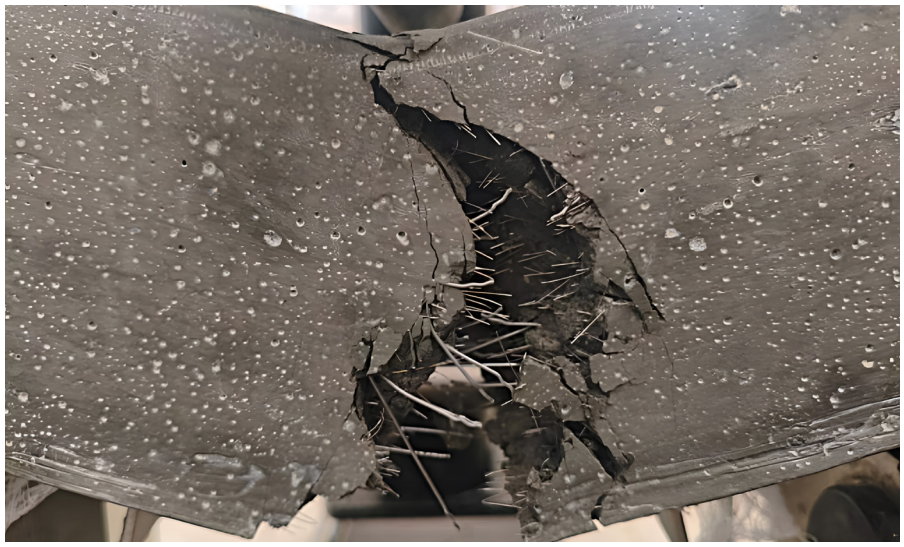
d.



Fonte: Cimento Itambé, 2017 [5].

Concreto fibroso ou reforçado com fibras com inserção de fibras naturais ou sintéticas, metálicas ou poliméricas, longas ou curtas etc.;

Figura 16. Concreto de ultra alta resistência reforçado com fibras de aço produzido no laboratório.



Fonte: Autores.

Concreto de alta resistência com resistência à compressão acima de 50 MPa;

Concreto autoadensável (concreto muito fluido que não precisa do uso de compactadores para adensar), concreto seco (com baixa fluidez e pouca água);

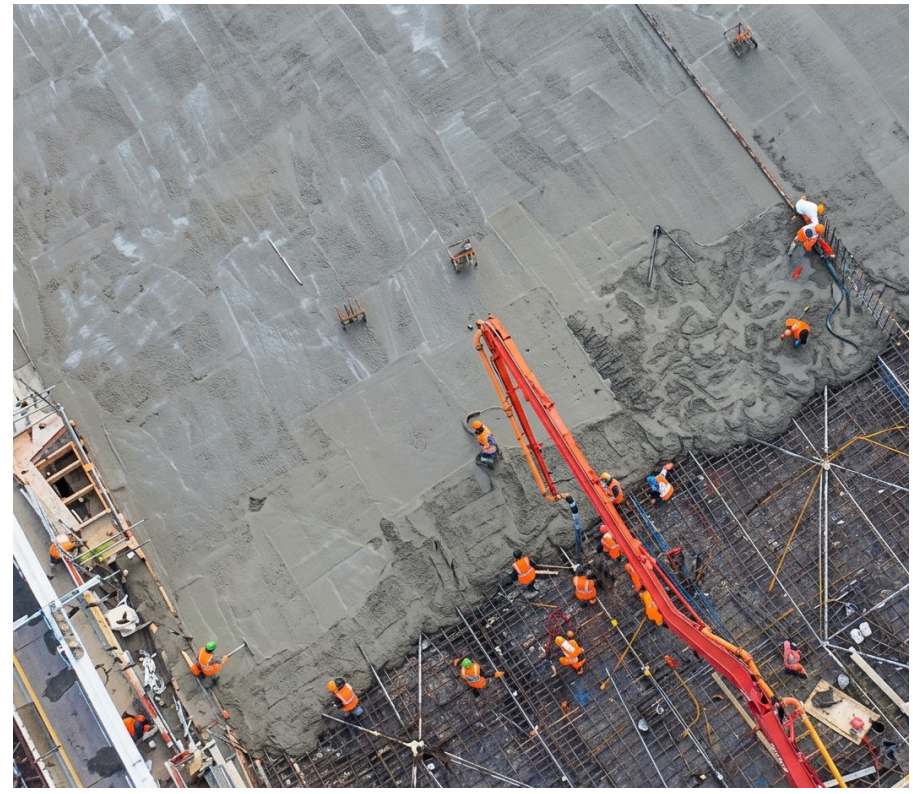
Figura 17. Concreto autoadensável [6], concreto convencionais ou bombeáveis (que se permite ser lançado em grandes alturas por meio de uma bomba).



Fonte: Pexels.

Figura 18. Concreto sendo lançado por bombas: a. lançamento em painel de lajes; b. lançamento em fundações/contenções e c. lançamento de concreto em painel de laje em grande altura.

a.



b.



c.

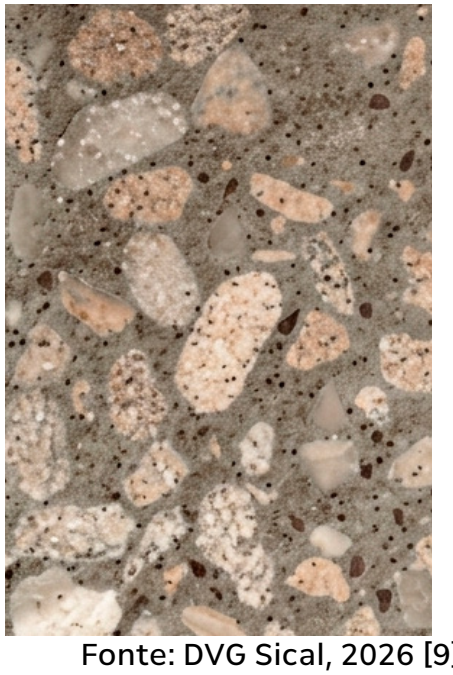


Fonte: Portal do concreto, 2026 [7]; APL - Engenharia Geotécnica, de Fundações e Concreto, 2026 [8].

Concreto massa (para grandes espaços a serem pre-enchidos com grandes volumes de concreto e nos quais se deseja o controle de fissuração térmica);

Concreto leve (com baixa massa específica);

Figura 19. Concreto leve: a) concreto leve com brita expandida; b) brita expandida.





Fonte: DVG Sical, 2026 [9], Pexels.

Figura 20. Concreto leve: a) com agregado de EPS (isopor); b) agregado de EPS.



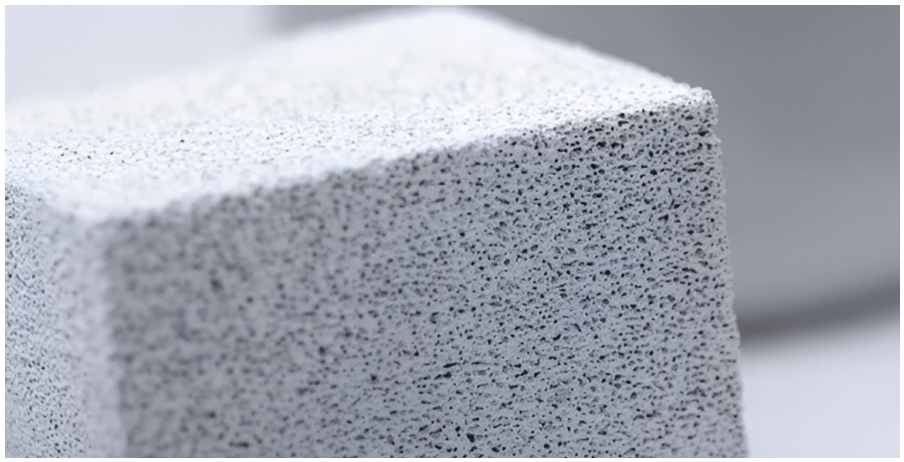


Fonte: ISOFORT, 2026 [10].

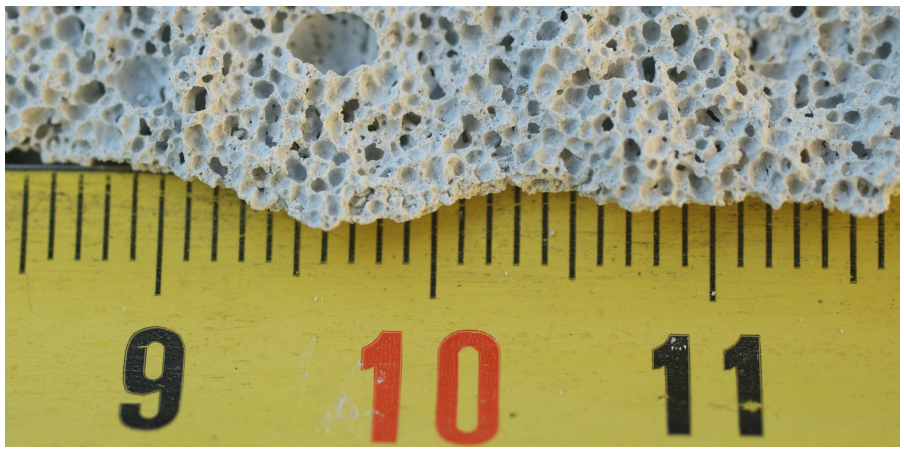
Concreto celular

Figura 21. Concreto celular: a) concreto celular; b) detalhe concreto leve; c) aditivo espumante.

a.



b.



c.



Fonte: Celere, 2026 [11]; Wikipédia, 2026 [12]; Ecopore, 2026 [13].

Concreto compactado com rolo (CCR), onde há concreto com menor teor de água, alto teor de finos e são utilizados equipamentos para compactação, tipo rolo compactador;

Figura 22. Concreto compactado com rolo.



Fonte:https://frotacia.com.br/intercement-brasil-investe-em-concreto-compactado-com-rolo-para-pavimentacao.

Concretos pré-fabricados (moldados fora do local de sua aplicação);

Figura 23. Concreto pré-fabricado.



Fonte: Mold, 2026 [14].

Concreto para finalidade estética ou arquitetônica, como o concreto branco, executado com cimento Portland branco diferente do cimento Portland que tem tonalidade cinza;

Concreto de pós reativos que possui materiais muito finos e baixa quantidade de água;

Concreto com agregados reciclados de construção e demolição, onde se usa agregados de tijolos cerâmicos e concretos britados;

Concreto projetado, no qual é transportado por tubos e projetado sob pressão e elevada velocidade sobre a superfície;

Figura 24. Aplicações de concreto projetado [15, 16].



a.



b.



c.

Fonte: Wasaki, 2026.

Concretos auto cicatrizantes que têm a capacidade de selar ou cicatrizar fissuras, minimizando danos pela entrada de agentes agressivos;

Concretos para pisos e pavimentos viários rígidos – PUC (pavimentos urbanos de concreto) para pisos industriais ou ainda para pavimentos em rodovias e vias urbanas sujeitas a tráfego intenso e pesado de veículos.

Figura 25. Pavimentos de concreto: a) concreto para pavimento urbano (pavimento rígido) aplicado em corredores BRT (Bus Rapid Transit) na cidade de São Bento do Sul (SC); b) ruas de menor tráfego de carros; c) estradas vicinais.

a.



b.



c.



Fonte: ABCP, 2026 [17].

Concreto moldado no local da obra e concreto moldado em usina/central dosadora de concreto;

Concretos com adição de polímeros, entre outros tipos;

Concreto permeável.

Figura 26. Concreto permeável.



Fonte: Mapa da obra, 2026 [18].

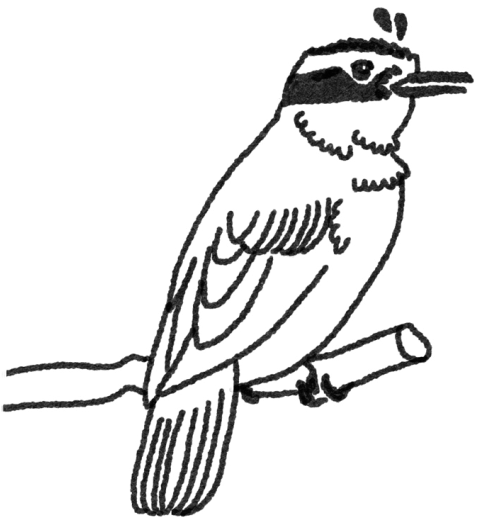
Você sabe quais são as principais características do concreto?



As seguintes características destacam o concreto como material de construção civil [1]:

- Disponibilidade de matéria-prima com custo relativamente baixo. Cimento e agregados têm, em sua composição, os 5 elementos químicos mais abundantes do planeta (oxigênio, silício, alumínio, ferro e cálcio) e que estão em grande parte da crosta terrestre;
- Versatilidade nas suas formas, dimensões, geometria e proporções, ao desejo de arquitetos e projetistas e adaptabilidade a vários locais, incluindo ambientes agressivos com CO_2 de indústrias, cidades e cloretos, como o ambiente marinho;
- Material estrutural junto com aço (armaduras) e, ao mesmo tempo, acabamento estético;
- Fácil execução com mão de obra não muito especializada e equipamentos relativamente simples para obras mais comuns e mais elaborados para obras especiais;
- Custo relativamente baixo quando comparado com outros materiais estruturais, por exemplo;
- Sustentabilidade porque permite agregar cimentos Portland compostos com resíduos industriais, adição de agregados reciclados, pozolanas e outros subprodutos industriais. Também pelo concreto demandar baixa manutenção e possuir alta durabilidade e desempenho, quando bem executado

Como os concretos são produzidos?



Para a produção dos concretos são necessários critérios de dosagem. De forma simplista, são critérios para a escolha dos materiais constituintes e suas proporções, processo de mistura, transporte, lançamento nos moldes ou formas, adensamento, cura e controle de qualidade.

Você sabe o que é cura do concreto?



As reações de hidratação e endurecimento do cimento com a água no concreto produzem reações exotérmicas, isto é, liberam calor. Por isso, o concreto é submetido a uma técnica chamada de cura. Ela deve ser aplicada nas primeiras idades e visa manter a umidade e a temperatura de maneira adequada, logo, minimizando os efeitos da evaporação prematura da água do concreto.

Tão logo o concreto começa seu processo de endurecimento, a cura deve ser iniciada e existem curas químicas por aplicação de soluções na superfície do concreto, aspersão por água e saturação de água ou algum processo por barreira. Este processo é aplicado com o intuito de evitar fissuras, porosidade e até mesmo a perda de resistência.

Vamos aprender o que é concreto armado e concreto protendido?



O concreto armado é um concreto que contém armaduras passivas (barras de aço), projetado com base na premissa de que os dois materiais atuam em conjunto para resistir primordialmente às forças de tração. Com o concreto protendido podem ou não existir armaduras passivas, onde há a inserção de cabos de aço (cordoalhas de aço de alta resistência) e, por meio de um macaco hidráulico, os cabos são tensionados e introduzindo uma pré-compressão que contrabalança as tensões de tração durante o trabalho da estrutura/do elemento estrutural, prevenindo assim, a abertura de fissuras e grandes deslocamentos. Por isso, esses cabos são chamados de armadura ativa.

Figura 27. Estruturas em concreto armado e elemento estrutural em concreto com inserção das cordoalhas: a) concreto com armaduras de aço para estruturas de edificações; b) concreto com cabos de protensão em ponte.

a.



b.



Fonte: Pexels; Concreto show digital, 2026 [20].

Em relação à sustentabilidade, o concreto é um material que admite o uso de cimentos com menos matérias-primas naturais (calcário e argila) e com uso de resíduos industriais (escórias de alto forno, filler calcário, sílica ativa). Além disso,

estruturas de concreto, se bem projetadas e executadas, podem demorar a requerer manutenções corretivas, ter alta durabilidade e ter uma longa vida útil (acima de 50 anos). O concreto também pode admitir em sua composição substituições de agregados naturais e de cimento por agregados reciclados e resíduos industriais e, se bem dosado e otimizado, pode permitir menores consumos de cimento por metro cúbico de concreto.

Vamos aprender sobre o controle tecnológico do concreto do estado endurecido?



No que tange ao processo de controle de qualidade e de caracterização dos concretos no estado endurecido, um dos ensaios mundialmente conhecidos é o ensaio de resistência à compressão. Essa é a propriedade mecânica na qual é representada a sua capacidade de suportar cargas axiais sem ruptura. Este é um ensaio simples, de fácil execução e de interpretação. A resistência à compressão não é um valor único, mas uma distribuição de probabilidades devido às diversas variações na composição do material concreto. Como o concreto pode admitir uma variedade de composições (tipos de cimento, agregados, quantidade de água, entre outros), além de sua forma de produção, de transporte, de lançamento, de adensamento e de cura, é relevante ter o controle de sua resistência à compressão, como uma referência de qualidade do produto acabado aplicado na estrutura.

Tais variações também influenciam em uma propriedade importante do concreto no estado endurecido, que é a sua capacidade de deformação imediata ou ao longo do tempo (fluência).

Logo, controlar a resistência à compressão do concreto em qualquer obra significa ter a preocupação e a checagem de que o material aplicado irá atender aos requisitos estabelecidos em projeto estrutural e em dosagem previamente definida. Considerando o concreto um material heterogêneo, deve ser aplicada a característica probabilística da resistência à compressão. Essa característica é configurada estatisticamente por meio de análises importantes, como a influência que pode ocorrer devido à natureza aleatória dos resultados. A análise dos resultados é feita por meio de uma distribuição de valores máximos e mínimos que indicam as dispersões de valores (curva de Gauss).

A dispersão dos valores de resistência à compressão é conhecida como desvio padrão, que quanto menor indica um controle de qualidade superior. Assim, a abordagem probabilística permite que seja considerado no concreto a incerteza da resistência real do material, podendo adotar um valor que ofereça um alto nível de confiança.

A estratégia para mitigar a variação de resultados se inicia com o plano de amostragem do concreto, e ele é definido por norma brasileira, conforme o volume de concreto e o tipo de peça estrutural a ser concretada [21]. Já a moldagem e o número de exemplares da amostra de controle do concreto (corpos de prova de concreto que podem ter dimensões cilíndricas de 10x 20 cm ou 15 x 30 cm) devem ser realizados (a moldagem e o número) de acordo com a mesma norma em número correspondente às idades de ensaio.

Os corpos de prova devem ser moldados ainda no estado fresco nos moldes cilíndricos em local com sombra e cobertos com material impermeável para evitar perda de água. As formas devem ser bem vedadas e lubrificadas. A norma da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 5738 (2015) trata de procedimento para moldagem e cura de corpos de prova em concreto [22]. Após 24 horas, o concreto pode ser retirado dos moldes, direcionados à cura em laboratório e depois preparados para o ensaio de determinação da resistência à compressão em idades determinadas.

Antes da execução do ensaio, devem ser preparadas as bases dos corpos de prova e de testemunhos, de acordo com o estabelecido nas ABNT NBR 5738 [22] e ABNT NBR 7680-1 [23], respectivamente.

Você sabe o que é resistência à compressão do concreto?



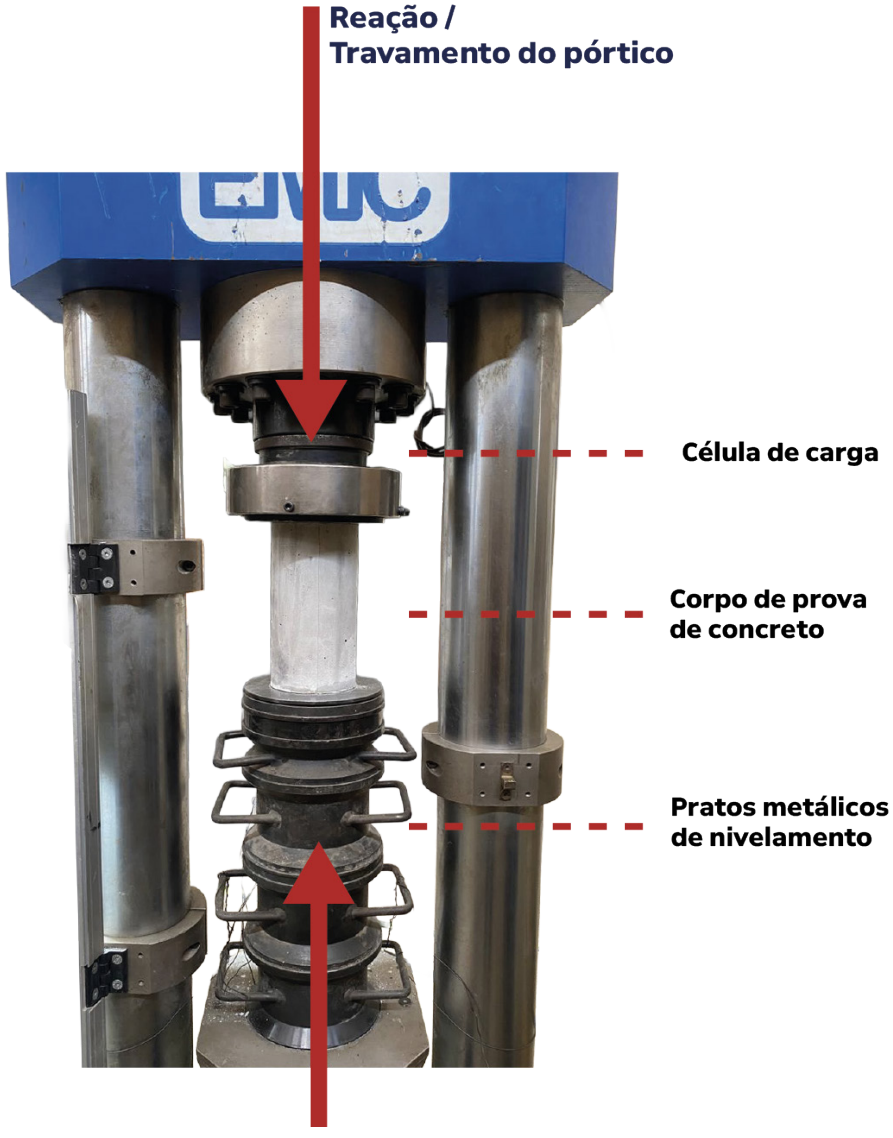
A resistência de um material é definida como a capacidade para resistir à tensão sem se romper. A resistência à compressão é também uma propriedade importante para projetistas e engenheiros de controle de qualidade [24] e, em sólidos como o concreto, tem relação com a porosidade. A resistência à compressão do concreto é a razão entre a força aplicada (em mm^2, por exemplo) e a área da seção circular (em mm_2, por exemplo), onde esta força está aplicada no corpo de prova (Figura 28) (Equação 1).

Para isso, a norma ABNT NBR 5739 [25] versa sobre a execução do ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (Figura 28 e Figura

29). Esta norma menciona que o valor de resistência a ser considerado em uma idade específica sempre será o valor mais alto obtido do ensaio de um par de corpos de prova.

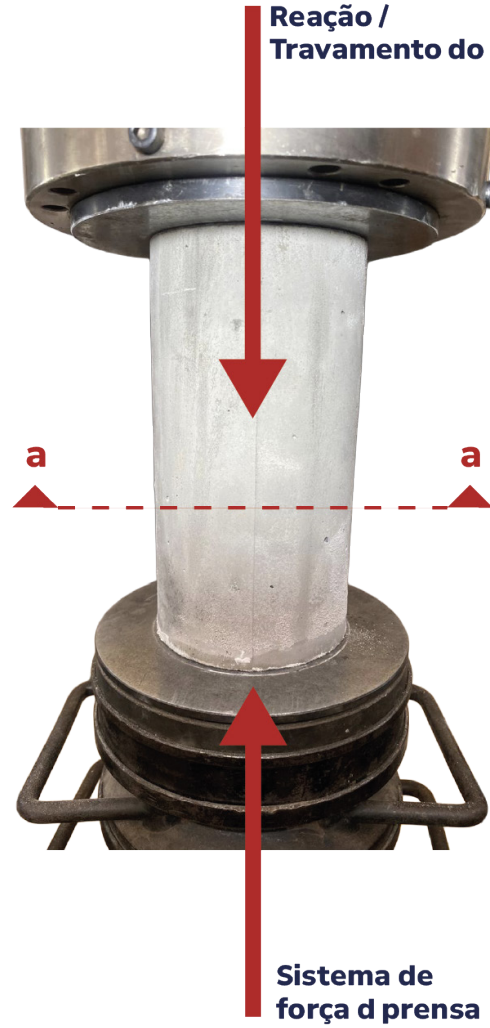
Se for importante conhecer a resistência à compressão em mais de uma idade, corpos de prova adicionais devem ser moldados para cada idade. Esses corpos de prova devem ser moldados a partir da mesma amostra de concreto, com o mesmo operador (moldador) e com os mesmos cuidados.

Figura 28. Execução do ensaio de resistência à compressão de concreto em laboratório.



Fonte: Autores.

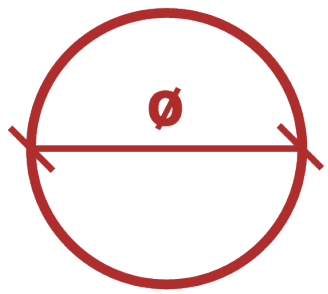
Figura 29. Detalhe do corpo de prova de concreto antes da execução do ensaio de resistência à compressão de concreto em laboratório.



Fonte: Autores.

Muitas propriedades como módulo de elasticidade, estanqueidade e durabilidade podem ter relação com a resistência à compressão. Além disso, o ensaio de resistência à compressão na idade de 28 dias do concreto é aceito universalmente como um índice geral de sua resistência.

Um exemplo de curva tensão versus deformação pode ser vista na Figura 30 e os dados nas Tabelas 1 e 2.



Corte a-a: seção transversal do corpo de prova cilíndro

ø: Diâmetro da seção transversal

Tensão é uma grandeza associada à intensidade das forças internas distribuídas por unidade de área dentro de um material, gerada pela aplicação de cargas externas. Ela mede o esforço que o material está suportando para não se deformar ou romper.

Você sabe como os dados de resistência à compressão de concreto podem ser obtidos e processados?



A resistência à compressão deve ser calculada pela expressão a seguir:

$$f_c = \frac{4F}{\pi \times D^2}$$

(Equação 1)

Onde:

fc é a resistência à compressão (tensão), expressa em mega Pascais (MPa) ou em N/mm²;

F é a força máxima alcançada, expressa em newtons (N);

D é o diâmetro do corpo de prova, expresso em milímetros (mm).

O resultado da resistência à compressão deve ser expresso em mega Pascais (MPa), com três algarismos significativos.

Os dados de resistência à compressão de concreto podem ser anotados (Tabela 1) e processados (Tabela 2 e Figura 30).

Tabela 1- Dados resumo de resultado de corpo de prova de concreto, submetido a resistência à compressão.

Amostra (número de identificação do corpo de prova)	Descrição	Idade do corpo de prova (dias)	Data do ensino	Tipo de capeamento	Tipo de máquina de ensaio	Dimenões dos corpos de prova		Força (N)	Resultado de resistência à compressão individual dos corpos de prova
						Diâmetro (mm)	Altura (mm)		(MPa)
01	Concreto de alto-desempenho	28	15/04/2026	faceado	EMICDL29999	100	200	100,82	126,000

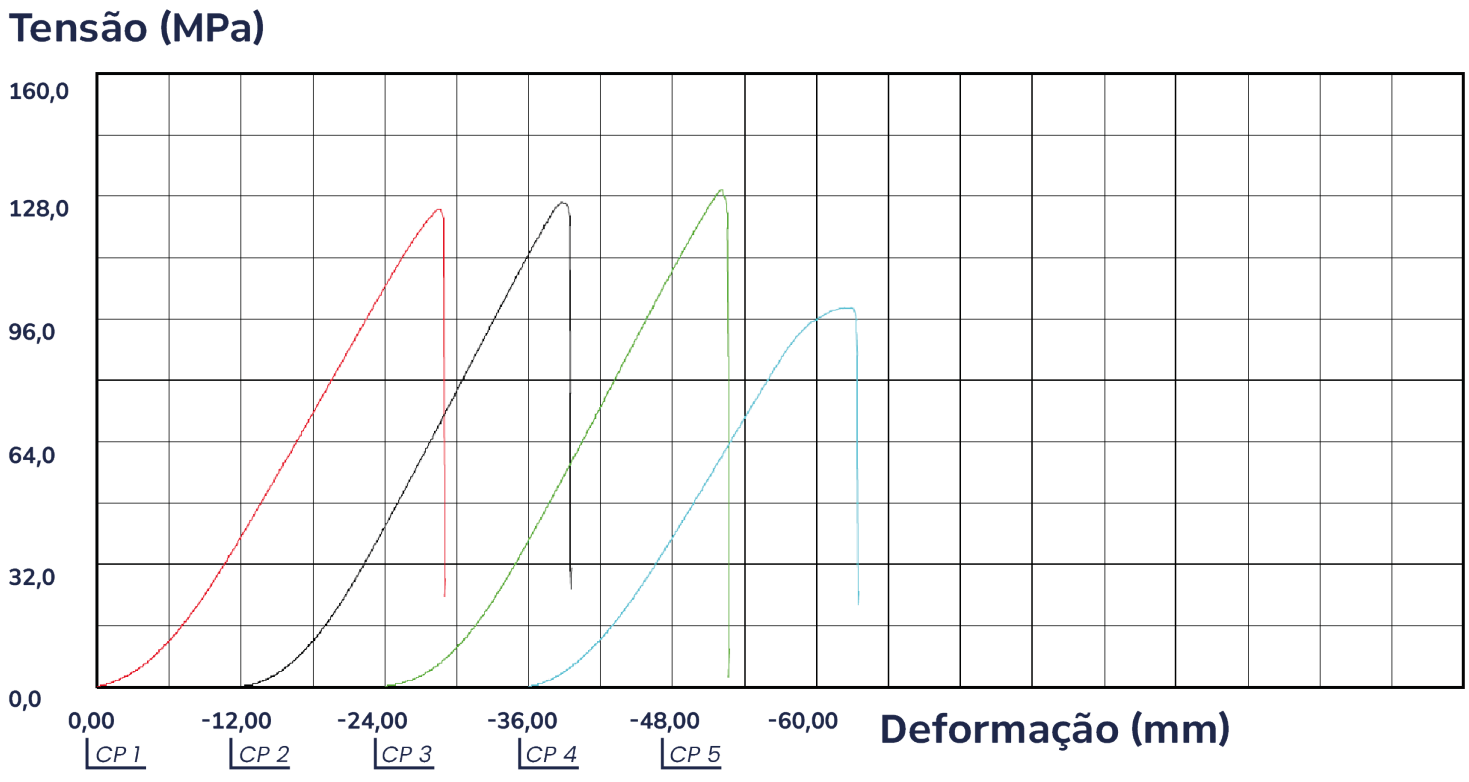
Tabela 2- Dados de força, tensão e deformação de resultado de resistência à compressão de corpo de prova de concreto até a sua ruptura.

Força (KN)	Deformação (mm)	Tensão (MPa)
0,0	0,0	0,0
109,9	2,0	14,00
219,8	4,0	28,00
329,7	6,0	42,00
439,6	8,0	56,00
549,5	9,5	70,00
659,4	10,5	84,00
769,3	12,0	98,00
879,2	13,0	112,00
989,1	14,0	126,00
942,0	14,0	120,00
863,5	14,0	110,00
785,0	14,0	100,00
745,8	14,0	95,00
706,5	14,0	90,00
549,5	14,0	70,00
471,0	14,0	60,00
314,0	14,0	40,00

Ruptura de um material é o ponto em que ele não suporta mais uma carga ou tensão aplicada, resultando em falha, quebra ou fratura. É o limite crítico onde o material se separa ou fissura após passar por deformações, sendo um conceito essencial na engenharia para garantir a segurança de componentes. Pode ocorrer Ruptura Dúctil, em que o material sofre deformação plástica significativa (alongamento ou "pescoço") antes de se romper e Ruptura Frágil, em que o material quebra com pouca ou nenhuma deformação prévia.



Figura 30. Exemplo de um gráfico tensão (MPa) versus deformação (mm) de ensaio de resistência à compressão de corpo de prova de concreto.



Observação: Procedimento realizado de acordo com a ABNT NBR 5739:2018/ Tipo de ruptura observado: Tipo "X"

Fonte: Autores.

Quais são os fatores intervenientes no ensaio de resistência à compressão do concreto?



Em geral, alguns fatores que interferem no ensaio de resistência à compressão do concreto são [24]:

- características do próprio concreto, tais como composição, proporções de materiais, relação água/materiais cimentícios, presença e quantidade de ar incorporado, tipo e quantidade de cimento, agregados, aditivos, adições minerais, fibras, entre outros;
- condições de cura;
- idade de ensaio e do concreto;
- teor de umidade;
- temperatura;
- parâmetros de ensaio;
- parâmetros do corpo de prova, tais como defeitos internos;
- condições de carregamento e defeitos de faceamento dos corpos de prova de concreto etc.

Você sabe o que deve conter em um relatório de ensaio de laboratório de resistência à compressão do concreto?



O relatório de ensaio de corpos de prova deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

a) número de identificação do corpo de prova;

b) data de moldagem;

c) idade do corpo de prova;

d) data do ensaio;

e) dimensões dos corpos de prova;

f) tipo de capeamento empregado;

g) classe da máquina de ensaio;

h) resultado de resistência à compressão individual dos corpos de prova e

i) resultado de resistência à compressão do exemplar, conforme a ABNT NBR 12655 (opcional).

Referências bibliográficas

[1] ISAIA, G.I. A Evolução Do Concreto Estrutural. In: ISAIA, G.I. (org.). **Concreto: ciência e tecnologia**, 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2022. p.27-88.

[2] BAYFERROX. **Espectro de Cores Completo**. Disponível em: https://lanxess.com/pt-br/produtos/marcas/bayferrox/produtos-e-aplica%C3%A7%C3%B5es. Acesso em: 15 abr. 2026.

[3] COLLVILA. **Una bodega que hechiza los sentidos**. Disponível em: https://collvila.com/noticias/una-bodega-que-hechiza-los-sentidos/. Acesso em: 06 mai 2026.

[4] SESSA, GABRIELA A. DI; OLIVEIRA, A.M. **Influência do teor de pigmentos inorgânicos nas propriedades físico-mecânicas e de durabilidade de concretos de cimento Portland branco**. REUCP, Petrópolis, Volume 13, n° 1 (2019), P. 62-77. ISSN 2318-0692.

[5] CIMENTO ITAMBÉ. **Fachadas de concreto colorido propagam-se pelo mundo**. Disponível em: https://www.cimentoitambe.com.br/fachadas-de-concreto-colorido/. Acesso em: 14 abr. 2026.

[6] HIPERMIX. **O Poder do Concreto Autoadensável na Construção Civil**. Disponível em: https://www.hipermixbrasil.com.br/concreto-auto-adensavel. Acesso em: 15 abr. 2026.

[7] PORTAL DO CONCRETO. **Concreto bombeável**. Disponível em: https://www.portaldoconcreto.com.br/concreto-bombeavel. Acesso em: 13 abr. 2026.

[8] APL - ENGENHARIA GEOTÉCNICA, DE FUNDAÇÕES E CONCRETO ENGENHARIA GEOTÉCNICA. **O que é o concreto usinado?** Disponível em: https://blog.apl.eng.br/o-que-e-o-concreto-usinado-confira-suas-vantagens-para-obras/. Acesso em: 13 abr. 2026.

[9] DVG SICAL. **Concreto leve: fácil de misturar e de aplicar**. Disponível em: https://blocosical.com.br/concreto-leve/. Acesso em: 14 abr. 2026.

[10] ISOFORT. **Concreto leve de EPS – (Isopor) – Isofort**. Disponível em: https://www.isofort.com.br/produto/concreto-leve-de-eps-grupo-isofort/. Acesso em: 14 abr. 2026.

[11] CELERE. **Aplicações, vantagens e desvantagens do concreto celular espumoso**. Disponível em: https://celere-ce.com.br/artigo/2720/aplicacoes-vantagens-e-desvantagens-do-concreto-celular-espumoso. Acesso em: 14 abr. 2026.

[12] WIKIPEDIA. **Concreto celular**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Concreto_celular. Acesso em: 14 abr. 2026.

[13] ECOPORE. **[Sem título]**. Disponível em: https://www.ecopore.com.br/aplicacoes/concreto-celular-leve/. Acesso em: 13 abr. 2026.

[14] MOLD. **[Sem título]**. Disponível em: https://www.mold.com.br/. Acesso em: 13 abr. 2026.

[15] GEOISA. **Execução de concreto projetado: Inovação e Eficiência em Construções**. Disponível em: https://www.geoisa.com.br/execucao-concreto-projetado. Acesso em: 12 abr. 2026.

[16] SOLOTRAT. **[Sem título]**. Disponível em: https://www.solotrat.com.br/empresa-de-engenharia-geotecnica.php. Acesso em: 14 abr. 2026.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORLTAND – ABCP. **Pavimento Urbano de Concreto**. Disponível em: https://puc.abcp.org.br/. Acesso em: 14 abr. 2026.

[18] MAPA DA OBRA. **Concreto permeável: conheça as vantagens**. Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/conheca-as-vantagens-concreto-permeavel/. Acesso em: 12 abr. 2026.

[19] SIENGE. **O que é NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto**. Disponível em: https://sienge.com.br/blog/nbr-6118/. Acesso em: 14 abr. 2026.

[20] CONCRETE SHOW DIGITAL. **Concreto Protendido: tudo o que você precisa saber**. Disponível em: https://digital.concreteshow.com.br/produtos/concreto-protendido-tudo-o-que-voc-precisa-saber/. Acesso em: 14 abr. 2026.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e acei-

tação – Procedimento, Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

[22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

[23] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7680-1**: Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Parte 1: Resistência à compressão axial. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

[24] MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M., **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. 2ª ed. São Paulo: PINI, 2014.

[25] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739**: — Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS DE ENGENHARIA CIVIL

AUTORAS: SYLVIA REGINA MESQUITA DE ALMEIDA; LORENA DA SILVA ALVES.



03



Introdução

Vamos falar de uma parte muito importante para a segurança das construções: a estrutura e o projeto estrutural. Convido vocês a uma visita ao Laboratório de Estruturas.



Normalmente usamos o termo estrutura para nos referir à organização, à disposição e à ordem dos elementos essenciais que compõem um todo, tanto no sentido material quanto imaterial. Assim falamos em estrutura de uma empresa, estrutura de dados, estrutura social, estrutura narrativa, estrutura anatômica e, também, estrutura de um edifício.

Na Engenharia Civil, o termo estrutura é usado para os elementos que são capazes de sustentar a si mesmos e aos demais elementos da construção e de seu uso corrente. Podemos comparar a estrutura de um edifício com o tronco e galhos de uma árvore, que sustentam as folhas, flores e frutos. Ou com o sistema músculo – esquelético dos animais.

Na maior parte das construções, a estrutura é formada principalmente por pilares e vigas, que trabalham juntos para manter o edifício firme e seguro. Nestes casos, as paredes não têm função de sustentação; elas servem apenas para separar e fechar os ambientes. Em alguns tipos de construção, porém, as próprias paredes também participam da sustentação da edificação. É o que chamamos tecnicamente de alvenaria estrutural. Esse tipo de estrutura é muito usado nas casas mais simples.

Você sabia que o termo técnico para parede é alvenaria? Alvenaria é um tipo de construção humana composta por elementos unidos entre si por algum tipo de argamassa.

Figura 31. Elementos típicos da construção

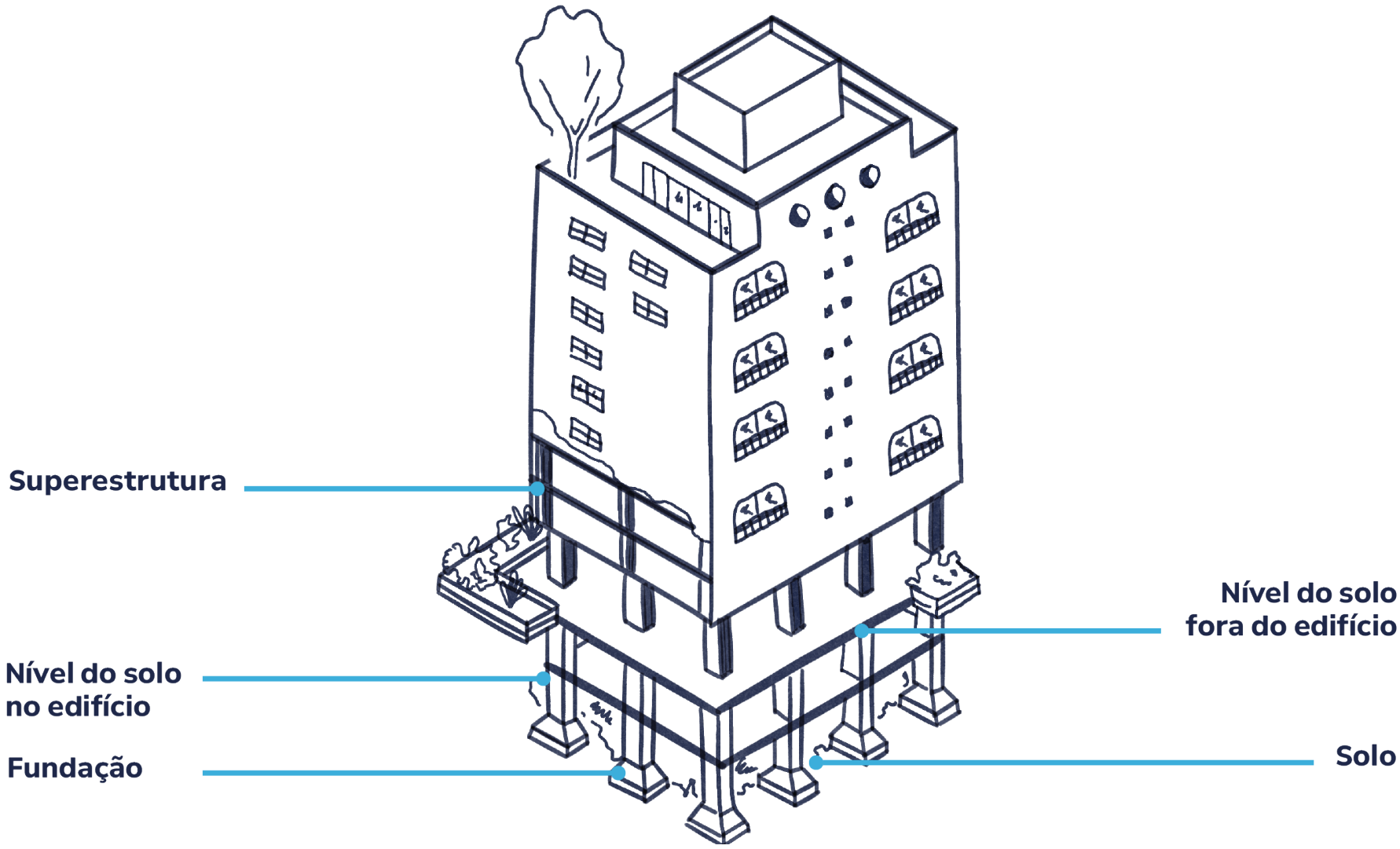


Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Istanbul_Bilgi_University_inside_of_Dolapdere_Campus_(2).jpg

Os pesos da própria estrutura e de outros elementos não estruturais como alvenaria, esquadrias (portas e janelas), o peso de móveis e pessoas e a pressão do vento ou da terra na construção introduzem forças nos elementos da estrutura. Essas forças são transmitidas de elemento para elemento até chegarem finalmente ao solo, que as absorve. O conjunto dos elementos estruturais forma a estrutura do edifício e o papel do engenheiro projetista da estrutura é posicionar esses elementos, determinar suas ligações e projetar suas dimensões de forma a garantir que sustentem essas forças.

A estrutura de um edifício pode ser dividida em duas partes principais: superestrutura e fundação. A superestrutura é a parte da estrutura que recebe as cargas diretamente e as transmite para a fundação. Em geral, a superestrutura está localizada acima do nível do solo e é formada por elementos estruturais como lajes, vigas e pilares. A fundação, por sua vez, é a parte da estrutura responsável por receber as cargas vindas da superestrutura e transferi-las para o solo. Normalmente, a fundação está localizada abaixo do nível do solo.

Figura 32. A estrutura na construção



Fonte: Autores

Um fator muito importante no projeto da estrutura é a ligação entre os elementos estruturais, denominados nós. Ela pode impedir ou deixar livres alguns movimentos dos elementos que a ela se ligam. Na Figura 33a, a ligação entre as vigas, elementos na horizontal, e os pilares, elementos na vertical, é rígida: não permite que um elemento gire em relação ao outro. Nesse caso, se o nó sofrer rotação, todos os elementos que estiverem ligados a ele sofrerão a mesma rotação. Na Figura 33b, a ligação é flexível: permite que um elemento gire em relação ao outro. Nesse caso, cada elemento pode sofrer uma rotação diferente da do outro.

Figura 33. Ligações entre elementos estruturais.

a)



b)



Fonte: Pexels.

Aprendendo sobre sistemas estruturais com o Kit Estrutural Mola

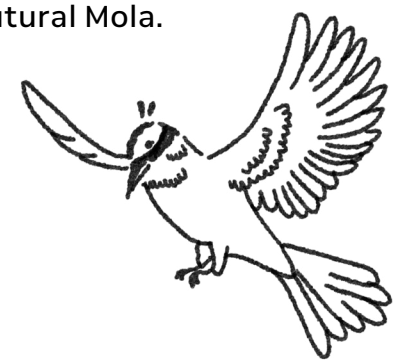
As estruturas são em geral muito grandes e isso torna difícil compreender o que acontece em cada parte. Além disso, muitas vezes a estrutura dos edifícios encontra-se revestida por argamassa.



O Kit Estrutural Mola [1] é um conjunto que ajuda a compreender o comportamento dos elementos estruturais e da estrutura como um todo. A Figura 34 apresenta as partes do conjunto necessárias para a compreensão. Na Figura 34a, a peça cilíndrica representa um elemento de fundação. Na Figura 34b, as molas representam elementos estruturais do tipo viga ou do tipo pilar. Na Figura 34c, as esferas representam as ligações entre elementos estruturais e os trapezoides, os elementos enrijecedores das ligações. Na Figura 34d, uma placa representa os elementos de superfície e na Figura 34e, os fios representam elementos de contraventamento. Todas as peças do conjunto têm ímãs que as prendem a outros elementos ou à placa base de trabalho da Figura 34f.

Um elemento enrijecedor é projetado para aumentar a resistência de algumas partes da estrutura. Em estruturas de concreto, podem ser regiões com maior altura ou maior espessura. Em estruturas metálicas, podem ser chapas soldadas a partes de vigas e pilares.

Figura 34. Partes do Kit Estrutural Mola.



a)

b)

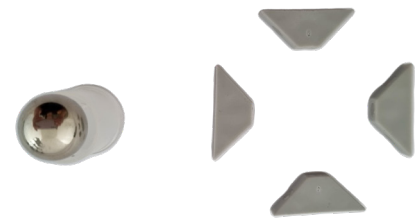




c)



d)



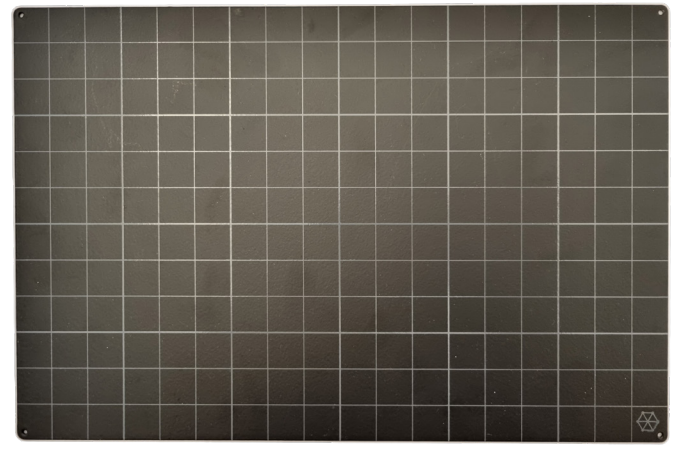
e)



f)



Fonte: Autoras.



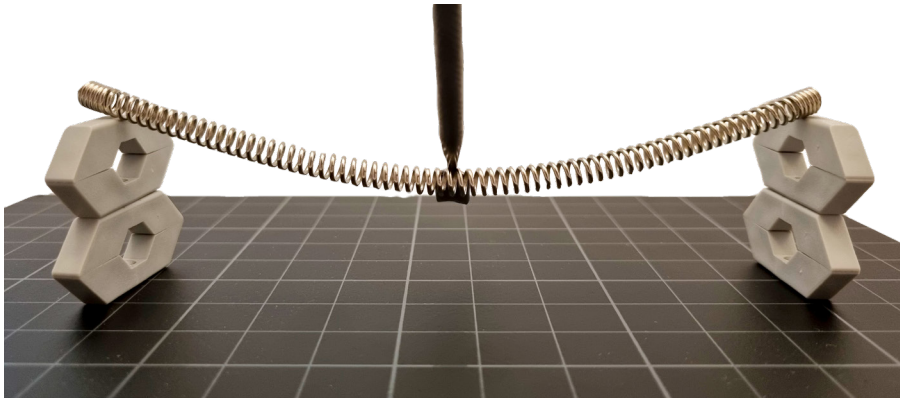
A flexão é um estado deformado presente

na maioria dos elementos estruturais. Ela se caracteriza pelo encurtamento em uma das faces do elemento e alongamento em outra, causando uma curvatura (Figura 35). Observe como os elos das molas se aproximam na parte superior e se afastam na parte inferior.

Isso caracteriza a flexão e, embora seja mais difícil ver, acontece também nos elementos estruturais maciços.



Figura 35. Elemento em flexão.



Fonte: Autoras.

As vigas são, em geral, posicionadas na horizontal. Elas recebem as cargas do pavimento, como o peso do piso, dos móveis e das pessoas. Devido ao seu posicionamento, o esforço predominante nelas é a flexão. Pense em uma régua apoiada em dois livros: ao pressionar o centro, ela tende a curvar. É exatamente isso que as cargas gravitacionais fazem com as vigas. Diferente das vigas, os pilares são posicionados na vertical. Eles são os grandes responsáveis por levar as cargas dos pavimentos superiores até as fundações. Por estarem em pé, suportando peso vindo de cima, o estado predominante é a compressão. A flexão também está presente associada à compressão. Ela vem das ligações entre pilares e vigas, que puxam os pilares ao se deformarem, e ações como o vento, que empurra o edifício de lado, exigindo que o sistema pilar - viga seja resistente para não tombar. A Figura 36 apresenta um sistema estrutural formado por uma viga e dois pilares.

Figura 36. Vigas e pilares.



Fonte: Autoras.

O Kit Estrutural Mola ajuda a compreender o comportamento das estruturas. Vamos entrar no laboratório para alguns experimentos?



Pequenos experimentos para entender o comportamento de estruturas

Vamos realizar três pequenos ensaios para entender o comportamento das estruturas.

ESTABILIDADE DE PILARES

O primeiro conceito que vamos explorar é o de estabilidade. Para isso, posicione dois elementos de fundação sobre a base. O imã assegura que a fundação não se mova. Em seguida, tente posicionar uma das molas curtas na vertical, como um pilar, sobre um dos elementos de fundação. Você verá que, ao soltar a mola, ela não ficará estável na vertical. Isso se dá porque a ligação não é suficiente para manter o conjunto estável.

Adicione um elemento enrijecedor de cada lado da mola, ligando o pilar à fundação, como mostrado na Figura 37a. O pilar fica estável na posição vertical. Coloque uma esfera de nó sobre a extremidade livre do elemento. Você verá que a extremidade do elemento maior se desloca, e que os elos da mola na face de aplicação da força se afastam e os da face oposta se aproximam, como mostrado na Figura 37b.

Figura 37. O efeito das ligações entre pilar e fundação.

a)



b)

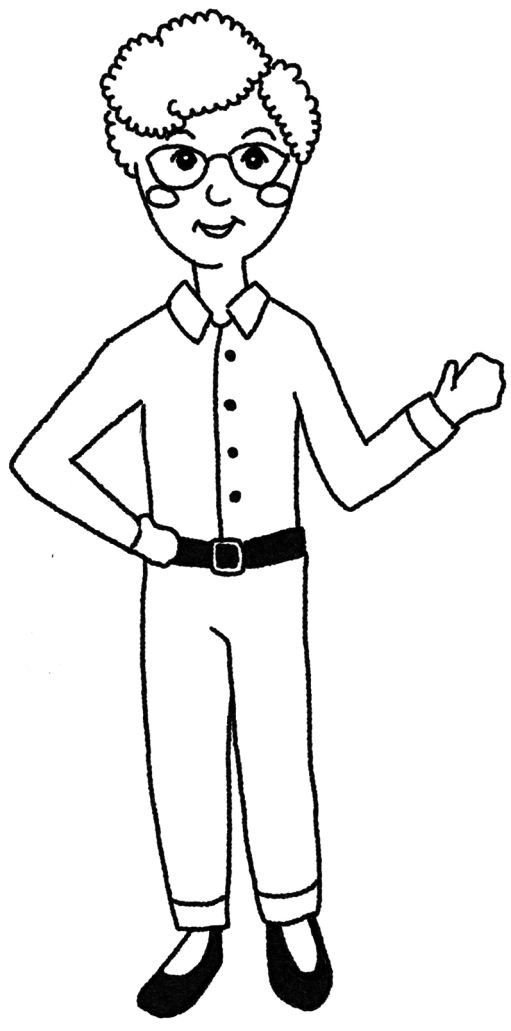


Fonte: Autoras

Repita o processo colocando a mola maior sobre o outro elemento de fundação e aplique forças no topo dos dois pilares, o mais alto e o mais baixo. Em Engenharia dizemos que o elemento estrutural que apresenta um deslocamento maior com a mesma força é mais flexível.

Qual dos dois pilares é mais flexível?

A flexibilidade do elemento não depende apenas do seu comprimento, mas também de suas dimensões e de suas condições de apoio.



Coloque uma esfera de nó no topo de cada um dos pilares, o mais curto e o mais longo, como mostrado na Figura 38. O peso da esfera é uma carga vertical, pois se deve à força da gravidade. No entanto, você verá que o topo do pilar longo apresenta um deslocamento na horizontal, embora só atue uma carga vertical. Esse fenômeno é chamado de flambagem e essa posição é instável, devendo ser evitada no projeto das estruturas.

Figura 38. Flambagem de pilares.



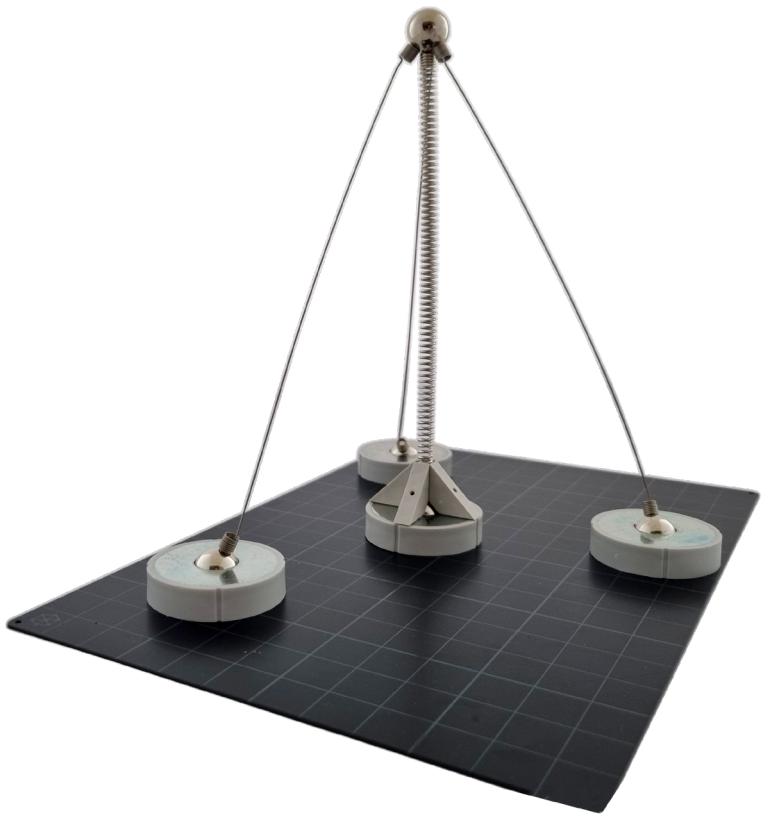
Fonte: Autoras



A flambagem do elemento também não depende apenas do seu comprimento, mas também de suas dimensões e de suas condições de apoio.

O deslocamento na ponta superior do pilar pode ser impedido pela presença de outros elementos estruturais, chamados elementos de contraventamento. Experimente posicionar mais três elementos de fundação formando um triângulo em volta do pilar longo. Ligue esses elementos de fundação ao nó no topo do pilar, como mostrado na Figura 39.

Figura 39. O efeito das ligações entre pilar e fundação.



Fonte: Autoras

Aplique novamente uma força horizontal na direção do plano formado pelo pilar e pelos elementos de contraventamento. Depois aplique novamente uma força horizontal na perpendicular ao plano formado pelo pilar e pelos elementos de contraventamento.

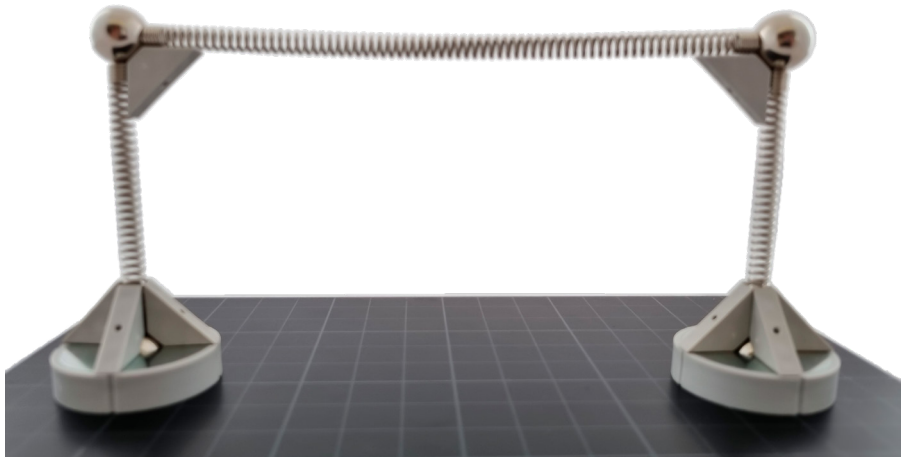
Os elementos de contraventamento alteraram a flexibilidade do pilar?

SISTEMAS SIMPLES COM VIGAS E PILARES

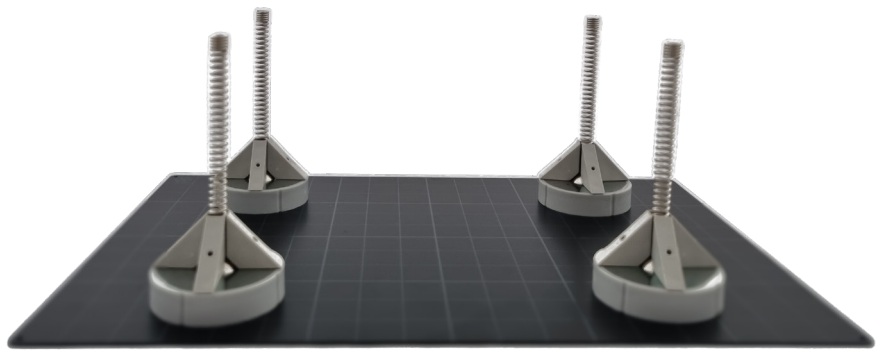
O primeiro conceito que vamos explorar é o da interação entre elementos estruturais. Pilares e vigas normalmente aparecem associados na estrutura e um interfere no comportamento do outro. Para isso, posicione quatro elementos de fundação formando um retângulo (Figura 40a). As distâncias entre os eixos dos elementos de fundação devem corresponder à de um dos elementos de mola maiores em uma direção e à de um dos elementos de mola menores em outra. Posicione um elemento de mola sobre cada elemento de fundação e fixe com enrijecedores, como na Figura 40b. Ligue cada dois pilares com a maior distância com um elemento de viga maior. Para unir os elementos de viga e pilares, use as esferas da Figura 34c. Assim, teremos dois sistemas independentes. Posicione enrijecedores nos nós superiores de um dos sistemas, como na Figura 40c.

Figura 40. O efeito das ligações entre pilar e fundação.

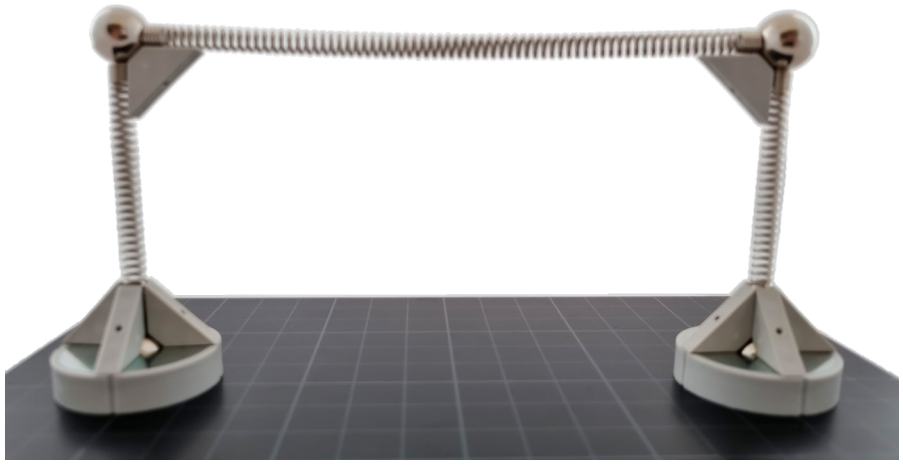
a)



b)



c)



Fonte: Autoras

Aplique uma força vertical para baixo no ponto central de cada viga. Observe o comportamento dos sistemas em relação aos deslocamentos e às rotações dos elementos.

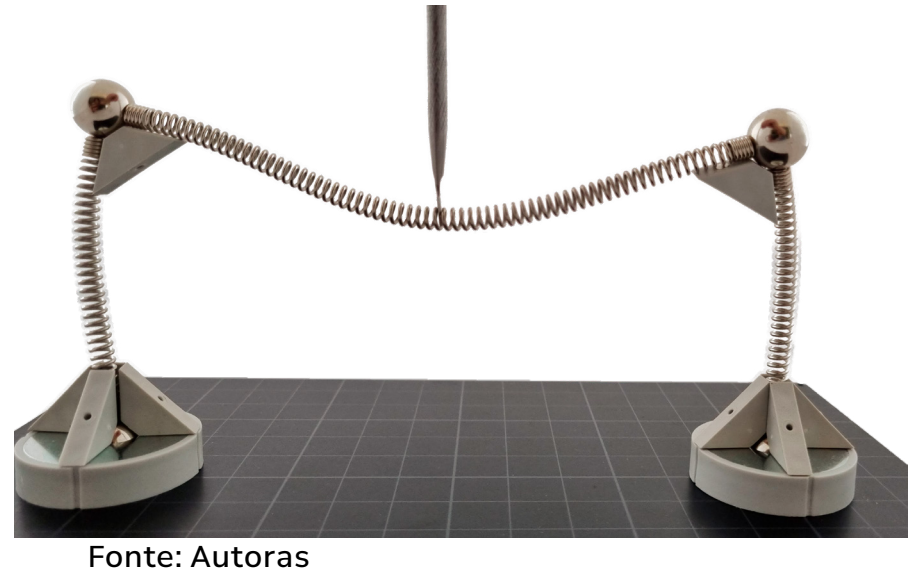
Qual a diferença no comportamento dos pilares em cada um dos sistemas?

Figura 41. O efeito das ligações entre pilar e viga com cargas verticais.

a)



b)



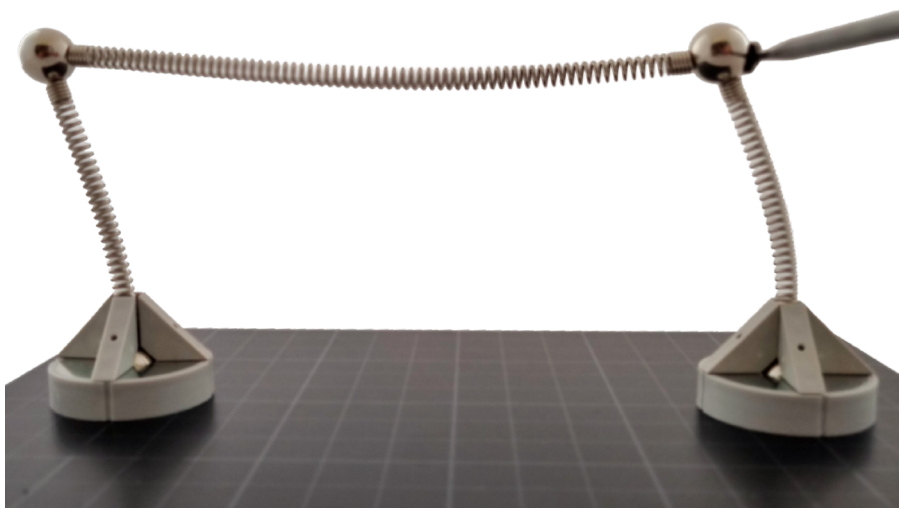
Fonte: Autoras

Aplique uma força horizontal no topo de um dos pilares de cada sistema empurrando a estrutura. Observe o comportamento dos sistemas em relação aos deslocamentos e às rotações dos elementos.

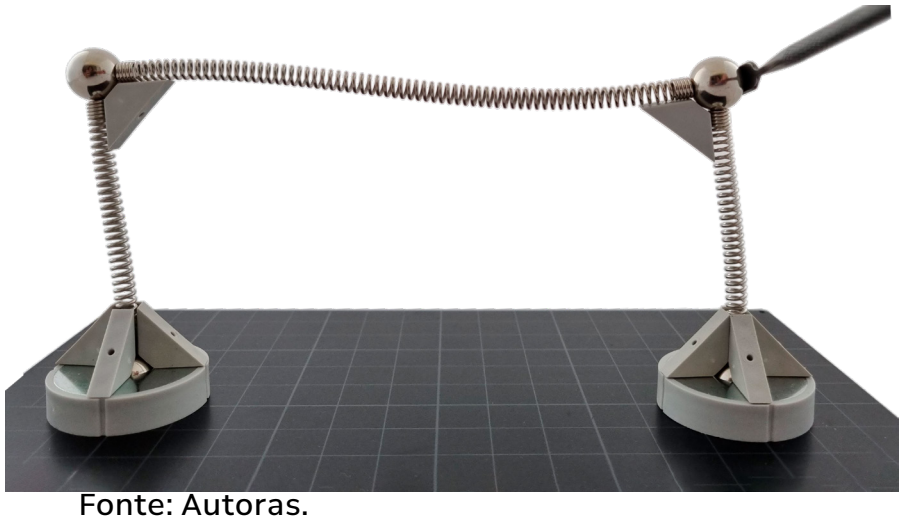
Qual a diferença no comportamento dos pilares em cada um dos sistemas?

Figura 42. O efeito das ligações entre pilar e viga com forças horizontais.

a)



b)



Fonte: Autoras.

SISTEMAS TRIDIMENSIONAIS COM VIGAS E PILARES

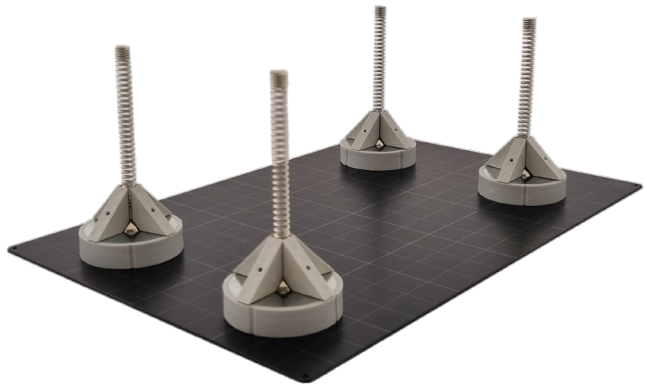
Edifícios são sistemas mais complexos em relação às cargas verticais, pois a carga nos pilares se acumula de cima para baixo. Além disso, o vento nas paredes das fachadas do edifício se transforma em forças horizontais na estrutura. À medida que os edifícios se tornam mais altos, o efeito do vento cresce exponencialmente. Vamos agora simular a estrutura de um pequeno edifício.

Para isso, vamos posicionar quatro elementos de fundação formando um retângulo. As distâncias entre os eixos dos elementos de fundação devem corresponder à de um dos elementos de mola maiores em uma direção e à de um dos elementos de mola menores em outra. Posicione um elemento de mola sobre cada elemento de fundação e fixe com enrijecedores como na Figura 43a.

Acople uma esfera a cada um dos cantos de uma das placas da Figura 38c e depois acople os elementos de viga, como mostrado na Figura 43b. Pouse o conjunto placa - esferas - vigas sobre os pilares, certificando-se que as esferas estejam bem acopladas tanto ao topo do pilar quanto à laje e às vigas e adicione um elemento de contraventamento em cada ligação entre viga e pilar, como mostrado na Figura 43c. Assim, teremos o primeiro pavimento de um edifício. Repita essa operação mais duas vezes para ter um edifício de três pavimentos, como na Figura 43d.

Figura 43. O modelo de um pequeno edifício.

a)



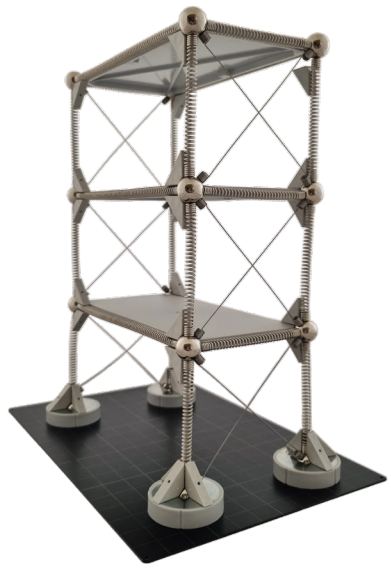
b)



c)



d)

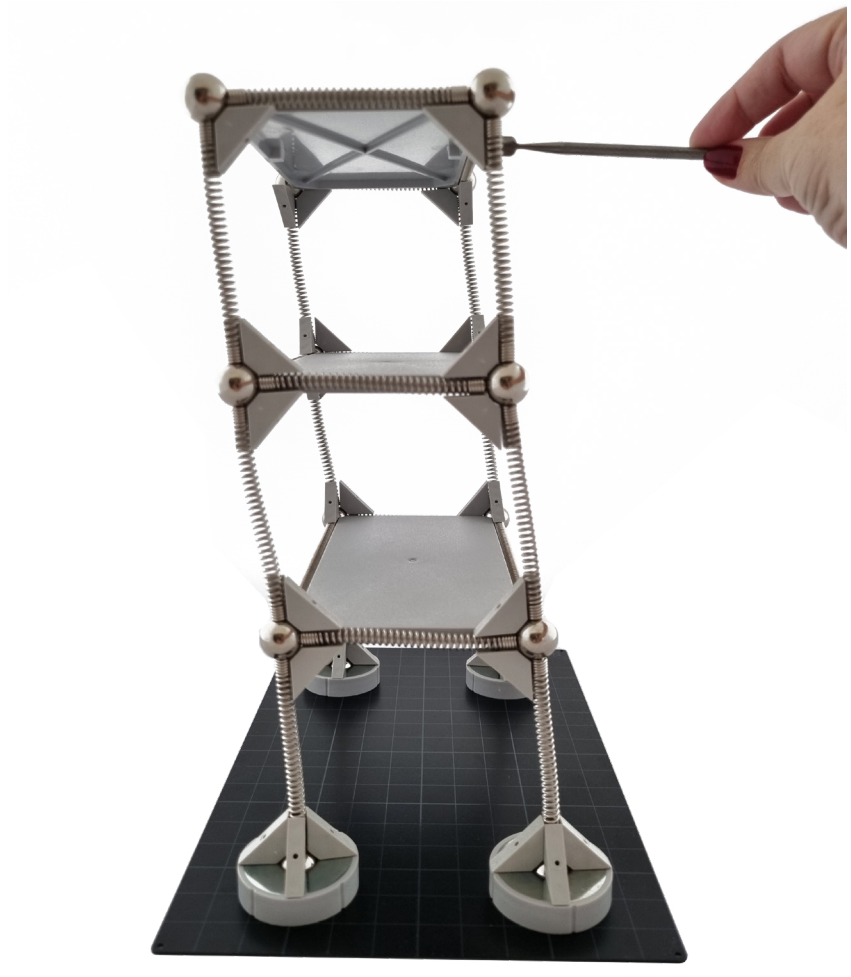


Fonte: Autoras

Aplique uma força horizontal no centro de uma das vigas do topo do sistema empurrando a estrutura. Observe o comportamento do sistema em relação aos deslocamentos e às rotações dos elementos com a força horizontal em cada uma das fachadas do edifício.

Qual a diferença no comportamento do sistema com a força aplicada na fachada maior e com a força aplicada na fachada menor?

Figura 44. O efeito de forças horizontais em edifícios.



Fonte: Autoras.

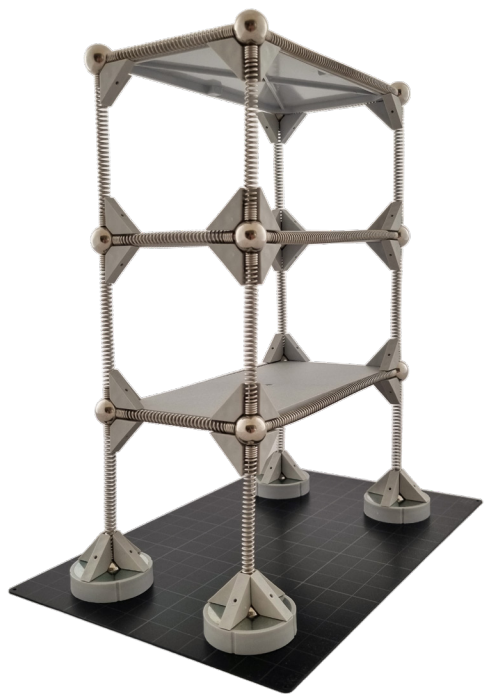
O enrijecimento dos nós é uma solução muito usada em edifícios de concreto armado. Esse enrijecimento é feito com reforço de armadura dentro do nó de concreto.



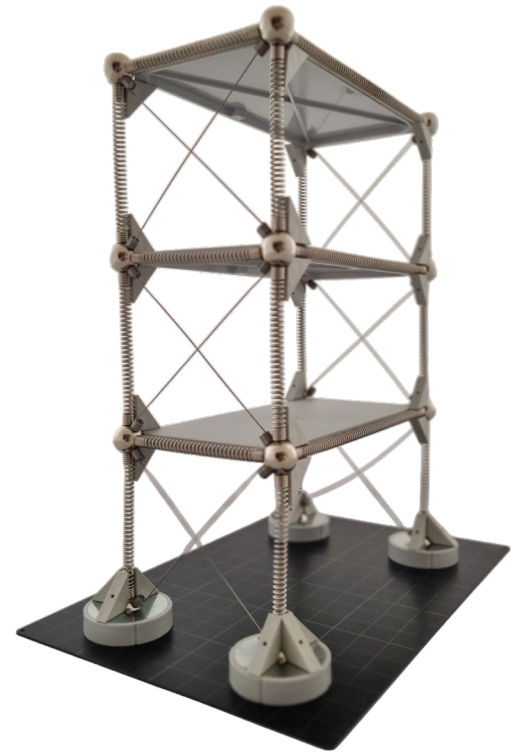
Cautelosamente, em cada pavimento, retire o enrijecedor da base e do topo do pilar oposto (Figura 45a) e troque por um elemento de contraventamento. Ao final, o pórtico terá a aparência do modelo da Figura 45b.

Figura 45. Modelo de edifício com sistema de contraventamento.

a)



b)



Fonte: Autoras

Aplique uma força horizontal no centro de uma das vigas do topo do sistema empurrando a estrutura. Observe o comportamento do sistema em relação aos deslocamentos e às rotações dos elementos com a força horizontal em cada uma das fachadas do edifício.

Qual a diferença no comportamento do sistema com a força aplicada na fachada maior e com a força aplicada na fachada menor?

Os comportamentos dos sistemas com enrijecedores nos nós ou com elementos de contraventamento são semelhantes?

O enrijecimento usando elementos de contraventamento é muito usado nos edifícios com estrutura metálica.

Veja a Figura 46. Os elementos de contraventamento formam um X ligando os nós entre vigas e pilares.



Figura 46. Exemplo de elemento de contraventamento em estrutura metálica.



Fonte: Autoras.

O mundo das estruturas é muito vasto e você pode observá-lo andando pela cidade ou nas estradas. Às vezes, a estrutura é aparente, como em pontes e viadutos. Às vezes, fica escondida pelas paredes e revestida de argamassa. Mas é fascinante olhar as construções e pensar em tudo o que foi estudado e pensado para colocá-las em pé.

Referências

[1] SEQUEIRA, M. Kit Estrutural Mola. Disponível em: https://br.molamodel.com/?srsltid=AfmBOoq-GWxFTf4mNJkQ48yb6TpTRCAJ4Bwa4SO2XdQ5s-56l3ikRaythB#, acessado em 07/03/2026.

ENSAIO DE PENETRAÇÃO NO LABORATÓRIO DE ASFALTO

AUTORAS: KAROLAYNE PERES DE MELO E LILIAN RIBEIRO DE REZENDE.

04

INTRODUÇÃO

No Laboratório de Asfalto (LABASFALTO) da EECA/UFG, você terá a oportunidade de conhecer um pouquinho sobre o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) e aprender a classificá-lo.

Mas o que é o CAP?

Onde eu vou usar o CAP na Engenharia Civil?

O CAP é um tipo de ligante asfáltico oriundo da exploração e da destilação do petróleo.

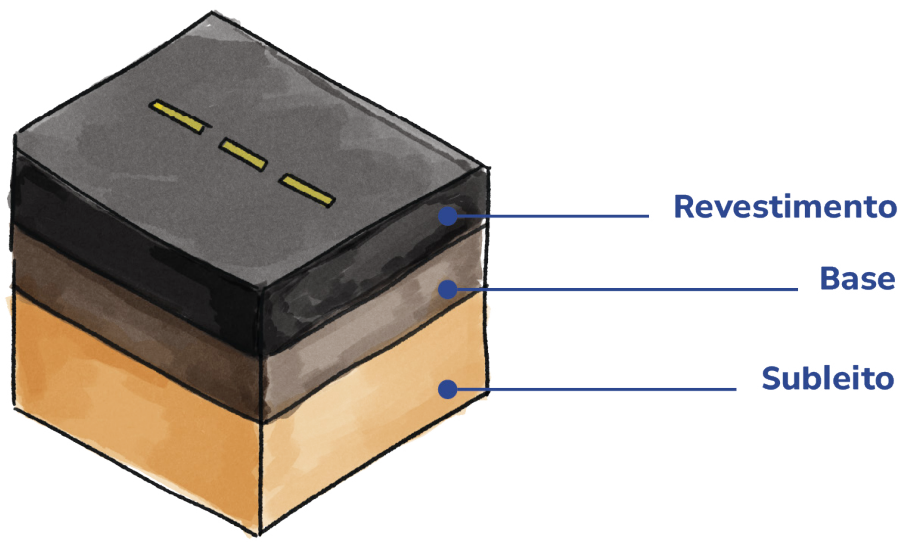




Segundo Bernucci et al. [1], 85% do asfalto produzido no mundo é usado como ligante que compõe a camada de rolamento ou revestimento de ruas, rodovias, aeroportos, estacionamentos etc.; 10% são utilizados para telhas; e 5% são usados para outros fins (amortecimento acústico, revestimento de tubulação de água, tintas, materiais de impermeabilização e vedação, selantes etc.). Aqui no Laboratório de Asfalto (LABASFALTO/UFG), o CAP é estudado para ser utilizado em obras de pavimentação (ruas, estradas e aeroportos). Nesse caso, o CAP funciona como uma "cola" que faz a ligação dos agregados (brita e areia) que compõem a mistura asfáltica usada no revestimento (Figura 47) e deixa a estrutura impermeável. Dessa forma, os usuários conseguem transitar numa superfície que garanta conforto e segurança.

Figura 47. Uso do CAP em pavimentação: a) Exemplo de uma estrutura de pavimento asfáltico; b) Corpos de prova de uma mistura de agregado e CAP produzido em laboratório para uso na camada de revestimento.

a)



b)



Fonte: Autoras

Como vou identificar o tipo de CAP que estou usando e trabalhar com ele?



A Agência Nacional do Petróleo (ANP) é responsável pela normalização dos produtos asfálticos. Na Resolução Nº 897 [2] consta que os CAPs são classificados segundo a penetração, em um dos seguintes tipos: CAP 30-45, CAP 50-70, CAP 85-100 e CAP 150-200.

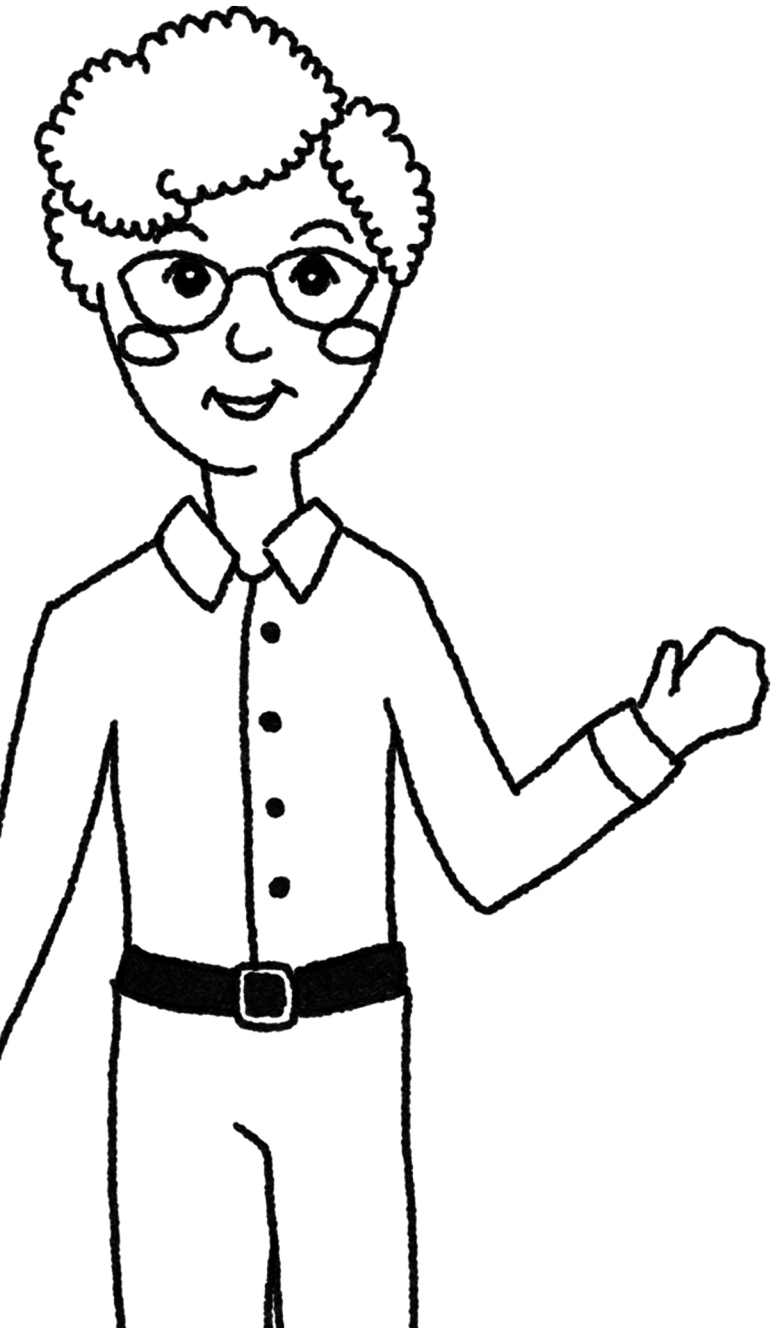
Na mesma especificação da ANP, é apresentada a Tabela 3 com todas as propriedades definidas para o CAP.

Tabela 3. Especificações dos Cimentos Asfálticos de Petróleo (modificado de [2])

CARACTERÍSITCAS	UNIDADES	LIMITES				MÉTODOS (1)	
		CAP 30 - 45	CAP 50 - 70	CAP 85 - 100	CAP 150 - 200	ABNT NBR	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25ºC)	0,1 mm	30 - 45	50 - 70	85 - 100	150 - 200	6576	D5
Ponto de amolecimento, mín.	ºC	52	46	43	37	6560	D36
Viscosidade Saybolt-Furol a 135ºC, mín.	s	192	141	110	80	14950	E102
Viscosidade Saybolt-Furol a 150ºC, mín.		90	50	43	36		
Viscosidade Saybolt-Furol a 177ºC		40 - 150	30 - 150	15 - 60	15 - 60		
OU							
Índice de suscetibilidade térmica (2)		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	-	-
Ponto de fulgor, mín.	ºC	235	235	235	235	11341	D92
Solubilidade em tricloroetileno, mín.	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	14855	D2042
Ductilidade a 25ºC, mín.	cm	60	60	100	100	6293	D113
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163ºC, 85min							
Variação em massa, máx. (3)	% massa	0,5	0,5	0,5	0,5	-	D2872
Ductilidade a 25ºC, mín.	cm	10	20	50	50	6293	D113
Aumento do ponto de amolecimento, máx.	ºC	8	8	8	8	6560	D36
Penetração retida, mín. (4)	%	60	55	55	50	6576	D5

(1) A determinação das características constantes das Tabelas do I ao VIII será realizada mediante o emprego de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), da American Society for Testing and Materials (ASTM) e da International Slurry Surfacing Association (ISSA)

Como atividade prática, vamos entender como o ensaio de penetração que está destacado na Tabela 1 é realizado e analisar um exemplo de resultado obtido em laboratório. Com isso, espera-se que você conheça um pouquinho sobre esse tipo de material utilizado na Engenharia Civil. Quem sabe você será uma futura cientista que irá pesquisar mais sobre esse assunto? Se você quiser conhecer mais sobre o que desenvolvemos no LABASFALTO/UFG, siga o nosso perfil no Instagram: @labasfalto.ufg.



DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO

O ensaio para determinação da resistência à penetração deve ser feito segundo o que está prescrito na norma DNIT 155/2010 – ME [3].

Acesse a norma

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para a realização do ensaio de determinação da penetração são necessários os seguintes insumos e equipamentos:

- Banho termostático;
- Béquer de 1000 ml e espaçador;
- Cápsula para ensaio de determinação da penetração;
- Estufa com resolução de 1 °C;
- Penetrômetro.
- Jaleco de mangas longas;
- Luvas de alta temperatura;
- Luvas nitrílicas sem pó;
- Máscara PFF2.

Procedimento de ensaio:

Aquecer o ligante asfáltico em estufa a uma temperatura que não ultrapasse em 90°C do ponto de amolecimento até que a amostra se torne fluída. Preencher totalmente a cápsula de ensaio, tampar o recipiente e deixar que resfrie ao ar por sessenta a noventa minutos;

Inserir a cápsula no béquer preenchido com água e com o espaçador e levá-lo ao banho termostático à temperatura de 25 °C por sessenta a noventa minutos;

Acoplar a agulha limpa e seca no penetrômetro e colocar o béquer no prato de ensaio. Certificar-se de que o nível da água está acima do nível de ligante e ajustar a agulha imediatamente acima da superfície da amostra, verificando no espelho do equipamento se não foi exercida nenhuma pressão sobre o material;

Levar o ponteiro do mostrador à posição zero e programar a liberação da agulha pelo tempo especificado, de cinco segundos. Anotar a leitura do mostrador em décimos de milímetro, depois que a penetração da agulha for interrompida;

Fazer ao menos mais quatro determinações de penetração na mesma amostra, girando a cápsula de forma que os pontos de ensaio tenham espaçamento mínimo de 10 mm entre si e das bordas do recipiente;

Se for constatada movimentação da cápsula durante a penetração da agulha, desconsiderar a leitura.

PROCEDIMENTO APÓS OS ENSAIOS

Após a conclusão de qualquer ensaio, devem ser realizados os seguintes procedimentos de limpeza obrigatórios:

Recolher todas as ferramentas e os materiais utilizados e limpar a bancada de trabalho;

Lavar as vidrarias utilizadas, secá-las e guardá-las para evitar que sejam danificadas;

Lavar todas as bacias e os recipientes semelhantes que foram utilizados;

Limpar as ferramentas e guardá-las onde foram encontradas;

Verificar se os equipamentos utilizados foram todos desligados.

Vamos Praticar

EXEMPLO DE DADOS COLETADOS

Determinação	Penetração (0,1 mm)
1	62
2	58
3	60
4	55
5	61
Média	

RESULTADOS OBTIDOS

Com os dados gerados a partir dos dois ensaios realizados, as futuras cientistas deverão responder à seguinte pergunta:

Qual a classificação do CAP avaliado? A resposta esperada é CAP 50/70.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BERNUCCI., L.B.; MOTTA, L.M.G.; CERATTI; J.A.P.; SORAES; J.B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2a edição, 2022.750P. Disponível em: < http://www.abeda.org.br/livro-pavimentacao/>, Acesso em 19/12/2022.

[2] ANP: AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **RESOLUÇÃO ANP Nº 897**: Dispõe sobre as especificações dos asfaltos e dos aditivos asfálticos de reciclagem para misturas à quente, e suas regras de comercialização em todo o território nacional. 2022. Disponível em: < https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anp-n-897-de-18-de-novembro--de-2022- 445759308>, Acesso em 19/12/2022.

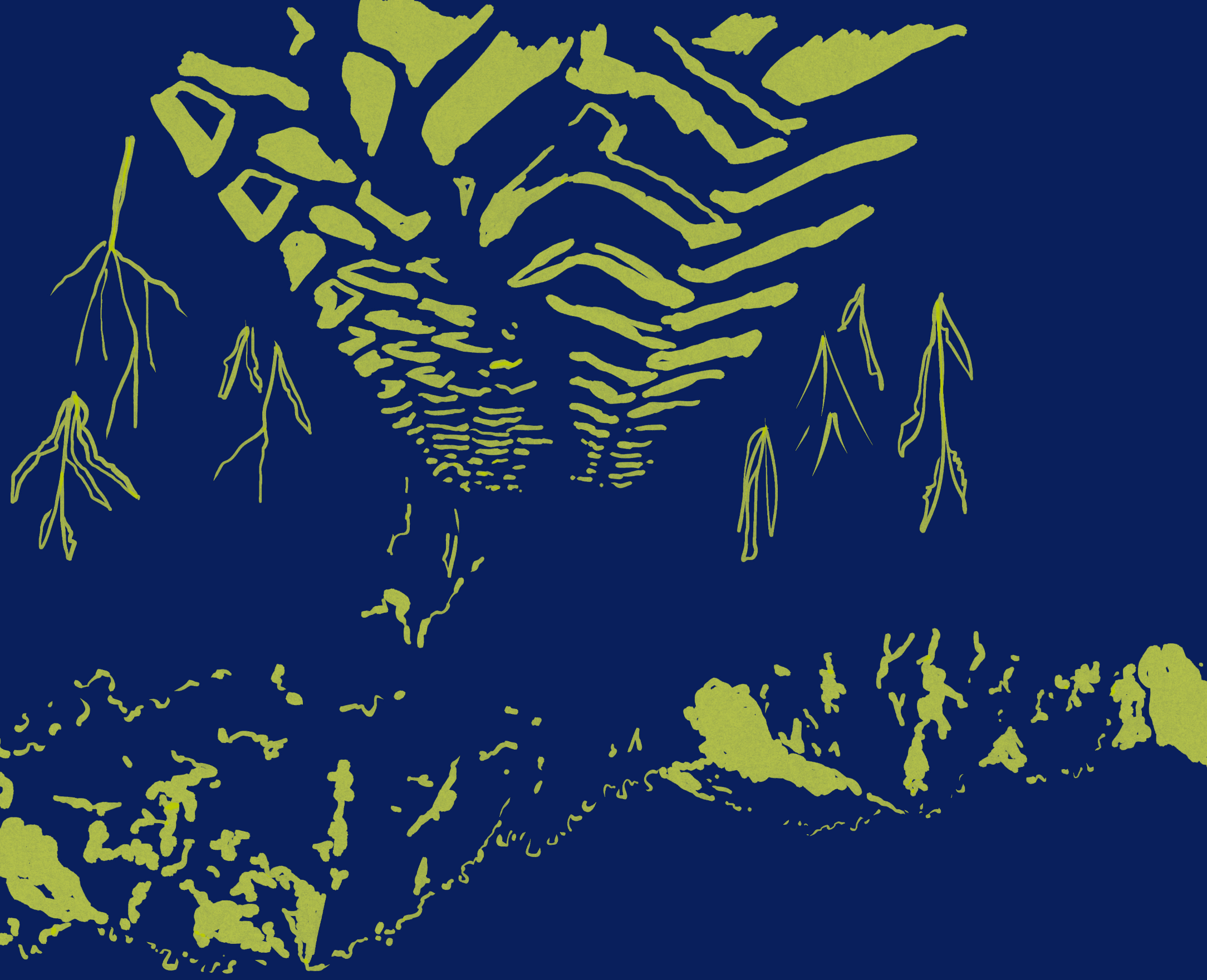
[3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 155/2010-ME**: Material asfáltico – Determinação da penetração – Método de ensaio. 1 ed. Rio de Janeiro, 2010. 7 p. Disponível em: < https://www.gov.br/dnit/ptbr/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/metodode-ensaio-me/dnit_155_2010_me.pdf >, Acesso em 19/12/2022.

CONHECENDO OS SOLOS

AUTORAS: ANDRELISA SANTOS DE JESUS; ISABELA CRISTINA MESQUITA MACHADO; KAROLAYNE PERES DE MELO; MÁRCIA MARIA DOS ANJOS MASCARENHA.



05



Introdução

De acordo com Salomão e Antunes (1998), o solo pode ser interpretado de maneiras variadas, conforme cada enfoque científico. Para a Geologia, a formação do solo faz parte do ciclo geológico, sendo o resultado do intemperismo físico e químico das rochas. Para a Agronomia, é a camada superficial arável, possuidora de vida microbiana e nutrientes, que permite o desenvolvimento de plantas. Para a Engenharia Civil, o solo é a camada escavável sem o uso de explosivos, que perde a resistência em contato com a água e configura-se como importante matéria-prima para construção de aterros, estradas, barragens, açudes e outras obras [1][2][3]. Os solos também são usados como matéria-prima em obras artísticas como produção de artefatos cerâmicos ou na pintura, onde são utilizados seus pigmentos minerais.





Fonte: a) Lopes, 2024 [4].; b e c): Autoras

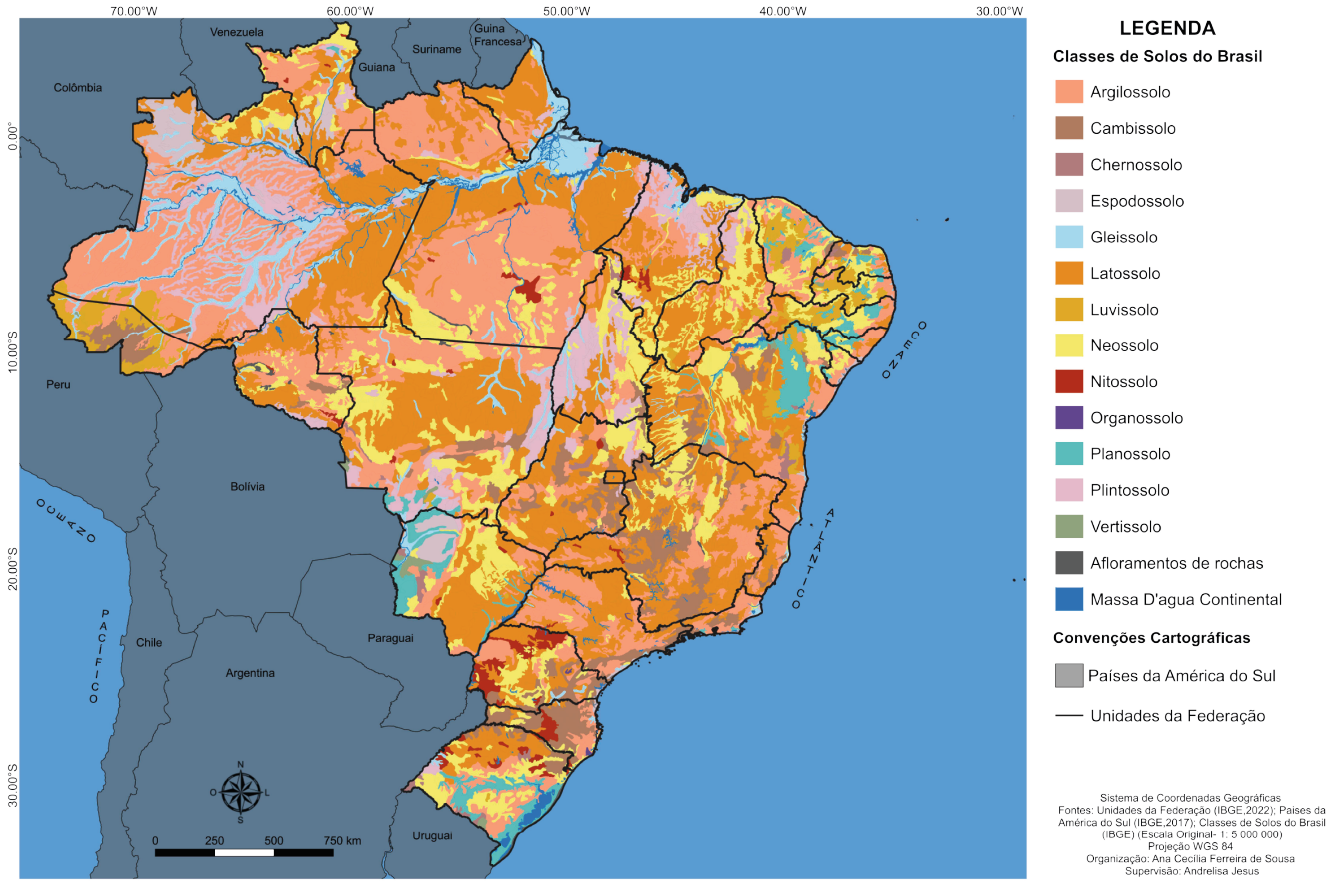
Figura 48. O solo e suas diversas utilizações: a) Material de construção e suporte de obras civis (Foto: Roni Silva); b) Artefatos cerâmicos (obra de Maria Luiza Al Rubaie); c) Pintura (obra de Andrelisa Jesus).





Você sabia? Existem diversos tipos de solos no planeta e essa variedade é determinada pela influência do clima, das rochas e do relevo de cada região onde são formados. Esses solos podem ser classificados conforme suas características. A Pedologia classifica os solos conforme sua gênese, evolução e aspectos morfológicos. Segundo essa área do conhecimento, o Brasil possui 13 classes de solos (Figura 49).

Figura 49. Mapa de solos do Brasil na escala 1:5.000.000.



Fonte: Embrapa.

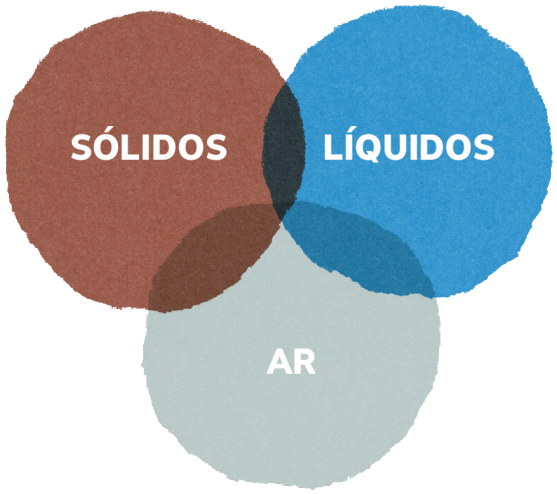
Assim como existem diversos tipos de solos estudados por muitas áreas do conhecimento, também existem vários métodos de classificação de solos. Na Engenharia, muitos desses métodos são baseados em ensaios laboratoriais, dentre eles destaca-se a Classificação Granulométrica e a Classificação MCT (Miniatura, Compactada, Tropical).

Granulometria, ou composição granulométrica, é empregada para se referir ao tamanho dos grãos que compõem a fase sólida do solo. Trata-se, portanto, do conjunto de todas as frações ou partículas do solo, incluindo desde as mais finas até as mais grosseiras.

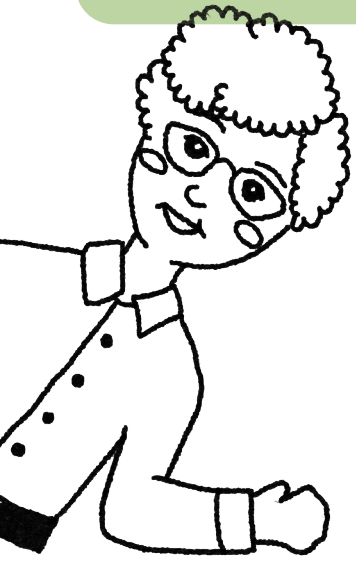
Tabela 4. Frações granulométricas do solo.

Fração granulométrica	NBR 6502 [5]	EMBRAPA
Pedregulho (cascalho)	2,0 mm a 60 mm	2 mm a 20 mm
Areia Grossa	0,60 mm a 2,0mm	0,20 mm a 2,0 mm
Areia Média	0,2 mm a 0,6 mm	-
Areia Fina	0,006 mm a 0,2 mm	0, 053 mm a 0,20 mm
Silte	0,002 mm a 0,060 mm	0, 0002 mm a 0,053 mm
Argila	Inferior a 0,002 mm	Inferior a 0,002 mm

Figura 50. Composição do Solo



Você sabia? O solo é composto por três fases. A fase gasosa, a fase sólida e a fase líquida. A fase ar é composta por MAIS CO_2 e MENOS O_2 e depende da umidade, temperatura, profundidade e atividade biológica. A fase líquida corresponde a uma solução de H_2O e vários elementos químicos. Varia em estado (líquido, sólido e gasoso), quantidade e energia de retenção. A fase sólida é composta por minerais e matéria orgânica.

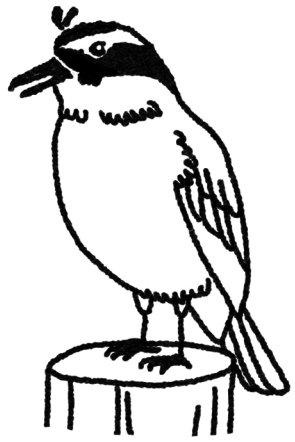


Previamente à execução dessas classificações deve-se realizar a análise tátil-visual, como fase preliminar de estudo e reconhecimento dos solos.

ANÁLISE TÁTIL VISUAL

A análise tátil visual dos solos é realizada na Engenharia Civil obedecendo à norma ABNT NBR 6484 [6]. Esse tipo de análise visa identificar o solo utilizando aspectos sensoriais do observador, tais como o tato, a visão, o odor e até a audição.

Sim, é possível conversar com o solo! Se você utilizar com atenção todos os seus sentidos para interagir com o solo, ele lhe dirá quem é!



De acordo com a norma ABNT NBR 6484 [6], a análise tátil visual deve identificar no mínimo as seguintes características: granulometria, plasticidade, cor e origem.

GRANULOMETRIA

A análise tátil consiste em friccionar a amostra com os dedos, permitindo separar os solos grossos, que são ásperos ao tato (por vezes pode-se ouvir o atrito das partículas), dos solos finos, que são macios e suaves ao toque, lembrando até mesmo um delicado produto de maquiagem. A partir do visual é possível individualizar grãos de tamanho superior a décimo de milímetro, considerados visíveis a olho

nu. Solos com predominância de grãos maiores que 2 mm devem ser classificados como pedregulhos e solos com grãos inferiores a 2 mm e superiores a 0,1 mm devem ser classificados como areias. As areias grossas possuem grãos da ordem de 1,0 mm, as areias médias correspondem a grãos da ordem de 0,5 mm e as areias finas dizem respeito a grãos da ordem de 0,1 mm.

Solos com predominância de partículas ou grãos inferiores a 0,1 mm devem ser classificados como argilas ou siltes. As argilas se distinguem dos siltes pela plasticidade, quando possuem umidade suficiente para serem moldadas sem se quebrarem, e pela resistência coesiva, quando secam ao ar e ficam muito duras e difíceis de serem quebradas.

Na análise granulométrica, deve ser utilizada nomenclatura onde apareçam no máximo três frações de solos, por exemplo, argila silto-arenosa.

PLASTICIDADE E PEGAJOSIDADE

A plasticidade diz respeito à capacidade de um solo, em condição molhada, de ser moldado pela aplicação de uma força. Para determinação tátil da plasticidade, deve-se amassar uma porção de solo molhado e rolá-lo sobre a mão até formar um fio fino e cilíndrico de aproximadamente 4 cm de comprimento.

A pegajosidade é a propriedade do solo de aderir a objetos e deve ser avaliada com a massa de solo molhada e homogeneizada. Para determinação da pegajosidade, a massa de solo é comprimida entre o polegar e o indicador. As areias não possuem plasticidade e pegajosidade, já as argilas são muito plásticas e muito pegajosas, enquanto os siltes são plásticos e não pegajosos.

COR

O que confere a pigmentação do solo é a presença de tipos distintos de minerais e de matéria orgânica. De acordo com a norma ABNT NBR 6484 [6], na indicação da cor, devem ser utilizadas as designações: branco, cinza, preto, marrom, amarelo vermelho, roxo, azul e verde, admitindo-se ainda as designações complementares de claro ou escuro. Quando as amostras apresentarem mais do que duas cores, deve ser utilizado o termo variegado.

Essa forma de determinação de cores é muito subjetiva e outras áreas do conhecimento, tais como a pedologia, utilizam uma carta de cores como referência para classificação de cor do solo. Essa carta é denominada de Carta de Munsell e está dividida em matizes, sendo os matizes vermelho, amarelo, vermelho-amarelo, verde-acinzentado e cinza. A carta possui ao todo 322 cores.



Você sabia que o solo possui diversas cores de acordo com os minerais que os constituem? E por isso é possível fazer tintas de solo. Vamos aprender?

VAMOS APRENDER A FAZER A TINTA DE SOLO?

Essa atividade de colorir não é como as outras, vamos colorir com os tons do solo. Você sabia que o solo tem cores diferentes? Sim, cada partícula do solo pode ter uma coloração a depender da sua composição. Os cientistas estimam que existem mais de 300 cores de solo.



Ingredientes e material: solo, água, cola branca (PVA), peneira, pilão ou rolo de madeira.
As proporções indicadas para a produção da tinta é de 1:1

1 Primeiro colete o solo no canteiro ou horta mais próximo a você (de preferência um solo mais argiloso, aquele que gruda muito nas mãos ao estar úmido e ser manuseado e com o qual é possível moldar pavios bem finos e longos sem que se quebrem. Solos arenosos, mais ásperos e pouco pegajosos nas mãos não são muito bons para produzir tinta).

3 Depois de seco, utilize um pilão (pode ser pilão de cozinha) ou um rolo de madeira para quebrar e desfazer os torrões presentes no solo e o deixar bem soltinho.

2 Se o solo estiver úmido, espalhe sobre uma superfície lisa e o coloque para secar ao sol.

4 Após destorroar o solo, passe-o por uma peneira para que ele fique bem fino e você obtenha uma tinta de melhor qualidade. Após esse passo, é hora de começar o preparo da tinta.

5 Coloque todas as porções em um recipiente (solo, água e cola) e misture bem até integrar todos os componentes. Sua tinta deve ficar bem cremosa, se achar necessário, adicione mais solo ou água para obter uma consistência mais cremosa. Prontinho! Sua tinta já está feita e pode ser utilizada em pinturas sobre madeira, papel, tecido e parede de alvenaria. Agora é só se inspirar e coletar solos bem coloridos onde você mora, fazer sua tinta, pegar o pincel e mão na massa (ou melhor, no pincel)!

Fonte: Oliveira et al. (2024) [7].

Vamos observar um exemplo prático

De acordo com o procedimento descrito no Manual Técnico de Pedologia [8].

Caso não tenha acesso a um laboratório de solos, colete uma amostra de solo no quintal de sua casa e faça a experiência a seguir.

CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA

TEXTURA		SOLO		
Sensação de atrito e aspereza, pasta sem consistência, não forma pavios	Predomínio de Areia			
Sensação sedosa, forma rolos com dificuldade, os rolos são quebradiços	Predomínio de Silte			
Sensação de suavidade e pegajosidade, forma pavios que se dobram sem quebrar	Predomínio de Argila			

QUAL A PLASTICIDADE DO SOLO?

Molhar o solo (não encharcar) e amassar bem, formando uma massa de modelar. Com essa massa, tentar formar um fio de 4 cm de comprimento, para verificar a plasticidade (consistência molhada).

PLASTICIDADE		SOLO		
Não permite formar o fio ou cilindro.	Não Plástico			
Permite fazer o fio, mas este quebra ao dobrar. O diâmetro do fio atinge até 6 mm, mas não atinge 4 mm.	Ligeiramente plástico			
Permite fazer e dobrar o fio sem quebrar. O diâmetro do fio atinge até 4 mm, mas não atinge 2 mm.	Plástico			
Forma-se um fio de 2 mm que suporta o próprio peso.	Muito plástico			

Pegajosidade

Molhar o solo (não encharcar) e amassar bem, formando uma massa de modelar, em seguida comprima esta massa entre o indicador e o polegar.

PEGAJOSIDADE		SOLO		
Após cessar a pressão, o material não adere aos dedos.	Não Pegajoso			
Após cessar a pressão, o material adere em ambos os dedos, mas desprende-se perfeitamente de um deles.	Ligeiramente pega-joso			
Após cessar a pressão, o material ade-re em ambos os dedos e ao afastá-los a massa de solo tende a se alongar e rom-per ao invés de desprender.	Pegajoso			
Após cessar a pressão, o material adere fortemente em ambos os dedos e alon-gam-se progressivamente.	Muito pegajoso			

QUAL A COR DO SOLO?

Quer saber mais sobre descrição de solos? Acesse:

Se você quiser conhecer mais sobre solos e a Geotecnia, nos siga nas contas do Instagram: **@saberessobresolos** e **@geotecniaufg**

Referências Bibliográficas

[1] ANTUNES, F. S. Solos em pedologia. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (edit.). Geologia de Engenharia. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, 1998. p. 87-101.

[2] DAS, B. M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. Editora Thomson Pioneira, 2011, 560 p.

[3] LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos**. Oficina de Textos, São Paulo, 2005, 216p. SALOMÃO, F. X. T.;

[4] LOPES, Jr. Com 90% da obra concluída, nova célula do aterro sanitário de Naviraí terá vida útil de 15 anos. 2024. Prefeitura de Naviraí. https://navirai.ms.gov.br/noticia/com-90-da-obra-concluida-nova-celula-do-aterro-sanitario-de-navirai-tera-vida-util-de-15-anos/.Acesso em 2406/2026

[5] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1995. **NBR 6502**: Solos e rochas - Terminologia, Rio de Janeiro, 18 p.

[6] ABNT. 2020. **NBR 6484**: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 17 p. (In portuguese).

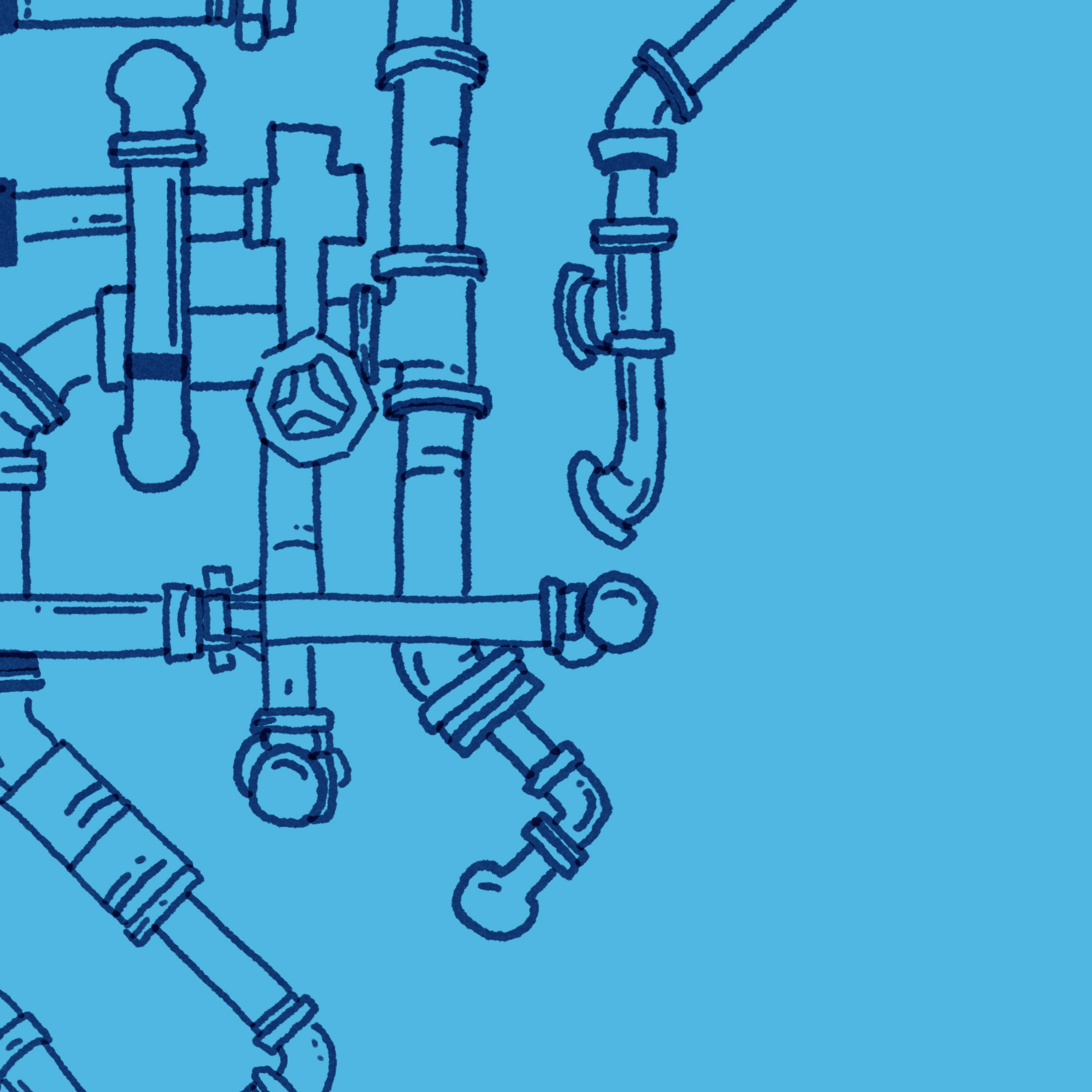
[7] OLIVEIRA, K. T.; JESUS, A. S. de; VILLAS BÔAS, S. M.; SALES, A. L. L.; RODRIGUES, N. B.; CAMAPUM DE CARVALHO, J.; FERREIRA, L. C.B.; SALES, M.M.; LUZ, M.P. da; MASCARENHA, M. M. dos A.. **Guia de apoio à leitura: De grão em grão, onde está o torrão?** Goiânia: Edição dos Autores, 2024.

[8] IBGE - Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística (2015). **Manual Técnico de Pedologia** / - 3. ed. - Rio de Janeiro: 430 p.

PROPRIEDADES DA ÁGUA E APLICAÇÕES PRÁTICAS

AUTORES: JULIANA DORN NÓBREGA, DÉBORA PEREIRA DA SILVA, TOMÁS DA ROSA SIMÕES E HUGO JOSÉ RIBEIRO.

06



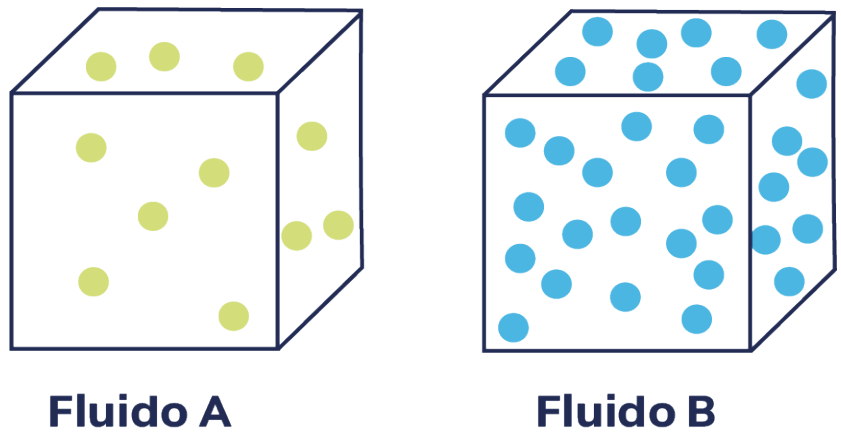
Massa Específica

Você já percebeu que o óleo fica sobre a água quando misturamos os dois? Ou que alguns objetos afundam enquanto outros flutuam? Esses fenômenos acontecem por causa de uma propriedade física chamada massa específica.

A massa específica é um conceito muito importante na Mecânica dos Fluidos, área da Engenharia que estuda o comportamento dos líquidos e gases, tanto em repouso quanto em movimento. Ela também é fundamental na Hidráulica, que aplica esses conhecimentos em situações práticas, como no projeto de redes de abastecimento de água, barragens e sistemas de drenagem.

Esta relação pode ser visualizada pelo esquema da Figura 51, em que a quantidade de moléculas de um fluido A é inferior à quantidade de moléculas de um fluido B em um mesmo volume. Portanto, o fluido com maior massa específica, ou seja, "mais concentrado", é o fluido B representado na figura.

Figura 51. Representação de fluidos com massas específicas diferentes.



Uma das aplicações clássicas de massa específica é o estudo de flutuabilidade de substâncias fluidas, como óleo e água. Como os dois líquidos são imiscíveis, sabemos que em uma mistura óleo-água, a parte de óleo ficará acima do volume de água, devido à sua menor massa específica, como podemos ver na Tabela 5.

Tabela 5. Propriedades físicas de alguns líquidos.

Líquido	Temperatura (°C)	Massa específica (kg/m3)
Álcool etílico	20	789
Gasolina	20	680
Glicerina	15,6	1260
Mercúrio	20	13600
Óleo	20	912
Água do mar	15,6	1030
Água	15,6	999

Fonte: Munson (2004) [1].

Ao verificarmos a Tabela 5, observamos que a massa específica está relacionada à temperatura. Isto porque a propriedade de massa específica varia em condições de temperatura e pressão, sendo mais sensível a essas variações em gases do que nos líquidos.

Um aumento de pressão ou diminuição da temperatura (que causa uma aproximação das partículas de fluido) resulta em um aumento da massa específica, devido à diminuição do volume ocupado pelo fluido. Por outro lado, uma diminuição da pressão ou um aumento da temperatura (ocasionando maior distanciamento entre as partículas, devido ao aumento da energia cinética) reflete em uma diminuição da massa específica.

Na área da Engenharia, esta propriedade é importante em diversas aplicações práticas, tais como:

Flutuabilidade e estabilidade de corpos flutuantes, como navios

Determinação de esforços em estruturas submersas, como comportas de eclusas de barragens

Qual a unidade de massa específica? A **massa específica (ρ)** representa a relação da quantidade de massa de um fluido (M) em relação a um determinado volume (Vol), sendo calculada pela expressão da Equação 1.1.

$$\rho = \frac{M}{Vol}$$

(1.1)

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a massa específica é representada por kg/m³, porém existem outras unidades usuais, como:

g/ml (grama por mililitro)

kg/L (quilograma por litro)

g/cm³ (grama por centímetro cúbico)

Para a transformação de uma unidade para outra, precisamos ter em conta as seguintes transformações:

$$1\,kg = 10^3\,g$$

$$1\,m^3 = 10^6\,cm^3 = 10^3\,L$$

$$\mathbf{1}\,\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m^3}} = \mathbf{10^{-3}}\,\frac{\boldsymbol{g}}{\boldsymbol{cm^3}} = 10^{-3}\,\frac{kg}{L} = 10^{-3}\,\frac{kg}{L}$$

ou

$$\mathbf{1}\,\frac{\boldsymbol{g}}{\boldsymbol{cm^3}} = \mathbf{10^3}\,\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m^3}}$$

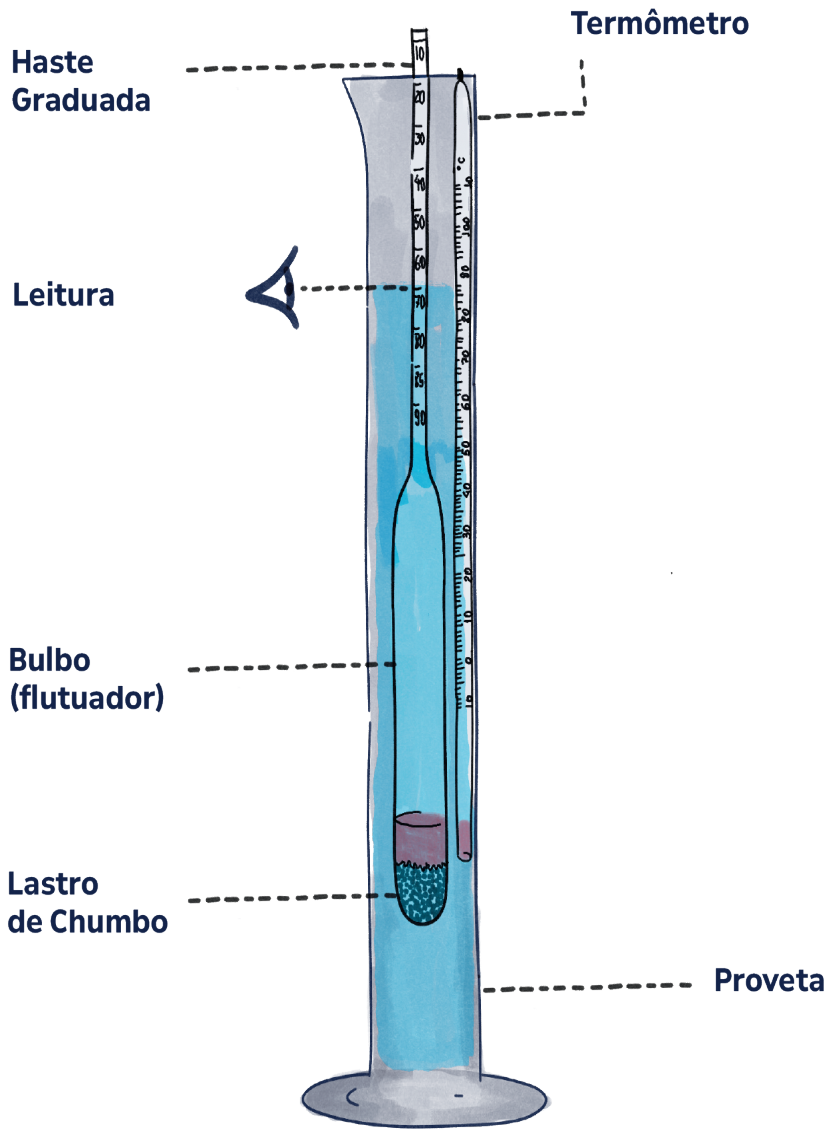
$$1\,\frac{kg}{m^3} = 10^{-3}\,\frac{g}{cm^3} \qquad ou \qquad 1\,\frac{g}{cm^3} = 10^3\,\frac{kg}{m^3}$$

Como medir a massa específica?

Uma maneira simples de determinar a massa específica é utilizar uma balança digital e um recipiente de volume conhecido. Como a massa específica é afetada pela temperatura do fluido, é importante a utilização de um termômetro.

Outra forma de medir a massa específica consiste na utilização de um densímetro (Figura 52), que é constituído por um bulbo e uma haste cilíndrica graduada. Este instrumento fornece uma leitura direta da massa específica em g/cm³, com base na sua flutuação no líquido.

Figura 52. Densímetro



Fonte: World Press [2], modificado pelos autores.

OBJETIVOS

Compreender o conceito de massa específica de um fluido.

Realizar a medição da massa específica de um fluido.

Realizar transformações de unidades de massa específica.

VAMOS PRATICAR

Durante os experimentos em laboratório serão utilizados os equipamentos a seguir: três provetas preenchidas com diferentes líquidos, balança, densímetro e termômetro de mercúrio.

O procedimento consiste em determinar a massa do fluido com a utilização de uma balança, posteriormente, realizar a leitura do volume indicado na proveta e a medição da temperatura do fluido com o uso do termômetro, anotando os resultados na Tabela 6, e calcular a massa específica pela equação 1.1. Em seguida, os resultados de massa específica calculados serão comparados com os valores contidos na Tabela 5. Este procedimento será repetido para os três fluidos contidos nas provetas.

Caso você não tenha acesso ao laboratório de hidráulica, é possível realizar o cálculo da massa específica da gasolina e água a partir dos dados obtidos em uma aula prática dos alunos da Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás.

Gasolina

Massa: 653 gramas
Volume: 1000 ml
Temperatura: 25°C

Água

Massa: 990 gramas
Volume: 1000 ml
Temperatura: 25°C

Em seguida, calcular a massa específica pela equação 1.1 e os resultados calculados serão comparados com os valores contidos na Tabela 5.

DADOS EXPERIMENTAIS

Os valores lidos e os resultados dos cálculos serão preenchidos na Tabela 6.

Tabela 6. Leituras dos dados e cálculos do experimento 1.

Leituras					Cálculos		
		(1)	(2)	(3)	(4) = (2) / (1) /10_6	(5) = (2) /10^3	-6
Fluido	T (°C)	Volume da proveta (ml)	Massa (kg)	Densímetro (g/cm^3)	Massa específica (kg/m^3)	Massa específica densímetro (kg/m^3)	Massa específica valor tabelado (kg/m^3)
1							
2							
3							

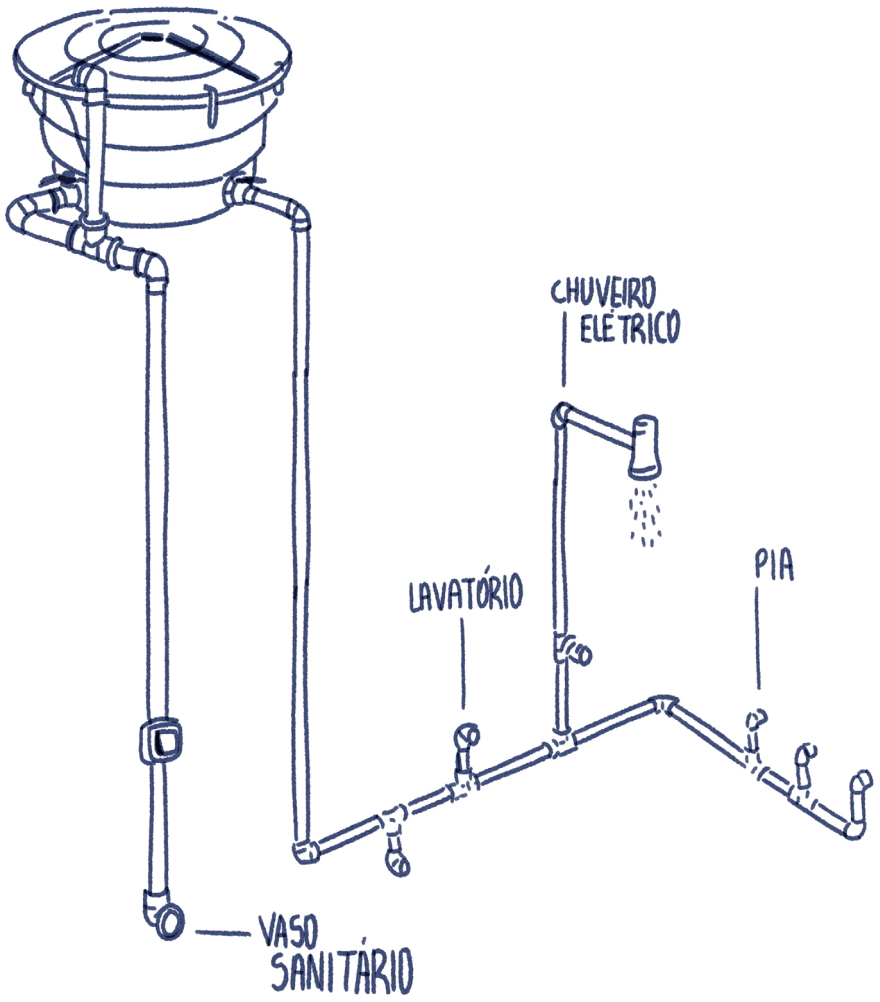
Medição De Vazão

O abastecimento de água com qualidade e quantidade suficiente é fundamental para o nosso cotidiano, pois é utilizado em atividades de consumo, preparação de alimentos, tarefas domésticas e higiene pessoal, garantindo a manutenção da saúde básica. Em geral, a água que chega em nossas casas é proveniente de mananciais superficiais, como rios e reservatórios de abastecimento. Existem também outras fontes de abastecimento de água, como as águas subterrâneas, popularmente conhecidas como poços.

No município de Goiânia-GO, o abastecimento é realizado por mananciais superficiais, no qual os principais sistemas são: Meia Ponte e Mauro Borges/ João Leite. Após a captação, a água é tratada em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) para adequar a sua qualidade ao consumo humano, e então é conduzida até às nossas residências, por uma rede de distribuição, composta por reservatórios, canalizações e equipamentos diversos, como bombas.

Da rede de distribuição, a água finalmente chega às residências, passando por um hidrômetro que registra o consumo de água, e é distribuída aos diversos pontos de consumo como torneiras, bacias sanitárias e chuveiro por meio da instalação predial (Figura 53).

Figura 53. Esquema de instalação predial de água fria.



Fonte: Manual Técnico Tigre (2013) [3], modificado pelos autores.

O hidrômetro registra o volume de água utilizado pelos usuários durante um intervalo de tempo. A leitura do hidrômetro é realizada por um funcionário da empresa de saneamento a cada 30 dias, logo, na conta de água/esgoto indica o volume total de água consumido no mês. Dessa forma, se anotarmos o valor indicado no hidrômetro em dias consecutivos, em um mesmo horário (por exemplo, às 7h da manhã em dias consecutivos), a diferença desses valores representará o volume de água utilizado na residência em um período de 24 horas. Dividindo este valor pelo número de habitantes, saberemos o consumo diário *per capita* por dia, ou seja, o volume usado por habitante por dia.

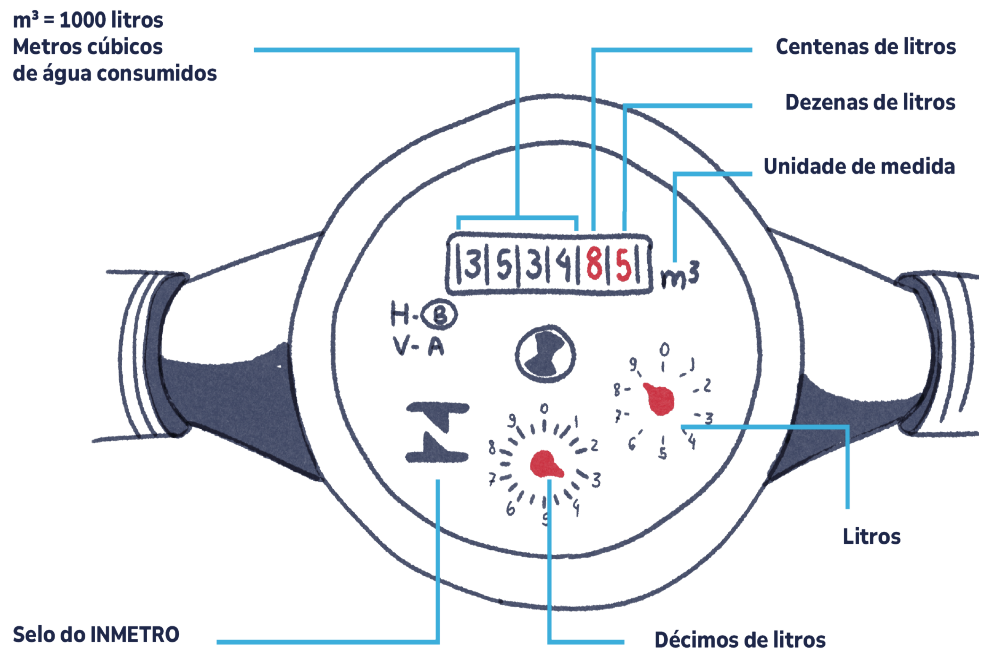
Você sabe como ler um hidrômetro? Veja na Figura 54.

Os indicadores na cor preta indicam o consumo de água em metros cúbicos;

Os indicadores na cor vermelha indicam a quantidade de centenas e dezenas de litros;

Os indicadores em relógio indicam a quantidade de litros e décimos de litros.

Figura 54. Como fazer a leitura de um hidrômetro.



Fonte: RW Engenharia [4]

Você sabia?

O consumo de água em regiões diferentes do país depende de características diversas, como condições climáticas, renda familiar, tipo da habitação, aspectos culturais da comunidade, nível de industrialização, além da forma de gerenciamento

da rede de abastecimento, como micromedição e tarifas [5]. No Brasil, o consumo médio per capita de água nos municípios é de 148,2 litros/hab.dia, sendo inferior na região Nordeste (Figura 55).

Figura 55. Consumo médio per capita de água (em litro/hab.dia) por macrorregião geográfica, em 2022.

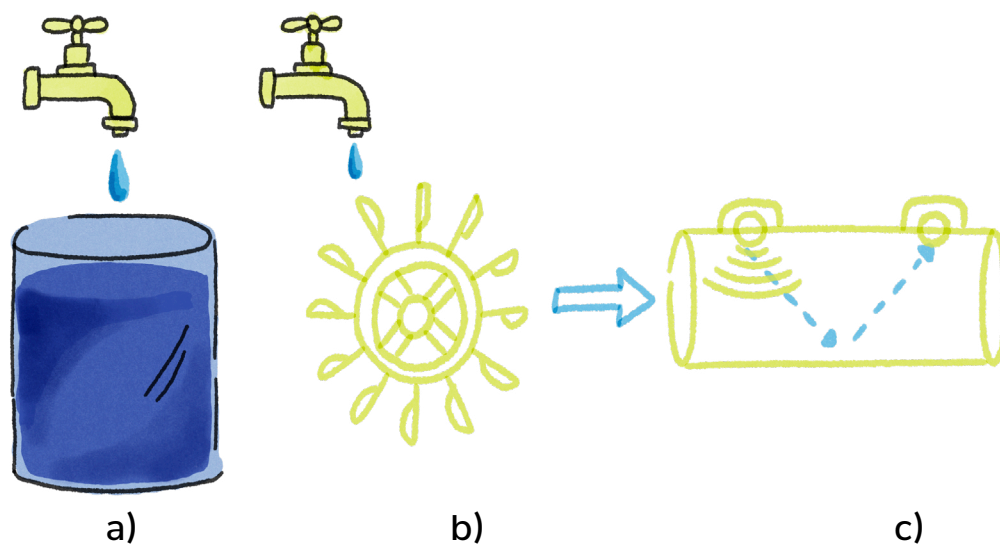


POR ABRANGÊNCIA DOS SERVIÇOS	
REGIONAL	138,1 1/hab dia
MICRORREGIONAL	110,8 1/hab dia
LOCAL - DIREITO PÚBLICO	193,6 1/hab dia
LOCAL - DIREITO PRIVADO	182,5 1/hab dia
LOCAL - EMPRESA PRIVADA	152,9 1/hab dia

Fonte: Adaptado de SNIS (2023)[6].

Existem diferentes tipos de hidrômetros, que dependem do seu tipo de funcionamento, como: a) volumétricos (Figura 56a), que medem o consumo a partir da contagem do número de vezes que se enche e esvazia uma câmara; b) velocimétricos (Figura 56b), cuja medição é feita pelo número de revoluções de uma turbina; e c) ultrassônicos e eletromagnéticos (Figura 56c).

Figura 56. Princípio de medição utilizado nos medidores: a) volumétrico; b) velocimétrico; c) ultrassônico.



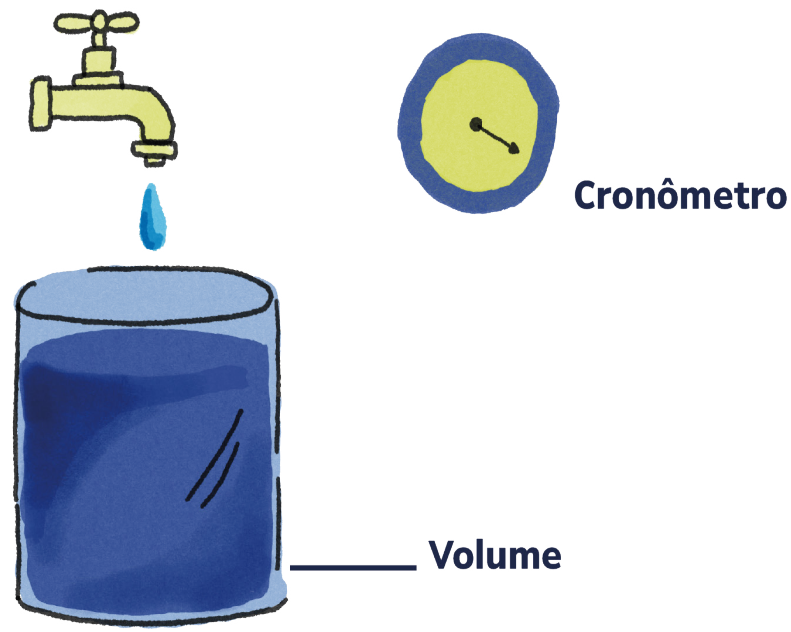
Fonte: Adaptado de Coelho (2009)[7].

A partir da medição do volume de água (*Vol*) que atravessa uma certa seção por unidade de tempo (*t*) é possível calcular a vazão (*Q*) através da Equação 1. A vazão pode ser facilmente determinada pelo exemplo da Figura 57, cronometrando-se o tempo de enchimento de um recipiente de volume conhecido colocado embaixo de uma torneira. A vazão geralmente é apresentada em unidades de L/s (litros por segundo) ou m^3/h (metro cúbico por hora).

Você sabia que um volume de 1 m^3 corresponde a 1.000 litros?

$$Q = \frac{Vol}{t} \quad (1)$$

Figura 57. Medição da vazão pelo volume do reservatório e tempo de enchimento



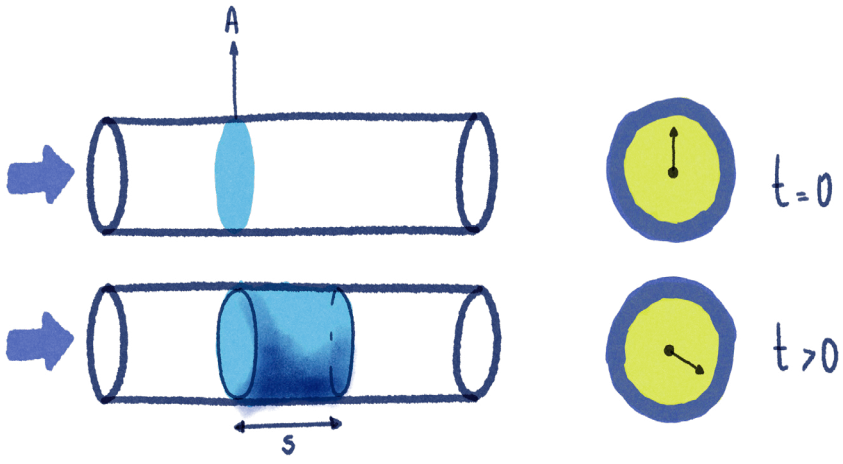
Em uma tubulação com área da seção transversal A, o fluido irá se deslocar por uma distância s, em um intervalo de tempo t (Figura 58). Dessa forma, o volume de fluido que atravessa a seção será (Equação 2):

$$Vol = sA \tag{2}$$

Logo, obtém-se uma relação entre a vazão e a velocidade do fluido, que pode ser calculada pela Equação 3 através da área da seção transversal (A):

$$Q = \frac{Vol}{t} = \frac{sA}{t}, como\ V = \frac{s}{t} \quad \rightarrow \quad Q = VA \tag{3}$$

Figura 58. Relação entre velocidade média (razão entre o deslocamento do fluido s e o tempo t), área da seção e vazão.



Fonte: Adaptado de Brunetti (2008) [8].

OBJETIVOS

Compreender o conceito de vazão e como realizar medições de vazão em uma tubulação de água.

Compreender o funcionamento e a leitura de um hidrômetro.

VAMOS PRATICAR?

Na aula prática de laboratório, serão vistos dois tipos de medição de vazão, a partir da utilização de um hidrômetro e pelo método volumétrico.

INSUMOS E EQUIPAMENTOS:

Bancada experimental de mecânica dos fluidos do Laboratório de Hidráulica da EECA/UFG (Figura 59);

Hidrômetro do tipo velocimétrico (Figura 59);

Paquímetro;

Régua graduada;

Cronômetro

Figura 59. Hidrômetro instalado na linha de tubulação, bancada experimental de mecânica dos fluidos do Laboratório de Hidráulica.



PROCEDIMENTO DE ENSAIO

Determinar as dimensões do reservatório superior da bancada (Figura 60) com uma régua;

Determinar o diâmetro interno da tubulação da bancada com um paquímetro;

Determinar a vazão pelo método volumétrico:

Direcionar a mangueira para o reservatório superior, acionando-se pelo menos dois cronômetros durante o tempo de enchimento do reservatório;

Calcular o tempo médio de enchimento;

Após o enchimento, medir a altura de água no reservatório com uma régua graduada;

Calcular o volume de água no reservatório: comprimento x largura do reservatório x altura de água

Calcular a vazão: volume de água dividido pelo tempo médio de enchimento;

Repetir o procedimento anterior duas vezes.

Calcular a velocidade de água na tubulação, dividindo-se a vazão obtida pela área da tubulação.

Determinar a vazão pelo hidrômetro:

Verificar a leitura inicial de volume do hidrômetro, ao acionar o cronômetro (usar pelo menos dois cronômetros);

Verificar a leitura final de volume do hidrômetro, ao pausar o cronômetro (usar pelo menos dois cronômetros);

Calcular a vazão: volume obtido na leitura final menos a leitura inicial, dividido pelo tempo médio;

Calcular a velocidade de água na tubulação, dividindo-se a vazão obtida pela área da tubulação.

Comparar as vazões determinadas pelo método volumétrico e medida pelo hidrômetro.

Figura 60. Reservatório superior da bancada de mecânica dos fluidos e mangueira de direcionamento do jato de água.



Fonte: Autores.

Caso você não tenha acesso ao laboratório de hidráulica, é possível realizar os cálculos de vazões a partir dos dados obtidos em uma aula prática dos alunos da Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás.

MÉTODO VOLUMÉTRICO

Altura de água no reservatório (m): 0,51

Comprimento do reservatório Lres (m): 0,30

Largura do reservatório Bres (m): 0,215

Diâmetro da tubulação D (m): 0,025

Tempo médio (segundos): 18

HIDRÔMETRO

Volume inicial (m3): 253,10

Volume final (m3): 253,51

Tempo médio (segundos): 392

Em seguida, calcular as vazões utilizando as equações fornecidas no material e comparar as vazões determinadas pelo método volumétrico e pelo hidrômetro.

DADOS EXPERIMENTAIS

Tabela 7. Dados experimentais – Leitura dos dados e cálculo da vazão medida pelo método volumétrico.

Comprimento do reservatório L_{res} (m):	
Largura do reservatório B_{res} (m):	
Diâmetro da tubulação D (m):	

Tabela 8. Dados experimentais – Leitura dos dados e cálculo da vazão medida pelo método volumétrico.

Leituras			Cálculos			
	(1)	(2)	(3) = média dos valores obtidos em (2)	(4) = Lres x Bres x (1) / 1000	(5) = (4) / (3)	(6) = (5) / (πD2/4)
Vazão	Altura de água no reservatório (m)	Tempo (s)	Tempo médio (s)	Volume de água no reservatório (L)	Vazão (L/s)	Velocidade média na tubulação (m/s)
1						
2						

Tabela 9. Dados experimentais – Leitura dos dados e cálculo da vazão medida pelo hidrômetro.

Leituras				Cálculos			
	(1)	(2)	(3)	(4) = (2) – (1)	(5) = média (3)	(6) = (5) / (4)	(7) = (6) / (πD2/4)
Vazão	Leitura inicial (m3)	Leitura final (m3)	Tempo (s)	Volume (m3)	Tempo médio (s)	Vazão (L/s)	Velocidade média na tubulação (m/s)
1			1.				
			2.				
			3.				
2			1.				
			2.				
			3.				

ATIVIDADE EXTRACLASSE

Realizar a leitura do volume marcado no hidrômetro da sua casa em dois dias consecutivos. Atenção: a leitura deve ser realizada no mesmo horário;

Calcular a diferença entre as leituras de volume final e inicial para determinar o consumo no período de 24 horas;

Dividir o consumo pelo número total de moradores da sua residência, para estimar o consumo diário *per capita*.

Tabela 10. Leituras dos dados e consumo per capita em um dia de consumo.

	Leituras		Cálculos	
	(1)	(2)	(3) = (2) – (1)	(4) = (3) / n. hab.
Vazão	Leitura inicial do hidrômetro (m3)	Leitura final do hidrômetro (m3)	Consumo diário (m3/dia)	Consumo diário per capita (m3/dia)
1° dia				
2° dia				

Rede de distribuição de água - Competição Aqualibrium

O problema abordado na competição Aqualibrium trata-se de encontrar uma combinação de tubulações de diferentes diâmetros no projeto de um sistema de distribuição de água, dentre o grande número de soluções possíveis. A partir desta atividade é possível compreender a aplicação de conceitos físicos e matemáticos em problemas reais da Engenharia, discutir sobre o ciclo urbano da água, como a água chega em nossas residências, o uso consciente da água e a importância de preservação dos recursos hídricos.

Esta competição foi desenvolvida pelo Prof. Kobus Van Zyl, da Universidade de Johannesburgo, sendo o jogo a ser apresentado no Laboratório de Hidráulica da UFG uma adaptação do jogo original (Figura 61) e as explicações aqui apresentadas traduzidas do website:

Acesse o site

https:// aqualibriumcompetition.com

Os participantes são organizados em equipes e constroem uma rede de distribuição entre um reservatório superior e três recipientes posicionados na malha da rede de distribuição, usando tubulações de diferentes diâmetros. O tempo dado para a realização da atividade é de geralmente 1 hora.

Existe um número máximo de linhas na malha da rede de distribuição que podem ficar sem tubulações. Isto pode variar em cada competição, sendo que, quanto menor o número de linhas vazias, maior a complexidade do problema.

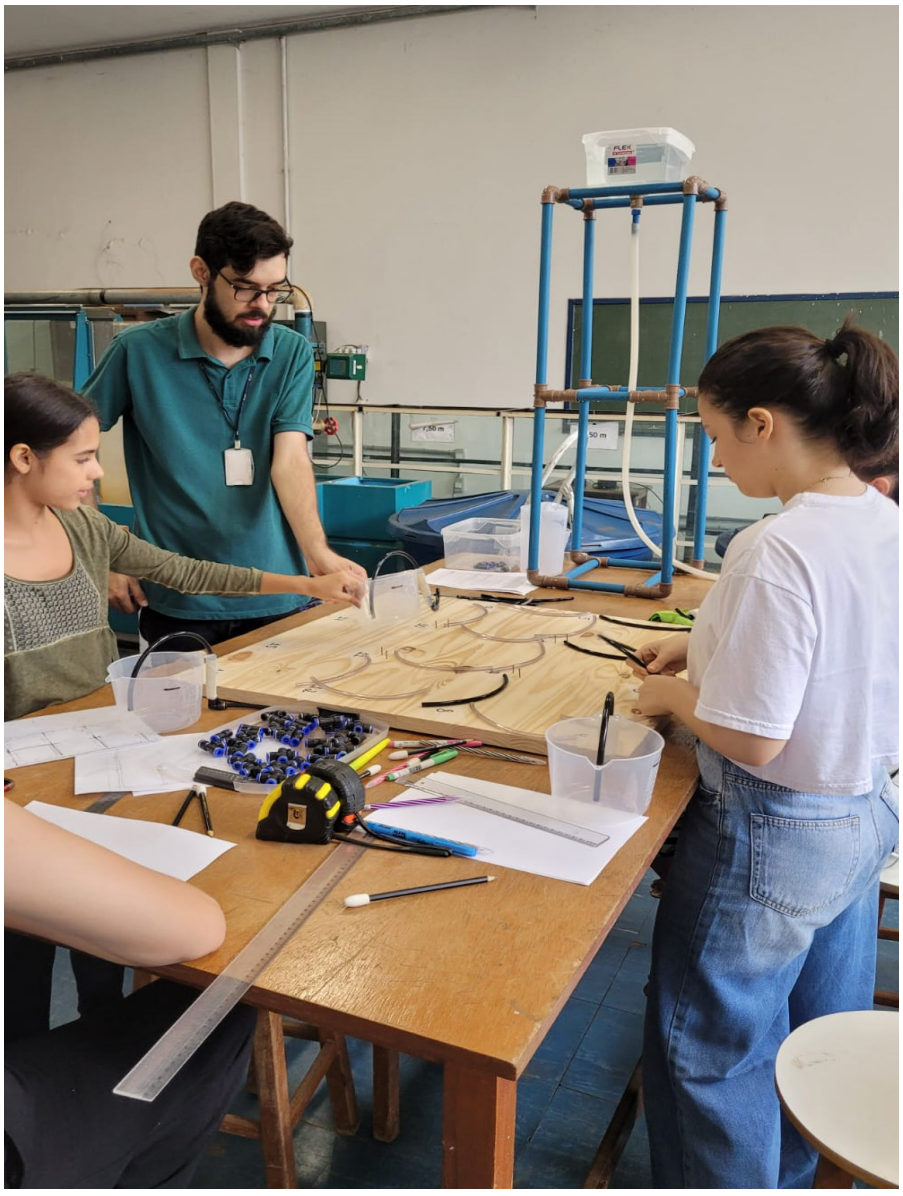
Após este tempo, os participantes abrem a válvula principal para que a água chegue até os 3 reservatórios e atinja a marca verde em um deles, de 1.000 ml. Em seguida, a válvula principal é fechada, e é feita a medição da diferença entre a quantidade de água em cada reservatório. Esta diferença será convertida em valores positivos e tomada como pontos de penalização. O grupo com o menor ponto de penalização total ganha a competição.

Figura 61. Competição Aqualibrium: (a) detalhe dos materiais utilizados, (b) montagem do tabuleiro.



a)

b)



Fonte: Autores

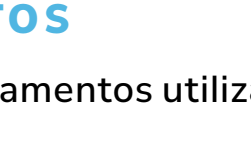
OBJETIVOS

Distribuir três litros de água, contidos no reservatório superior, igualmente nos três reservatórios (recipientes) posicionados de forma aleatória em uma malha da rede de distribuição com 16 pontos.

EQUIPAMENTOS

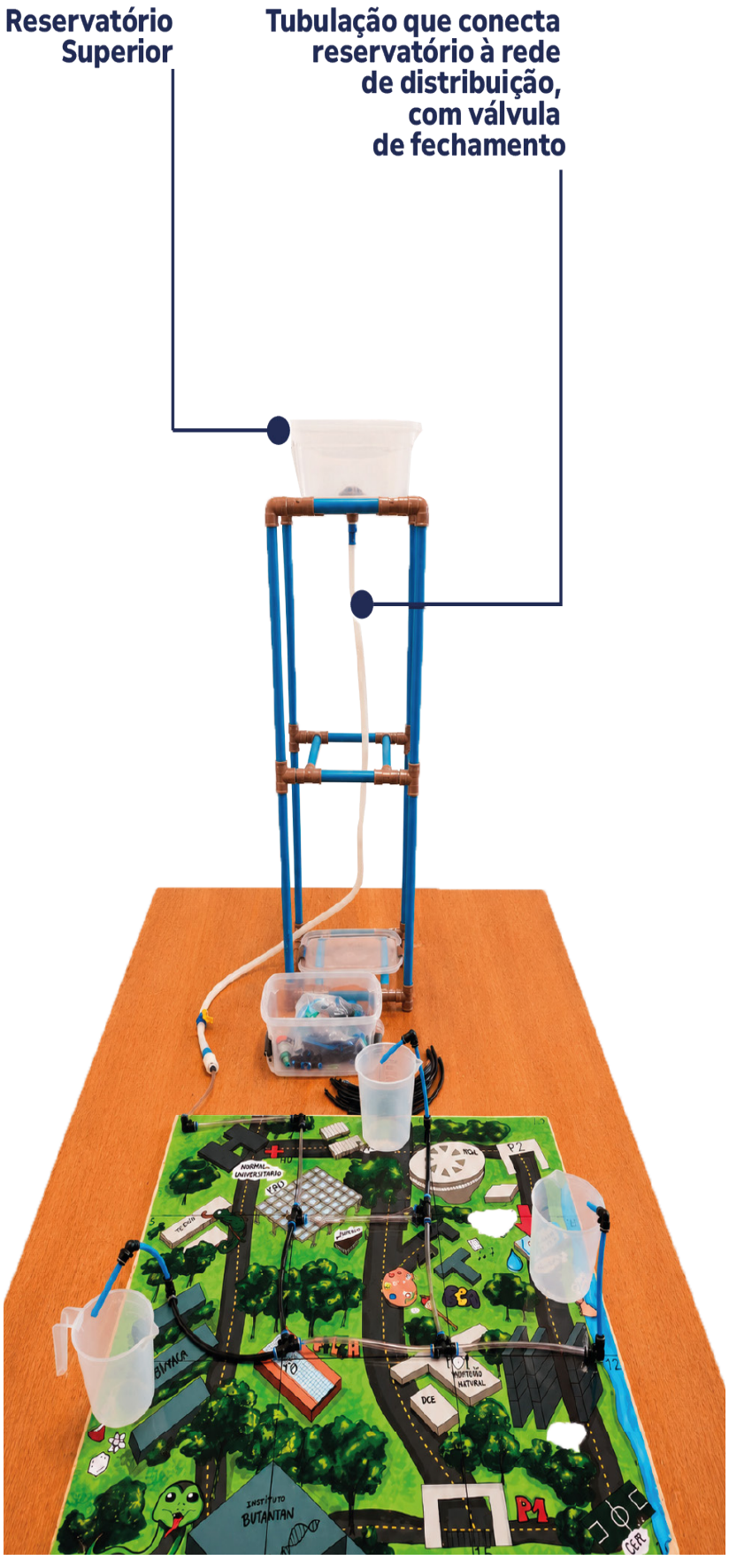
Os equipamentos utilizados para o jogo Aqualibrium estão apresentados na Tabela 11 e Figura 62.

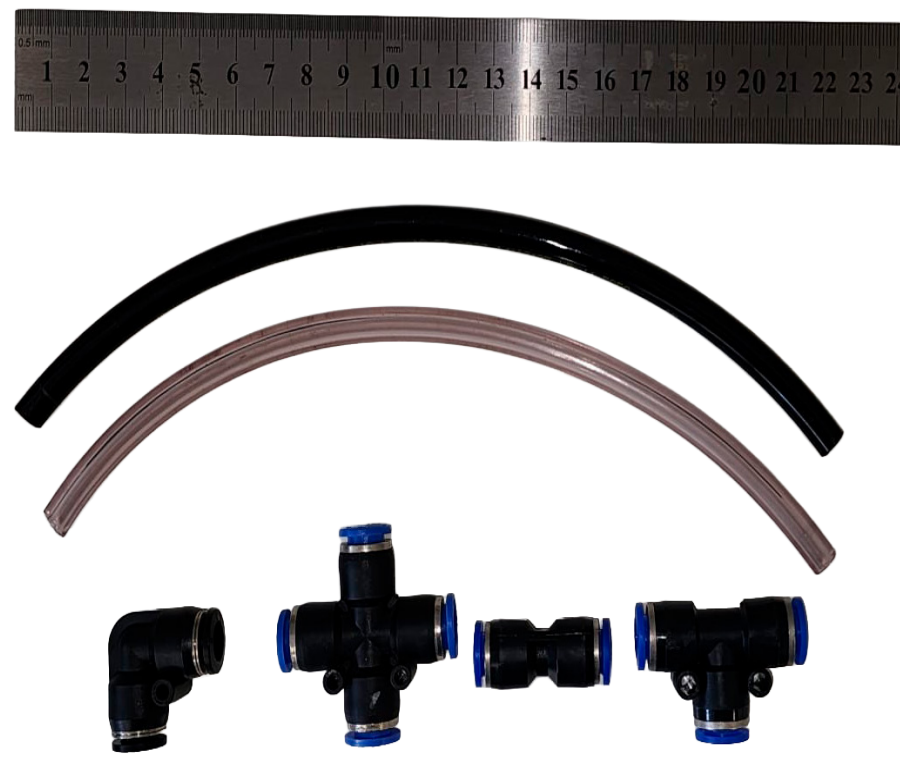
Tabela 11. Equipamentos do jogo Aqualibrium.

	**3 reservatórios pequenos com capacidade maior ou igual a 1,5 L cada** **Usados para coletar a água da rede de distribuição**		**8 Conectores em cruz**
	**1 Tubulação plástica transparente, com diâmetro interno de no mínimo 6 mm (preferencialmente maior que 10 mm).** **Usada para conectar o reservatório principal à rede de distribuição**		**3 Conectores em U** **Usados no final das tubulações até os reservatórios**
	**1 válvula de fechamento** **12 Tubulações de diâmetro interno de 4 mm, cada uma com 28 cm de comprimento** **Usadas em combinação com as tubulações maiores para construir a rede de distribuição** **12 Tubulações de diâmetro interno de 6 mm, cada uma com 28 cm de comprimento** **Usadas em combinação com as tubulações menores para construir a rede de distribuição**		**3 Seções de diâmetro interno de 6 mm, cada uma com 12 cm de comprimento** **Essas tubulações são usadas para conectar as tubulações aos reservatórios**
	**8 Conectores retos de 3 mm de diâmetro**		**Ponteiras de 3 mm** **Usados na extremidade de alguns conectores**
	**8 Joelhos de 90°**		**1 balança** **Usada para medir o peso/volume de água do reservatório principal e dos três reservatórios.**
	**8 Conectores T**		

Fonte: Aqualibrium competition [9]

Figura 62. Materiais utilizados na montagem do Jogo Aqualibrium no Laboratório de Hidráulica da UFG.







Fonte: Autores

REGRAS DO JOGO

1. O painel da malha da rede de distribuição deve ser colocado horizontalmente (sem declividade), 1m abaixo do reservatório principal.

2. Os reservatórios devem ser colocados em 3 pontos da malha, escolhidos pelos jurados. Qualquer um dos 16 pontos pode ser selecionado.

3. A tubulação principal deve ser conectada ao ponto 1 do painel.

4. Os participantes constroem a rede de distribuição conectando o ponto 1 aos 3 reservatórios usando as tubulações de diferentes diâmetros.

Os grupos devem construir e testar diferentes redes de distribuição, incluindo a configuração escolhida, dentro do tempo estabelecido pelo júri.
Geralmente o tempo total é de 1 hora, sendo os 10 minutos finais usados para preparar a partida do jogo

As tubulações devem estar alinhadas com a malha do painel

Nas junções com uma ou mais tubulações, estas devem estar todas conectadas

Os participantes devem usar cada tipo de tubulação (diâmetro) pelo menos uma vez

Tubulações com “ponta seca” não são permitidas, isto é, todas as tubulações devem se conectar com uma ou mais tubulações, ou ao recipiente

Os recipientes são conectados à rede de distribuição usando os conectores em U

Um certo número de linhas da rede não pode ficar sem tubulação. Esta quantidade em geral é igual a 8, mas um valor diferente pode ser especificado pelo júri

Note que quando um reservatório pequeno é colocado em um ponto interno da rede, não será possível conectar mais de 3 tubulações a este mesmo ponto

5. Remoção do ar do sistema

As tubulações devem estar totalmente preenchidas com água antes da partida

O ar deve ser removido do sistema. Para isso, colocar água no reservatório principal, abrir a válvula e permitir a passagem de água pelo sistema. Se necessário, levantar gentilmente as tubulações para auxiliar na remoção de grandes bolhas de ar. Uma vez que o ar é suficientemente removido, fechar a válvula

Esvaziar os recipientes pequenos após a remoção do ar

6. Rodada da competição

Nivelar o nível do reservatório superior após a remoção do ar. O nível de água deve ser o mesmo para cada time e não pode estar acima do nível máximo indicado (5 L)

Os grupos devem estar prontos para rodar a competição uma vez que o tempo tenha finalizado

A válvula deve ser totalmente aberta de forma instantânea para iniciar a partida

Nenhum dos participantes e júri pode interferir (tocar) no jogo durante o enchimento dos 3 reservatórios

Quando o nível de um dos reservatórios alcançar a marca do nível máximo, a válvula deve ser fechada

Remover os conectores em U dos tanques para garantir que não ocorra escoamento reverso do sifão

Se o nível de água do recipiente mais cheio não atingir a marca verde, a partida é desqualificada

7. Contagem de pontos

O volume de água em cada reservatório é medido usando a escala no recipiente ou uma balança de peso. O método escolhido para medição do volume deve ser o mesmo para todos os times. Note que 1 ml = 1 g

O ponto de penalização do reservatório que atingiu o nível máximo, indicado pela marca verde, será igual a zero. Os pontos de penalização dos demais reservatórios são determinados pela diferença de volume entre o reservatório mais cheio e os demais volumes, em ml. Os pontos são somados para obter o ponto de penalização total do sistema

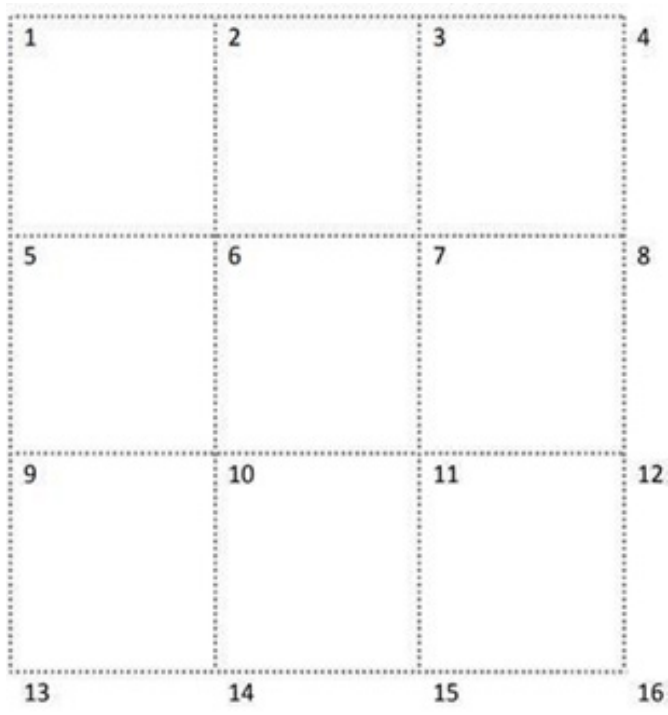
Exemplo: O reservatório 1 mais cheio contém um volume de água de 1.015 ml, enquanto os reservatórios 2 e 3 contêm volumes de 940 ml e 825 ml, respectivamente. Portanto, o ponto de penalização do reservatório 1 será zero, do reservatório 2 é igual a 75 (1.015 - 940) e do reservatório 3 é 190 (1.015 - 825). A soma total dos pontos será igual a 265 (0 + 75 + 190).

Redes que não cumpram todas as regras da competição serão desqualificadas pelo júri

O grupo com o menor ponto de penalização total ganha a competição

PLANILHA DO JÚRI

Nome do time:	Membros do time:
Data:	
Horário:	
Júri:	

Desenhe a rede: use: = para tubulações de maior diâmetro - Para tubulações de menor diâmetro x para a posição dos reservatórios  	Verifique as principais regras: Tubulação principal conectada ao ponto 1 ( ) Reservatórios conectados na rede nos pontos corretos ( ) Número correto de linhas vazias ( ) Nenhuma tubulação com “ponta seca” ( ) Todas as tubulações conectadas nas junções ( ) Reservatórios conectados ao sistema usando os conectores adequados ( ) Nenhuma interferência entre a abertura e fechamento da válvula ( )

CONTAGEM DE PONTOS:

Posição do recipiente	Volume (ml)	Pontos de penalização
Total:		

Referências

[1] Munson, B. R.; Young, D. F.; Okiishi, T. H. 2004. **Fundamentos da mecânica dos fluidos**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher.

[2] World Press (https://ipemsp.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/11/densimetria.jpg)

[3] **Manual técnico Tigre: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais** / Tigre S.A. 5 ed. 188p. Joinville: Tigre, 2013. Disponível em: https://www.tigre.com.br/catalogos-tecnicos. Acesso em setembro 2023.

[4] RW Engenharia

[5] Tsutiya, M. T. 2006. **Abastecimento de água**. 3 ed. 649 p. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

[6] SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2023. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral ano de referência 2022**. 108 p. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Brasília, 2023.

[7] COELHO, A. C.i. **Micromedição em sistemas de abastecimento de água**. 1. ed. João Pessoa: Ed. da UFPB, 2009. 348 p. ISBN 9788577454013.

[8] Brunetti, F. 2008. **Mecânica dos fluidos**. 2 ed. rev. São Paulo: Prentice Hall.

[9] **Aqualibrium competition**. https://www.aqualibriumcompetition.net/.

ROTEIRO DIDÁTICO PARA OS EXPERIMENTOS DA ÁREA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

AUTORAS: KATIA KOPP; NAYARA PEREIRA REZENDE DE SOUZA; RENATA MEDICI FRAYNE CUBA.

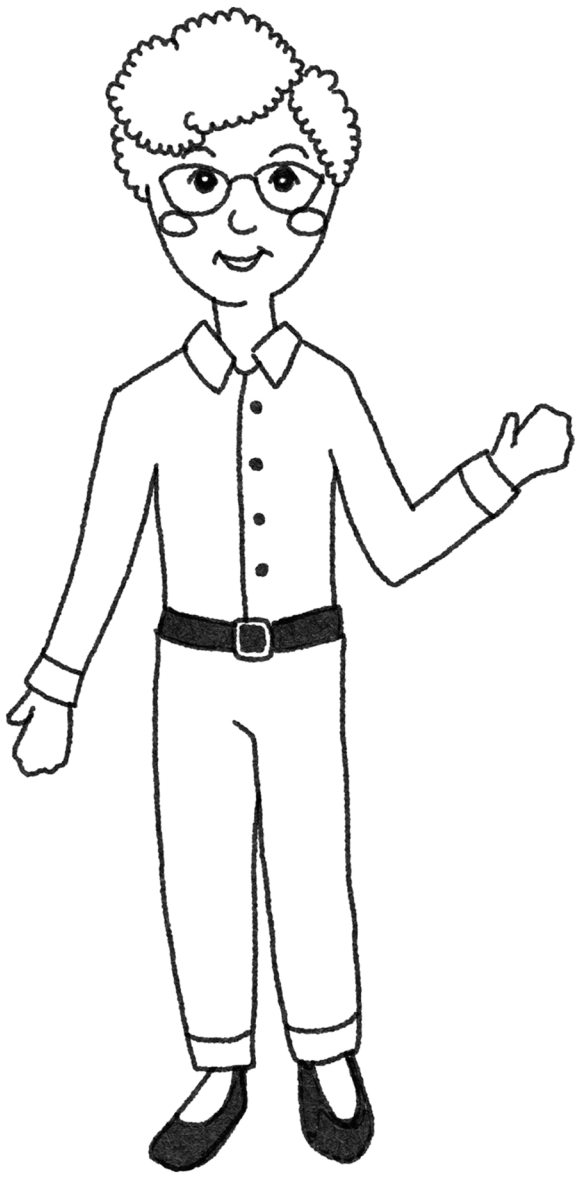
07

Introdução

Imaginem só: abrir a torneira e ter água limpinha para beber e tomar banho. Colocar o lixo para fora e ter certeza de que ele será levado para o lugar certo. Dar descarga e saber que o esgoto vai ser tratado antes de voltar para a natureza. E quando chover forte, as ruas não virarão rios. Tudo isso junto é exemplo de saneamento ambiental!

De um jeito simples, saneamento ambiental é o conjunto de ações que garante a saúde das pessoas, a proteção do ambiente e uma boa qualidade de vida para todo mundo. Ele inclui:

- Água tratada: aquela que chega na sua casa, limpa e segura para beber e usar.
- Coleta de lixo: a retirada do nosso lixo das casas e das ruas para ser descartado corretamente.
- Esgoto: a coleta e o tratamento da água que usamos no chuveiro, na pia e no vaso sanitário.
- Drenagem da água da chuva: sistemas que evitam alagamentos e enchentes quando chove muito.



Parece básico, né? Mas acreditem, não ter essas coisas funcionando de forma adequada pode causar um monte de problemas.



A TRISTE REALIDADE DE QUEM NÃO TEM SANEAMENTO

Infelizmente, nem todo mundo tem acesso a esses serviços básicos. Em muitas comunidades, a falta de saneamento é uma realidade que traz muitos problemas.

A água que sai da torneira não é segura para beber, e as pessoas ficam doentes com facilidade, principalmente as crianças.

O lixo se acumula nas ruas, atraindo ratos e insetos que transmitem doenças.

O esgoto corre a céu aberto, deixando um cheiro ruim e poluindo rios e lagos.

Qualquer chuva forte causa alagamentos, destruindo casas e dificultando a vida de todo mundo.

O saneamento não é só uma questão de limpeza; ele impacta diretamente a nossa saúde, o nosso ambiente e a nossa qualidade de vida.



Além disso, a falta de saneamento impacta de forma desproporcional mulheres e meninas no mundo inteiro, que muitas vezes são as responsáveis por coletar água e enfrentam maiores riscos à saúde e à segurança. Globalmente, bilhões de pessoas ainda não têm acesso ao saneamento básico, afetando especialmente mulheres e meninas, limitando sua educação, segurança e dignidade. No Brasil, a carência de água e saneamento atinge com mais intensidade mulheres e populações vulneráveis, aprofundando desigualdades de gênero e saúde.

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA), ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE), ATERROS SANITÁRIOS E DRENAGEM URBANA.

A ETA é como uma "fábrica" que transforma a água que vem da natureza (rios, lagos, represas) em água potável, ou seja, água segura para beber, cozinhar e usar no dia a dia.

A ETE é a "fábrica" que trata a água suja que sai das nossas casas (esgoto doméstico) e das indústrias (efluentes industriais) antes que ela volte para a natureza.

Os aterros sanitários são como grandes "depósitos" organizados e seguros para o lixo que não pode ser reciclado. Eles são a etapa final para os resíduos sólidos que geramos em casa e nas empresas.

Sistemas de drenagem urbana são como o sistema circulatório de uma cidade para a água da chuva. Eles são uma rede de tubulações, canais, bueiros e bocas de lobo que coletam e escoam a água da chuva para longe das áreas urbanizadas.

No Laboratório De Saneamento

No laboratório de saneamento são realizadas análises principalmente de água e de esgoto.

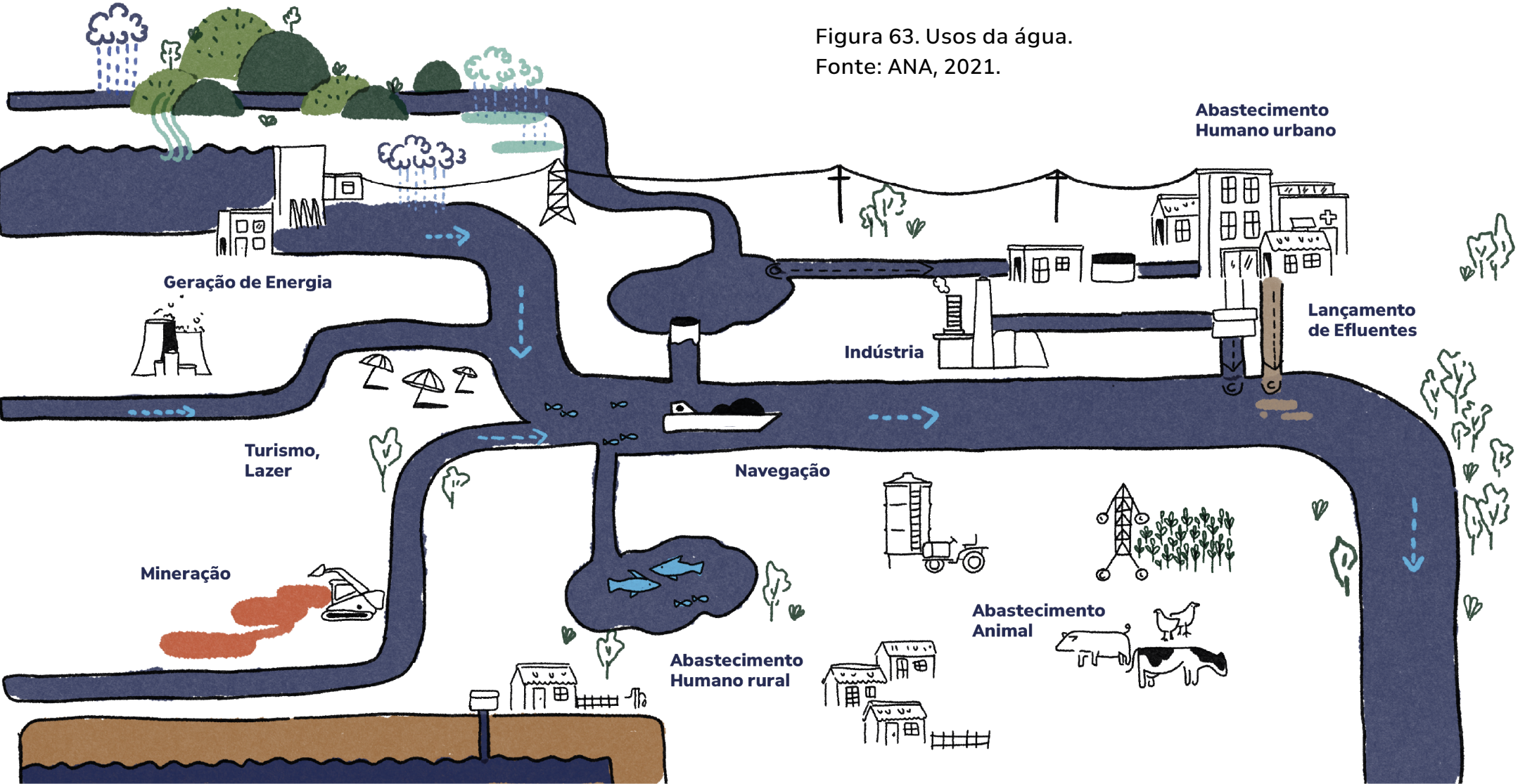


O descarte de esgoto em um rio altera a qualidade da água de diversas maneiras, tornando-a imprópria para muitos usos.

Dependendo do uso (Figura 63) que vai ser dado à água, esta deve apresentar características físicas, químicas e biológicas específicas. Ou seja, se a água for utilizada para o consumo humano, por exemplo, ela precisa atender a determinadas características, mas se ela for utilizada para atividades industriais, ela deve atender a outras.

USOS DA ÁGUA

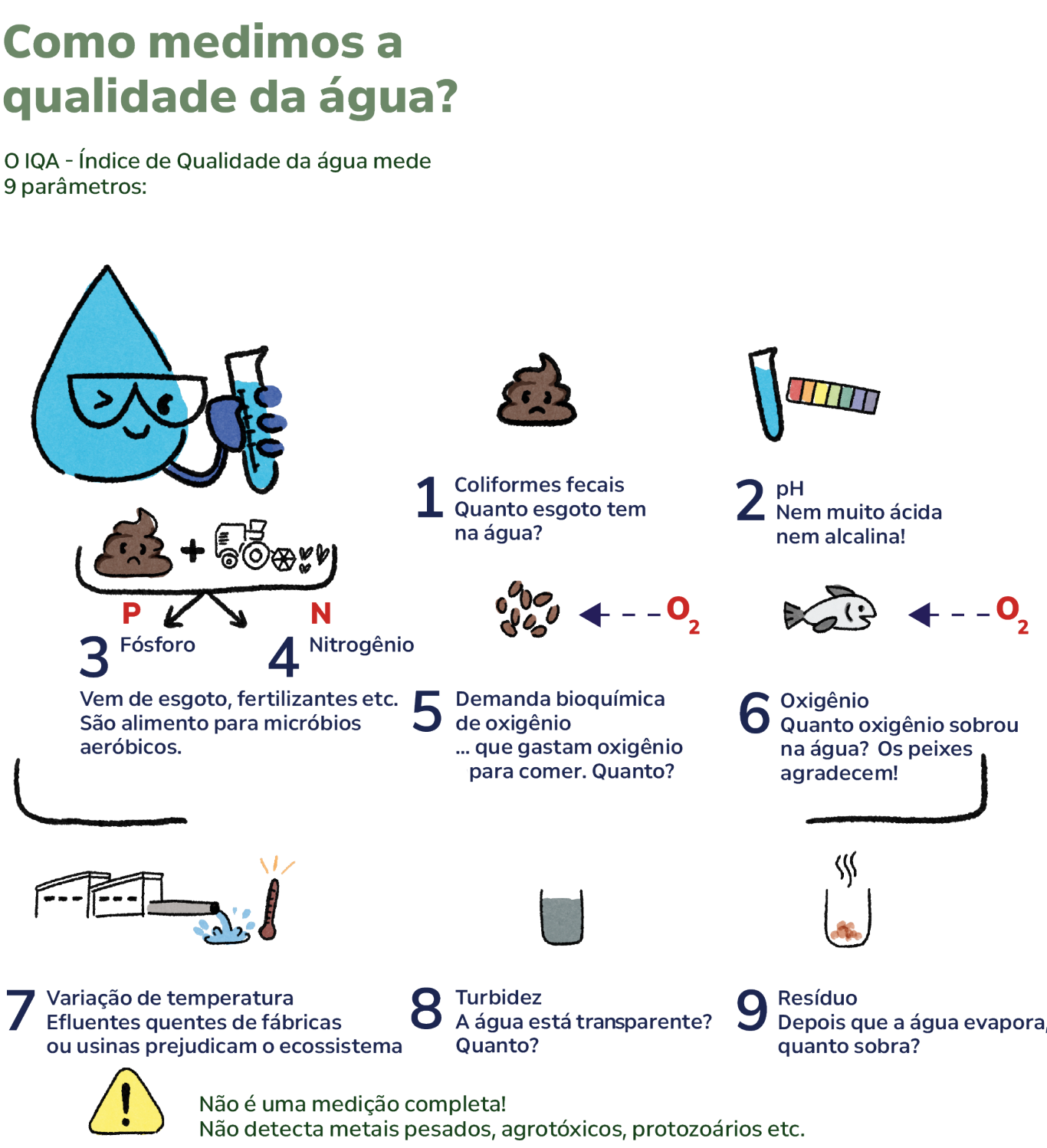
Figura 63. Usos da água.
Fonte: ANA, 2021.



O uso mais importante da água é o de ser utilizada para o consumo humano. A água que chega na sua casa e que sai da sua torneira precisa ser supersegura para você usar, certo?

É no laboratório de saneamento que as (os) cientistas, que são tipo detetives, analisam amostras de água, ou seja, fazem vários testes para verificar se a água está adequada para o nosso uso diário (Figura 64).

Figura 64. Como medimos a qualidade da água.
Fonte: Arvoreagua, 2023.



Como você viu, são usados diversos parâmetros para determinar a qualidade da água.

Agora vamos praticar!

Como nosso tempo é curto, vamos simular uma das etapas do tratamento de uma amostra de água de um rio e analisar alguns parâmetros de qualidade antes e depois do tratamento.

Para isso, vamos fazer o ensaio de Jar Test e de adsorção. Os parâmetros que iremos analisar são:

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O pH é a concentração de íons de hidrogênio (H+) e indica se o meio está ácido, alcalino ou neutro (Figura 65). Por influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em algumas etapas do tratamento de água, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies ou indiretamente, pois determinadas condições de pH contribuem para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados.

Para preservar e proteger a vida aquática, recomenda-se o valor de pH entre 6 e 9.

Unidade de medida: as medidas de pH são adimensionais, isto é, não possuem unidade de medida, mas possuem escala de 0 a 14 (Escala Sörensen).

Figura 65. A escala do pH



Fonte: Enviroment Canada.

CONDUTIVIDADE

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir corrente elétrica. Esse parâmetro indica a quantidade de sais dissolvidos, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Geralmente, condutividade muito elevada, níveis superiores a 100 µS/cm, é um indício de contaminação por esgoto doméstico, pois há muitos íons de cloreto (Cl–), presente na urina humana, por exemplo. Esse parâmetro também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas

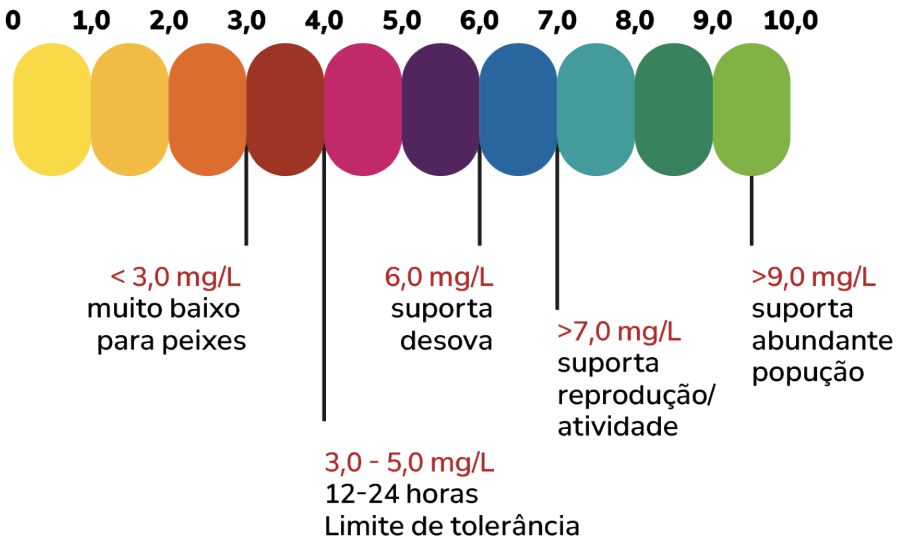
dos vários componentes. O valor da condutividade aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados na água.

Unidade de medida: medida em µS/cm (microsiemens por centímetro) ou mS/cm (millisiemens por centímetro).

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio dissolvido (OD) é de grande importância para os organismos aeróbios. Durante a decomposição da matéria orgânica, algumas bactérias fazem uso do oxigênio nos processos respiratórios, podendo causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, diversos seres aquáticos podem morrer, inclusive os peixes (Figura 66).

Figura 66. Limite de tolerância de OD para os peixes.

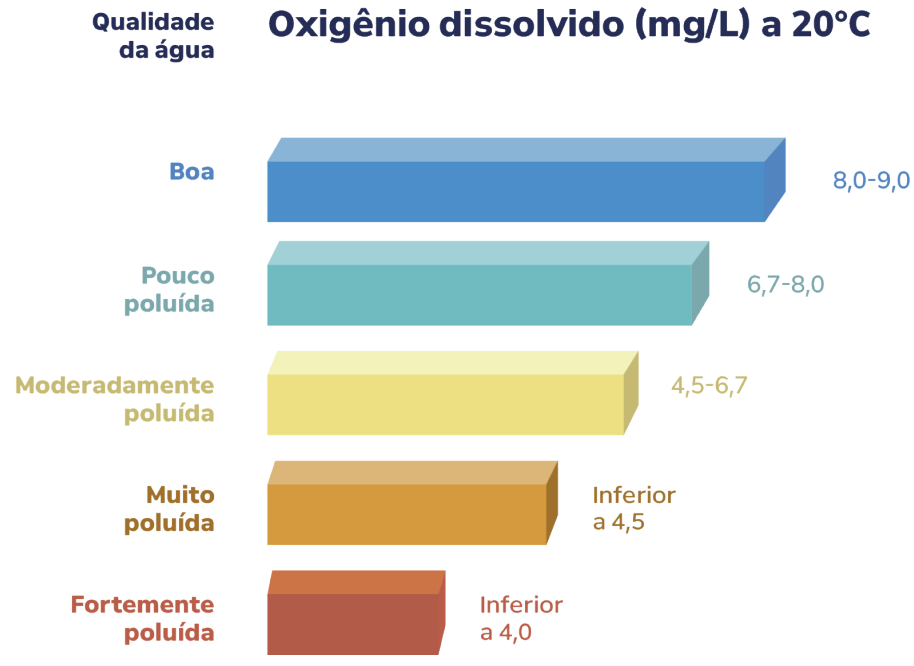


Com a ausência do gás oxigênio (O_2), têm-se as condições anaeróbias, ou seja, bactérias que não precisam de O_2 para sobreviver realizam um outro tipo de respiração ou fermentação, gerando maus odores.

Ao nível do mar, na temperatura de 20°C, a concentração de saturação de O_2 na água, ou seja, valor máximo de O_2 que pode ocorrer em um ambiente em equilíbrio é igual a 9,1 mg/L.

A decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é acompanhada pelo consumo de OD da água, portanto a quantidade de OD em um recurso hídrico é indicativo da qualidade das suas águas. Por exemplo, valores de OD bem inferiores à saturação são indicativos da presença de matéria orgânica, provavelmente esgotos (Figura 67).

Figura 67. Qualidade da água de acordo com a concentração de oxigênio dissolvido:



Unidade de medida: geralmente medido em mg/L (miligrama por litro).

COR APARENTE E COR REAL

A coloração da água costuma ser influenciada pela presença de metais (como ferro e manganês), matéria orgânica (derivada da decomposição de material vegetal), plâncton (um conjunto de organismos microscópicos, tanto vegetais quanto animais, suspensos na água) e várias outras substâncias dissolvidas (Figura 68). Dois tipos de cores costumam ser avaliadas na água: a cor verdadeira e a cor aparente.

Figura 68. Água com aspecto turvo.



A cor verdadeira se refere à determinação de cor em amostras sem turbidez (Ex: após filtração ou centrifugação). E a cor aparente se refere à determinação de cor em amostras com turbidez (com material em suspensão).

Unidade de medida: unidade Hazen (uH), que é a medida em miligramas de platina/cobalto por litro (mgPt-Co/L).

TURBIDEZ

A turbidez na água é basicamente o quão "turva" ou "embaçada" a água parece. Ela é causada pela presença de pequenas partículas (Figura 69) que estão suspensas na água, mas não dissolvidas, e que diminuem a penetração da luz no corpo de água.

Figura 69. A comparação entre dois copos com amostras de água deixa evidente a diferença de turbidez entre elas.



Fonte: Lemos (2020).

Pense em como a água fica quando você mexe o fundo de um rio ou quando há muita lama depois de uma chuva forte. Vai ser difícil a luz passar por ela, não é verdade? Então, se chega pouca luz em áreas mais profundas, isso dificulta os organismos realizarem a fotossíntese, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água e dificulta, também, que outros animais que precisam de claridade para enxergarem, por exemplo os peixes, encontrem sua comida.

As partículas que causam a turbidez são chamadas de sólidos em suspensão. Essas partículas podem ser inorgânicas (areia, silte, argila) ou de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral etc. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas.

Em resumo, a turbidez é um sinal visível de que há impurezas na água, e seu monitoramento é

crucial para garantir a segurança, a eficiência do tratamento e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Unidade de medida: unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

A turbidez natural das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 NTU. Em águas de abastecimento, a turbidez máxima permitida é de 5,0 NTU.

O "JAR TEST" OU TESTE DOS JARROS

Quando a água está com partículas que a deixam turva ou colorida, para limpá-la, são adicionados produtos químicos que chamamos de coagulantes. Estes compostos fazem as partículas muito pequenas se juntarem e formarem flocos maiores e mais pesados que afundam e podem ser removidos (Figura 70).

Figura 70. Com a adição de coagulantes, as partículas presentes na água se aglomeram formando flocos maiores e mais pesados que são posteriormente removidos.



Fonte: Matryx.

O objetivo do Jar Test é justamente descobrir a quantidade ideal desses produtos químicos e as melhores condições de agitação para que a água fique limpa. Isso é superimportante para as estações de tratamento de água, pois garante que a água que chega na sua casa esteja cristalina.

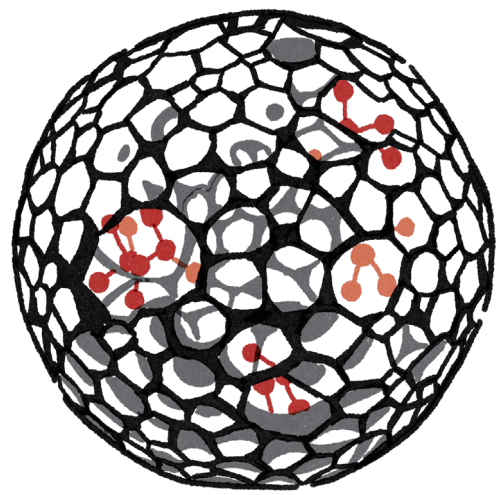
ADSORÇÃO

A adsorção é utilizada para remover os compostos solúveis na água que geralmente causam cor verdadeira, odor e sabor. Na adsorção, as moléculas indesejadas se ligam na superfície de um material sólido que chamamos adsorvente.

O carvão ativado é o adsorvente mais famoso, mas existem outros.

Materiais como o carvão ativado são especiais porque são extremamente porosos, ou seja, têm uma superfície com milhões de "orifícios" e "caminhos" (Figura 71) e quando a água passa por esse material, as moléculas dos contaminantes são atraídas e ficam presas na superfície desses poros, como se fossem "grudadas" em um ímã. A água limpa, sem essas impurezas, segue seu caminho.

Figura 71. Estrutura de uma partícula de carvão ativado.



Procedimentos para a realização das análises

PH

MATERIAL

Amostra sob análise

pHmetro ou medidor de pH

Agitador magnético

Béquer de 100 ml

Pisseta com água destilada

Solução tampão padrão 4

Solução tampão padrão 7

Procedimento

Calibrar o aparelho utilizando os padrões de pH 4 e 7

Colocar 100 ml da amostra num béquer

Inserir o eletrodo no béquer

Ligar o agitador

Anotar a medida de pH

Limpar o eletrodo com água destilada

CONDUTIVIDADE

MATERIAL

Amostra sob análise

Condutivímetro

Agitador magnético

Béquer de 100 ml

Pisseta com água destilada

Expressão dos resultados: µS/cm

PROCEDIMENTO

Calibrar o equipamento

Colocar 100 ml de amostra no béquer

Inserir o eletrodo no béquer

Ligar o agitador

Anotar a medida (Quadro 3)

Limpar o eletrodo com água destilada

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

MATERIAL

Amostra sob análise

Oxímetro

Béquer de 100 ml

Pisseta com água destilada

Expressão dos resultados: mg/L

PROCEDIMENTO

Calibrar o equipamento

Colocar 100 ml de amostra no béquer

Inserir o eletrodo no béquer

Anotar a medida (Quadro 3)

Limpar o eletrodo com água destilada

COR APARENTE

MATERIAL

- Amostra sob análise
- Espectrofotômetro da Hach, modelo DR 890
- Pisseta com água destilada

PROCEDIMENTO

- Colocar água destilada numa cubeta para zerar a curva
- Homogeneizar a amostra e colocá-la na cubeta
- Apertar Read no equipamento
- Anotar o valor de cor (Quadro 3)

COR VERDADEIRA

- Filtrar 100 ml da amostra em fibra de vidro.
- Repetir o mesmo procedimento de medição da cor aparente.

Expressão dos resultados: uH

TURBIDEZ

MATERIAL

- Amostra sob análise
- Oxímetro
- Béquer de 100 ml
- Pisseta com água destilada

Expressão dos resultados: unidade nefelométrica de turbidez (NTU).

PROCEDIMENTO

- Calibrar o aparelho utilizando os padrões fornecidos
- Homogeneizar a amostra e colocá-la na cubeta
- Realizar a medida de turbidez
- Anotar os resultados (Quadro 3)

Vamos Praticar!?

A seguir, vamos ensinar como realizar, na prática, alguns experimentos utilizados em laboratórios de saneamento ambiental para avaliar a qualidade da água e simular etapas de seu tratamento. As atividades descritas permitem observar como determinados processos, como a coagulação (Jar Test) e a adsorção, podem alterar parâmetros importantes da água, como turbidez, cor, pH e oxigênio dissolvido.

Caso você não tenha acesso a um laboratório ou aos equipamentos necessários para realizar os experimentos, não se preocupe: ao longo do texto também serão apresentados dados simulados, baseados em situações reais de análise de água. Esses dados podem ser utilizados para treinar a interpretação dos resultados, comparar valores antes e depois do tratamento e discutir a eficiência dos processos aplicados.

ENSAIO DE JAR TEST

Neste ensaio nós vamos avaliar se o tratamento por coagulação é eficiente para remover turbidez e cor verdadeira.

INSUMOS E EQUIPAMENTOS:

Aparelho de Jar Test (com 6 jarros).

Água bruta (amostra a ser tratada).

Solução de coagulante (ex: sulfato de alumínio ou cloreto férrico) preparada em concentração conhecida.

Provetas para dosagem do coagulante.

Turbidímetro (para medir a turbidez).

PROCEDIMENTO DE ENSAIO

O ENSAIO É DIVIDIDO EM 6 ETAPAS:

Preparação: Amostras de água bruta são adicionadas nos jarros.

Mistura Rápida: O conteúdo dos jarros é agitado rapidamente para dispersar o coagulante (coagulação).

Mistura Lenta: A agitação é reduzida para permitir que as partículas pequenas se choquem e formem flocos maiores (floculação).

Sedimentação: A agitação é interrompida para que os flocos se depositem no fundo dos jarros.

Análise: Compara-se a turbidez (claridade) da água em cada jarro para determinar qual dosagem e quais condições produziram o melhor resultado na remoção da turbidez.

NA PRÁTICA, TEM-SE:

Encha os 6 jarros do aparelho de Jar Test com o mesmo volume de água bruta até a marca de volume estipulada no jarro, sendo três com água turva e cor e três somente com cor verdadeira.

Numere os jarros de 1 a 6.

Ligue o equipamento e escolha a programação adequada com os tempos de mistura rápida, mistura lenta e sedimentação pré-definidos.

No início da mistura rápida adicione o coagulante (quantidades previamente calculadas) em cada jarro. (É crucial que a adição seja feita rapidamente e de forma simultânea ou em sequência muito rápida)

Esperar o término do processo

Desligue o aparelho e colete a amostra de água para a análise

ENSAIO DE ADSORÇÃO (REMOÇÃO DE COR VERDADEIRA)

INSUMOS E EQUIPAMENTOS:

Amostra de água com cor verdadeira

Adsorvente (ex: carvão ativado em pó ou granular).

Frascos Erlenmeyer numerados

Agitador magnético ou mesa agitadora.

Espectrofotômetro UV-Vis (para medir a cor verdadeira, geralmente em unidades Hazen ou Pt-Co).

Funil

Papel filtro qualitativo

PROCEDIMENTO DE ENSAIO

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

Certifique-se de que a amostra de água esteja livre de turbidez aparente (filtre-a se necessário, usando papel filtro qualitativo). A cor verdadeira é medida em amostras filtradas;

Meça a concentração inicial de cor verdadeira da amostra (Cor inicial);

Pese diferentes massas do adsorvente (ex: 0.1 g, 1,0 g, 2,0 g, e um controle sem adsorvente);

Transfira para os Erlenmeyer, com o auxílio de uma proveta, 20 ml de amostra;

Adicione a massa de carvão ativado;

Coloque os frascos em um agitador magnético ou em uma mesa de agitação e inicie a agitação em velocidade constante;

Mantenha a agitação por um tempo de contato pré-determinado;

Após o tempo de contato, desligue a agitação;

Filtre o conteúdo de cada frasco usando papel filtro quantitativo (para garantir que todo o adsorvente seja removido e não interfira na leitura da cor);

Meça a concentração final de cor verdadeira de cada filtrado utilizando o espectrofotômetro.

Utilize o Quadro 1 e 2 para identificar suas amostras em cada ensaio:

Quadro 1. Identificação da amostra no Jar Test. Os dados apresentados são exemplos de como proceder

Número do Jarro	Tipo de Amostra
1	Água do rio que recebeu o despejo de uma tinturaria

Quadro 2. Identificação da Amostra no ensaio de Adsorção. Os dados apresentados são exemplos de como proceder

Número de Erlenmeyer	Massa de Carvão ativado
1	Água do rio que passou pelo ensaio de Jar Test

Utilize os Quadros 3, 5 e 6 para anotar os resultados das análises da qualidade da água bruta e da água depois de tratada:

Quadro 3. Análise da Água bruta (sem tratamento).

pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	Cor Aparente (uH)	Cor real (uH)	Turbidez (NTU)

Caso você não realize as análises em laboratório, use os dados simulados de água bruta apresentados no Quadro 4. Os resultados simulam o tratamento da água de um rio que recebeu, de forma indevida, o esgoto (efluente) de uma tinturaria. A água primeiro irá passar pelo ensaio do Jar Test e depois, a água tratada no Jar Test irá passar pelo carvão ativado. É importante você observar como o tratamento altera os parâmetros de qualidade. Você poderia explicar esses resultados?

Quadro 4. Resultados simulados de água bruta (antes do tratamento) coletada no rio que recebeu o despejo ilegal de uma tinturaria.

pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	Cor Aparente (uH)	Cor Real (uH)	Turbidez (NTU)
8,2	650	3,0	500	230	200

Quadro 5. Resultado simulado das análises da água do rio que recebeu o despejo da tinturaria depois de tratada no Jar Test

Jarro	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	Cor Aparente (uH)	Cor real (uH)	Turbidez (NTU)
1	6,0	730	4,2	40	160	1,0

Quadro 6. Resultado simulado das análises da água do rio que recebeu o despejo da tinturaria depois do tratamento com Jar Test e com o carvão ativado.

Erlenmeyer	pH	Condutividade (µS/cm)	OD (mg/L)	Cor Aparente (uH)	Cor real (uH)	Turbidez (NTU)
1	7,0	700	6,0	10	2	0,5

O que devo observar nos resultados das análises?

Depois de cada ensaio veja quais parâmetros de qualidade foram alterados.

Analise se os valores obtidos foram maiores ou menores do que os valores obtidos para a água bruta.

O ensaio no Jar Test conseguiu alterar o valor de qual parâmetro de qualidade? Como foi a variação? Aumentou ou diminuiu?

A adsorção conseguiu alterar o valor de qual parâmetro de qualidade? Como foi a variação? Aumentou ou diminuiu?

O tratamento atingiu o limite de turbidez recomendado para água de abastecimento (≤ 5 NTU)?

Referências Bibliográficas

[1] ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Desigualdade de gênero também está no saneamento. São Paulo: ABES, 2022. Disponível em: https://www.aguaesaneamento.org.br/noticias/desigualdade-de-genero-tambem-esta-no-saneamento/. Acesso em: 10 mar. 2026.

[2] COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.: il.

[3] LEMOS, M. Rio: bairros recebem água turva há uma semana; saiba o que é... Disponível em: https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2020/01/10/rio-20-bairros-recebem-agua-turva-ha-uma-semana-saiba-o-que-e.htm. Acesso em: 13/03/2026.

[4] MONTEIRO & VIADANA (2009). **Análise de poluição da água: A técnica do azul de metileno**. In: anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos

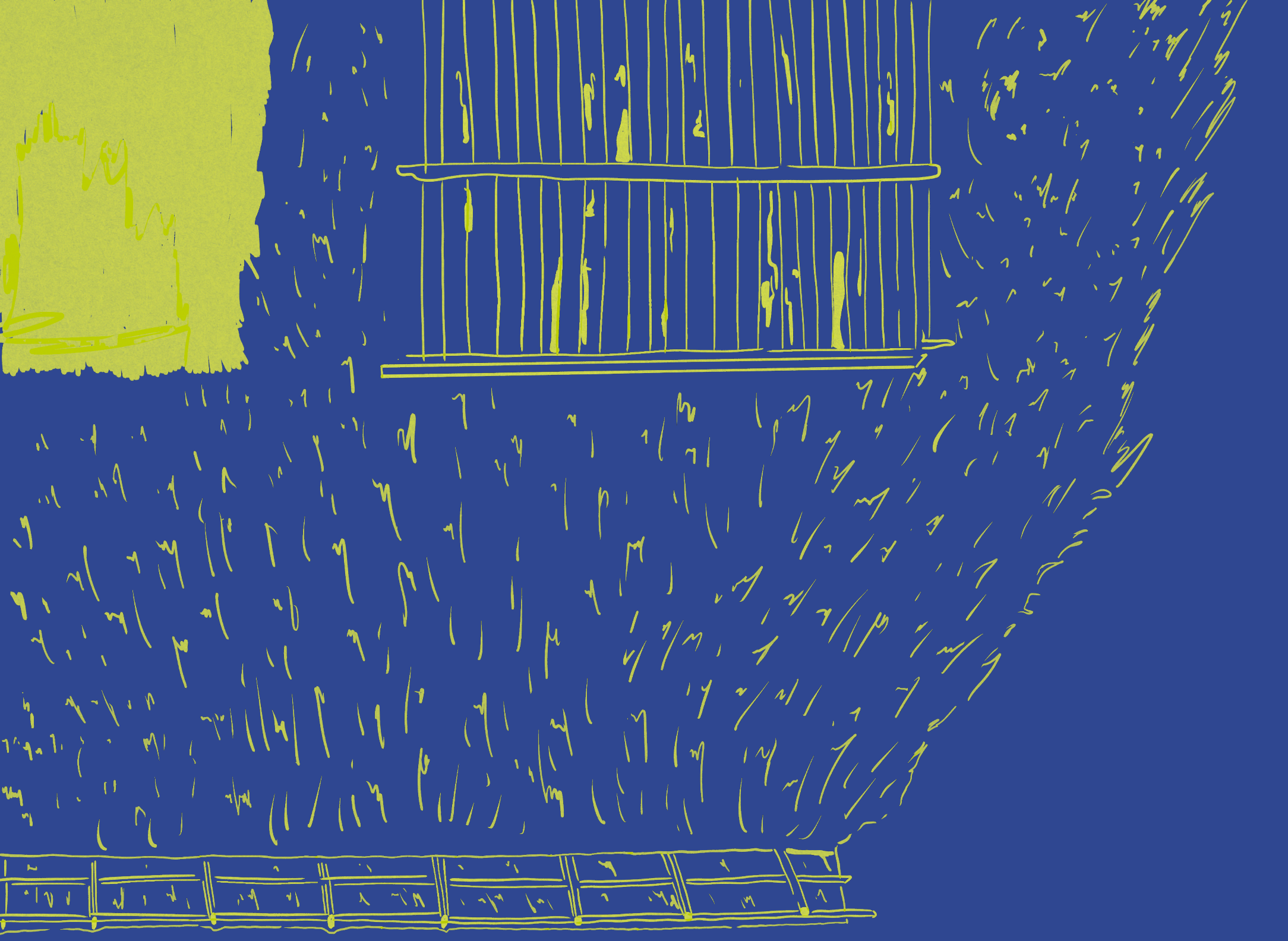
[5] UNICEF. **Fast facts: 1.4 billion people globally still lack access to safe drinking water. New York:** UNICEF, 2023. Disponível em: https://www.unicef.org/press-releases/fast-facts-1-4-people-globally-still-lack-access-safe-drinking-water-who-unicef. Acesso em: 10 mar. 2026.

[6] WHO – World Health Organization; UNICEF. **Women and girls bear the brunt of water and sanitation crisis – new UNICEF/WHO report**. Geneva: WHO, 2023. Disponível em: https://www.who.int/news/item/06-07-2023-women-and-girls-bear-brunt-of-water-and-sanitation-crisis--new-unicef-who-report. Acesso em: 10 mar. 2026.

CONFORTO AMBIENTAL – DESCOBRINDO CONCEITOS E APRENDENDO SOBRE ARQUITETURA ADAPTADA AO CLIMA

KARLA EMMANUELA RIBEIRO HORA; VINÍCIUS CARRIÃO DOS SANTOS, ESTÉFANE DA SILVA LOPES, RAQUEL FRANÇA DE OLIVEIRA, LEANDRO PORTO MARQUES

08



Apresentação

Você já parou para pensar por que alguns lugares nos transmitem uma sensação imediata de bem-estar, enquanto outros parecem nos deixar cansados ou desconfortáveis? A resposta não é mágica, e sim Conforto! Neste capítulo, vamos desvendar o Conforto Ambiental e a Arquitetura Bioclimática, com os quais aprenderemos que construir não é apenas erguer paredes, mas sim criar espaços que dialoguem com a natureza para cuidar das pessoas. É aqui que a ciência se encontra com a sensibilidade para projetar um futuro mais sustentável.

Para conhecer um pouco a temática de Conforto Ambiental, visitaremos o Laboratório de Estudos do Meio Ambiente (LEMA), na EECA/UFG, onde conheceremos alguns equipamentos de medição de variáveis climáticas (ventilação, umidade e temperatura). Entender esses dados é o primeiro passo para dominar as estratégias de conforto ambiental.

Assim, nossa atenção se concentra no conceito de Conforto Ambiental, com ênfase no conforto térmico, Arquitetura Bioclimática e algumas abordagens na escala urbana, entendendo como o planejamento das nossas cidades pode melhorar a qualidade de vida de toda a comunidade.

Introdução

A ideia de Conforto Ambiental está relacionada com as condições físico-ambientais de onde estamos, principalmente com o clima. As características de um tipo de clima são definidas por meio da observação e do registro de dados por décadas. Provavelmente vocês já devem ter ouvido falar de Mudanças Climáticas Globais (MCG), certo? Significa que o clima, na escala global, tem se alterado. E, neste caso, temos observado que fatores antropogênicos – ou seja, fatores sob responsabilidade da atividade humana – é que têm causado esta alteração. Um exemplo é a grande quantidade de poluentes e de gases de efeito estufa (gases aquecedores) emitida por indústrias e motores a combustão que se acumula na atmosfera e favorece que ela permaneça aquecida. Quando tratamos das MCG estamos falando do aumento da temperatura média da atmosfera em um intervalo de tempo de décadas ou centenas de anos. Mas já parou para pensar no que isso significa na prática?

As MCG têm alterado microclimas locais, como regimes de chuvas e desertificação de áreas. Isso tudo impacta nas condições de conforto ambiental. Além de outras!

Para avaliarmos as condições de conforto ambiental aplicadas ao edifício (arquitetura) ou à cidade (espaço urbano), o que primeiro temos que considerar é o local da análise. Você já percebeu que em determinados locais sentimos muito calor e, em outros, muito frio? Vejam as imagens a seguir.

Figura 72. Neve



Fonte: Pexels

Figura 73. Deserto



Fonte: Magnific

Figura 74. Chuva



Fonte: Pexels

Qual a sua percepção de clima olhando para as imagens?

Em alguns lugares sentiremos frio, em outros calor e outros acharemos muito úmido. São as condicionantes climáticas que nos levam a estas percepções.

Por exemplo, nós estamos na cidade de Goiânia, no Estado de Goiás. Nossa cidade está localizada no bioma Cerrado e nosso clima, segundo a classificação Köppen-Geiger, é do tipo tropical de inverno seco (Aw). Aqui, a temperatura média é superior a 18°C e temos duas estações bem definidas, uma seca (maio a setembro), outra chuvosa (de novembro a março) e dois meses de transição: abril e outubro. Logo, nós, goianienses, estamos acostumados com temperaturas altas e quando viajamos para locais com temperaturas muito menores, tendemos a sentir mais frio do que a população local já habituada. O contrário também ocorre. Assim, um dos aspectos que devemos considerar nas avaliações de conforto ambiental é identificar a "zona de conforto", isto é, as condições ambientais e dos indivíduos que são consideradas confortáveis. Nesta zona não se sente muito frio, nem muito calor.

Ao compreender como o clima funciona e suas condicionantes, e reconhecendo nossa zona de conforto, passamos a projetar edifícios e cidades que sejam ambientalmente confortáveis para as pessoas. É sobre isso que falaremos a seguir.

Mas antes, vamos definir o que é conforto ambiental.

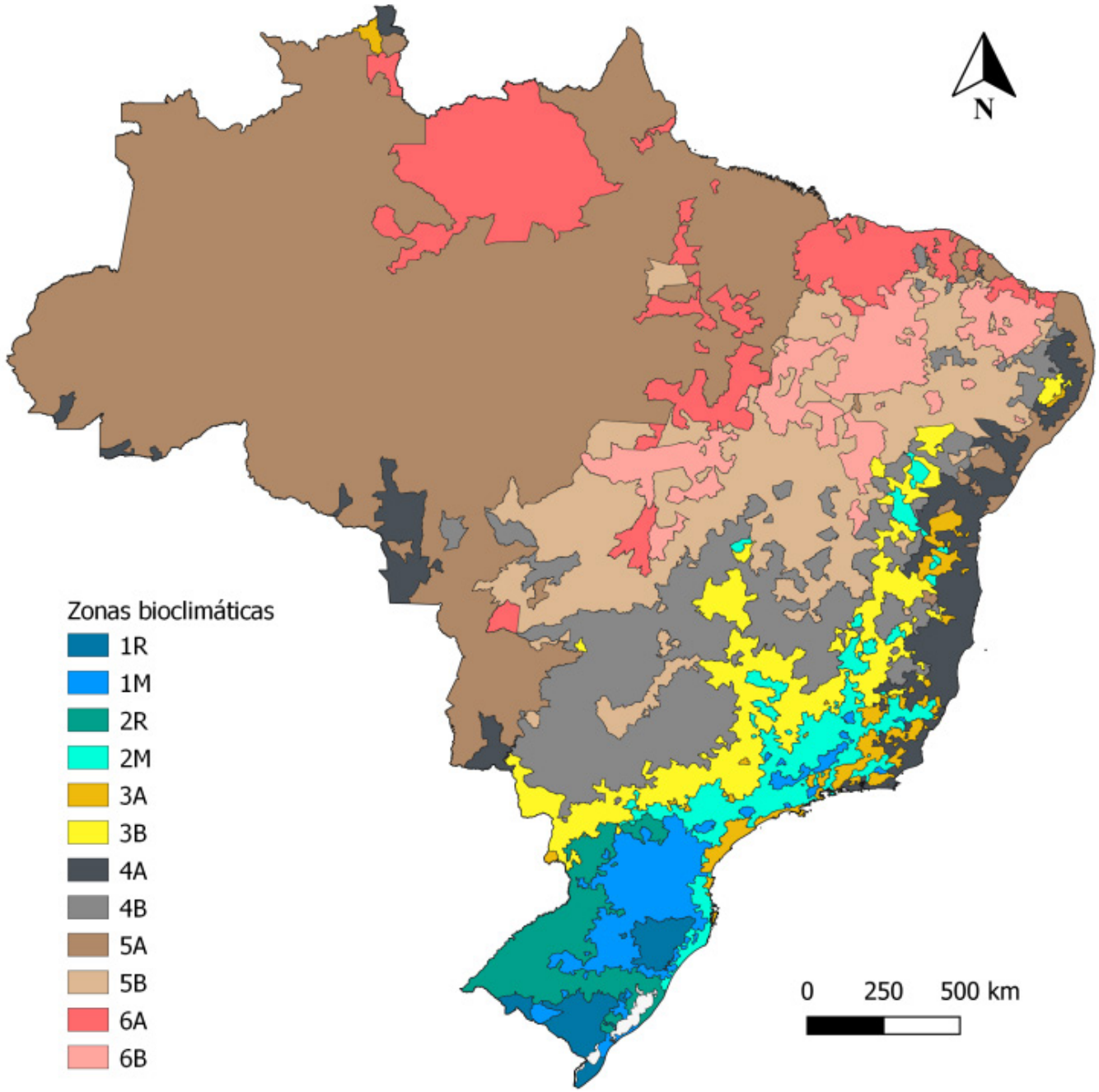
O conforto ambiental está diretamente associado a satisfação do indivíduo em relação a três quesitos: **conforto térmico** (satisfação em relação às condições térmicas); **conforto lumínico** (condições no qual o ser humano consegue desenvolver suas atividades visuais com precisão e sem esforço ou risco de perder a visão) e **conforto acústico** (condição do ambiente em promover a possibilidade de escutar bem sem interferências de ruído).

Vamos conhecer um pouquinho mais sobre o conforto térmico aplicado à arquitetura.

Zoneamento Bioclimático Brasileiro

O Brasil, de dimensões continentais, possui uma norma técnica, chamada de Norma Brasileira (NBR) - que é um conjunto de normas técnicas vinculadas à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - que define o zoneamento bioclimático (ZBB). Atualizada recentemente, esta norma estabelece que o país tem 12 zonas bioclimáticas (Figura 75).

Figura 75. Zoneamento Bioclimático Brasileiro

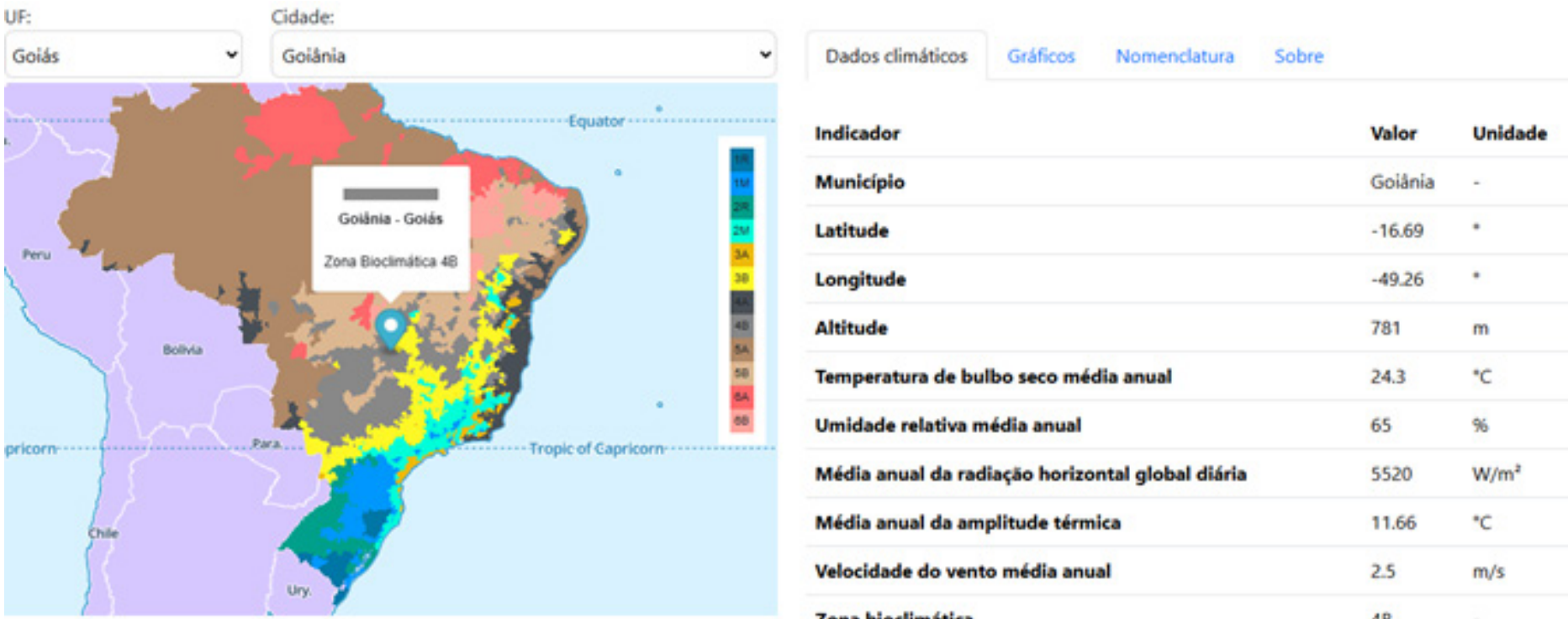


Fonte: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE/UFSC, 2026)

O zoneamento considerou a escala dos municípios. As zonas mais frias são a 1 e a 2 e foram subdivididas em invernos rigorosos (R) e moderados (M). As zonas mais quentes são a 3, a 4, a 5 e a 6 e foram subdivididas em úmidas (A) e secas (B).

O município de Goiânia encontra-se na **ZBB 4B** (Figura 76). Reparem que é uma localização geográfica, representada por sua latitude, longitude e altitude. Ali, estão associados valores médios de temperatura, umidade, radiação e velocidade de vento que caracterizam climaticamente esta localidade. Estes dados são o ponto de partida para se avaliar as condições de conforto térmico de soluções de projeto para os edifícios e para o espaço urbano.

Figura 76. Zoneamento Bioclimático Brasileiro – destaque para a cidade de Goiânia -GO.



Fonte: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE/UFSC,2026)

Conforto Térmico

Segundo a norma internacional da Sociedade Americana de Engenharia do Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado, conhecida pela sigla ASHARE, o **conforto térmico é o estado mental que expressa a satisfação do indivíduo com o ambiente térmico que o circunda.**

A noção de "satisfação" remete a bem-estar. E isto é uma condição subjetiva que varia de indivíduo para indivíduo. Além da **satisfação** (condição do indivíduo de sentir-se bem), dois outros fatores podem ser destacados nos estudos de conforto térmico como a **performance humana** (condição do ambiente que permite o desenvolvimento das atividades humanas de forma adequada e com melhor rendimento) e a **conservação da energia** (condições relativas ao conforto térmico no qual evita-se desperdício de energia).

Variáveis para determinar o Conforto Térmico

Nos estudos de conforto térmico, utilizamos três conjuntos de variáveis: humanas, ambientais e outras.

Variáveis humanas: metabolismo (*met*) e a vestimenta (*clo*)

Variáveis ambientais: temperatura do ar; temperatura média radiante; velocidade do ar; umidade relativa do ar

Outras variáveis: idade; raça; hábitos alimentares; altura; sexo etc.

O conforto térmico é a sensação de bem-estar resultante da associação destas variáveis estabelecendo as condições e os limites da zona de conforto.

Trocas Térmicas

As variáveis ambientais são definidas por meio de trocas térmicas que obedecem a princípios físicos. As trocas térmicas se dão por meio de processos de variação de temperatura: convecção, condução e radiação.

Convecção: troca de calor entre dois corpos, sendo um deles sólido e outro fluido (líquido ou gás). É o que acontece em uma sala equipada com ar-condicionado. Instalados no teto ou no alto das paredes, o ar resfriado lançado por estes equipamentos desce enquanto o ar aquecido da parte de baixo da sala sobe. É estabelecido um movimento ou circulação vertical do ar em função da diferença de temperatura.

Condução térmica: troca de calor entre dois corpos que se tocam. Ocorre em materiais sólidos. Isso é exemplificado quando as solas dos pés esquentam ao se pisar em um piso aquecido pelo sol.

Radiação térmica: troca de calor entre dois corpos que guardam uma distância entre si, através da capacidade de emitir e absorver energia térmica. O exemplo disso é o ar que se aquece sobre o asfalto quente após uma breve chuva numa tarde de verão em Goiânia.

Quando as trocas térmicas se dão com a presença de água temos trocas térmicas úmidas, das quais dois processos são de interesse para o conforto térmico: a evaporação e a condensação.

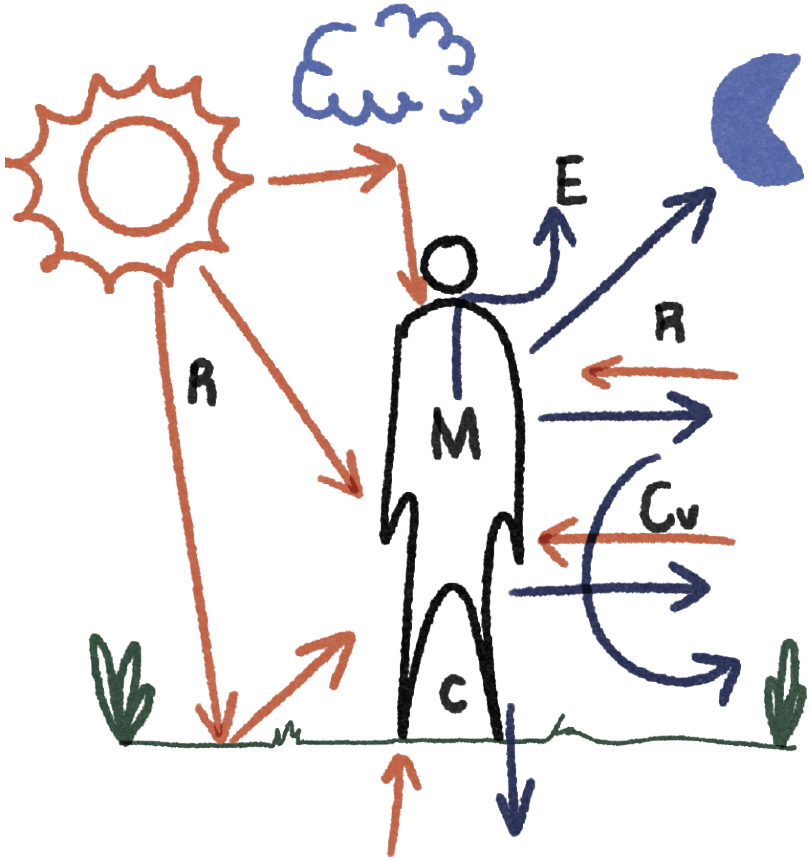
Evaporação: troca térmica proveniente da mudança do estado líquido para o estado gasoso, como acontece quando se percebe que a água da chuva evaporou sobre o asfalto quente. Nestas situações, às vezes é possível perceber a formação de vapor de água elevando-se sobre o asfalto em forma de fumaça.

Condensação: troca térmica proveniente da mudança do estado gasoso do vapor de água contido no ar para o estado líquido, observado, por exemplo, no orvalho sobre as folhas das plantas nas manhãs de dias frios da estação seca de nosso clima.

Trocas térmicas entre o corpo e o ambiente

Vejam a síntese das trocas térmicas que ocorrem entre o corpo humano e o ambiente nas Figuras 77 e 78.

Figura 77. Trocas higrotérmicas



Fonte: Krause [1]

M - **Metabolismo**, ou a produção de calor interno do corpo.

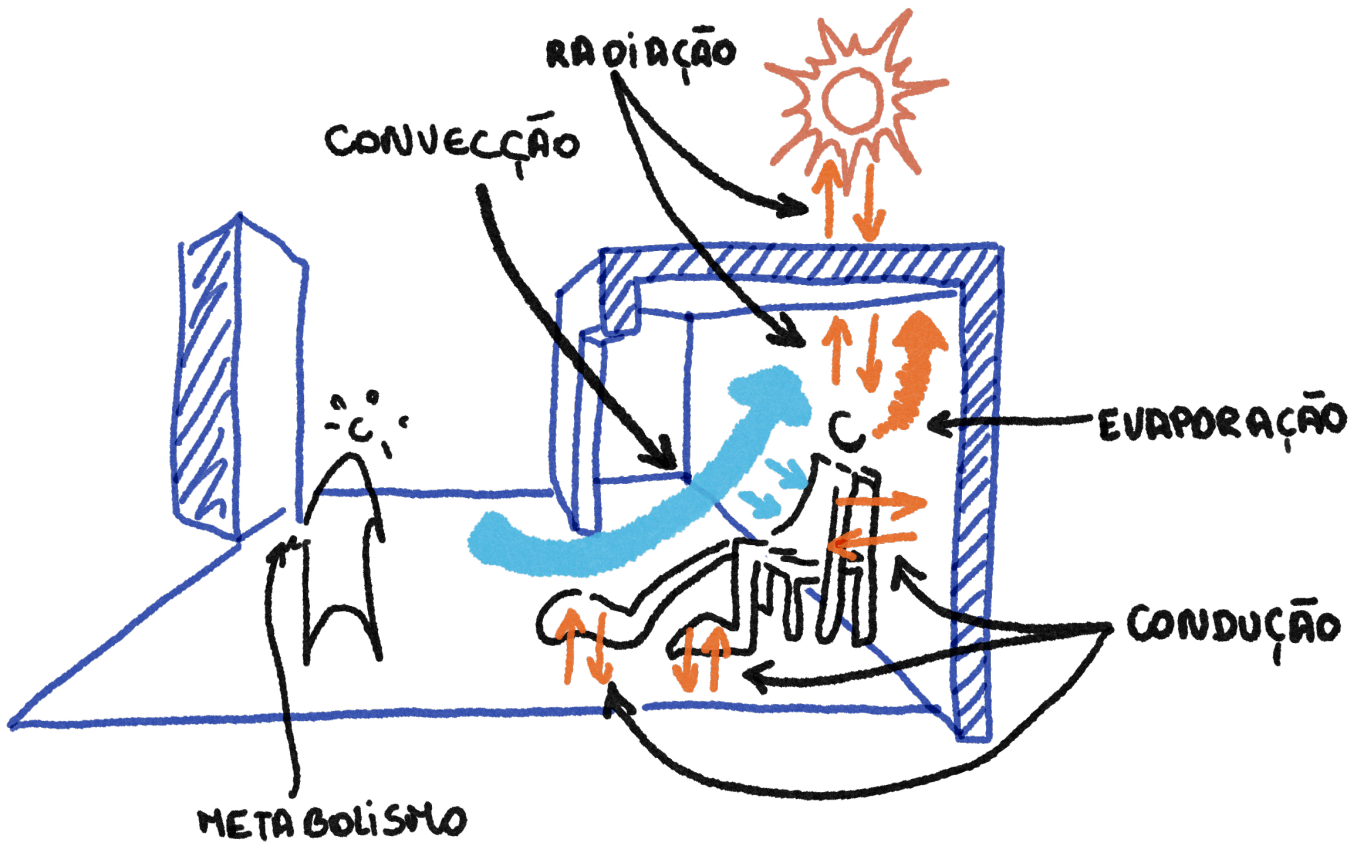
R - trocas por **radiação**. Entre o Sol e o corpo, entre o corpo e a abóbada celeste, entre o corpo e os demais corpos (paredes, etc).

C - trocas por **condução**, contato. Entre o corpo e toda superfície em que ele toca.

Cv - trocas por **convecção**. Entre o corpo e o ar que está em seu contato direto.

E - trocas por **evaporação**. Eliminação do calor pela troca pulmonar, na experição e através da pele, pelos poros.

Figura 78. Trocas térmicas entre o indivíduo e o ambiente



Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira [2]

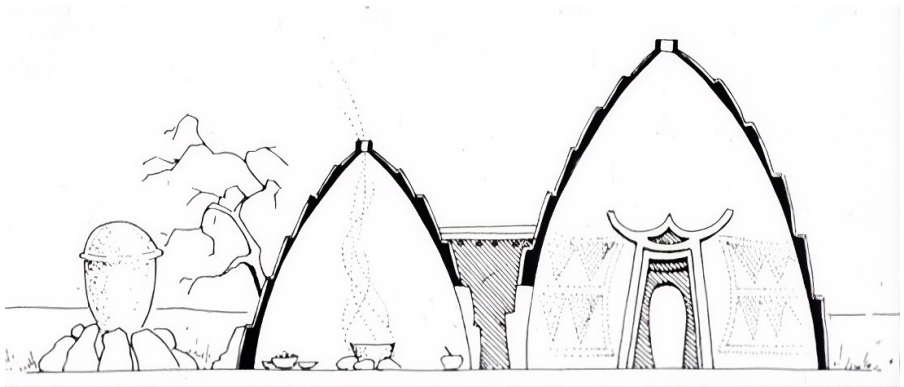
Arquitetura Bioclimática

A arquitetura bioclimática é aquela que visa a aplicação de soluções técnicas para a edificação adaptada ao clima. Muitas das soluções de projeto empregadas utilizam recursos naturais para otimizar a qualidade ambiental, como a iluminação ou a ventilação natural gerando condições de conforto.

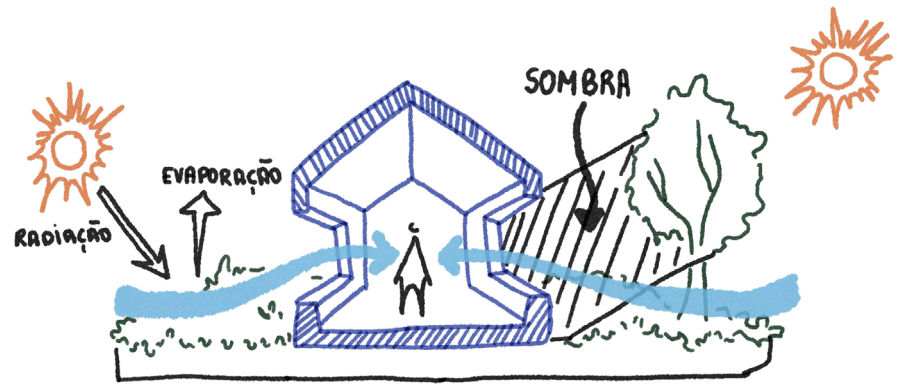
Do ponto de vista histórico, várias soluções arquitetônicas foram registradas, principalmente aquelas produzidas por povos originários, como construções adequadas ao clima. A arquitetura vernacular (aquela originada de um trabalho tradicional, local e popular) demonstra com sucesso como o uso de materiais locais e o emprego de técnicas de ventilação e sombreamento são capazes de alcançar e de proporcionar conforto térmico com simplicidade e sustentabilidade. Vejam as imagens a seguir.

Figura 79. Casas Musgum





Fonte: Franco [3]



Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira [2]

Soluções bioclimáticas para Goiânia

Considerando o clima da cidade de Goiânia e o zoneamento bioclimático, algumas recomendações melhoram a condição de conforto térmico das edificações, como a orientação solar adequada da fachada, o sombreamento e a ventilação evaporativa. A vegetação cumpre uma função importante, pois a evapotranspiração das plantas ajuda a melhorar o clima local, aumentando a umidade (Figura 80). Elas consomem gás carbônico e água líquida e liberam oxigênio e vapor de água resfriado. Por isso, as sombras das árvores são tão bem-vindas para nós, goianienses, nos dias de muito calor.

Figura 80. Papel da vegetação na arquitetura



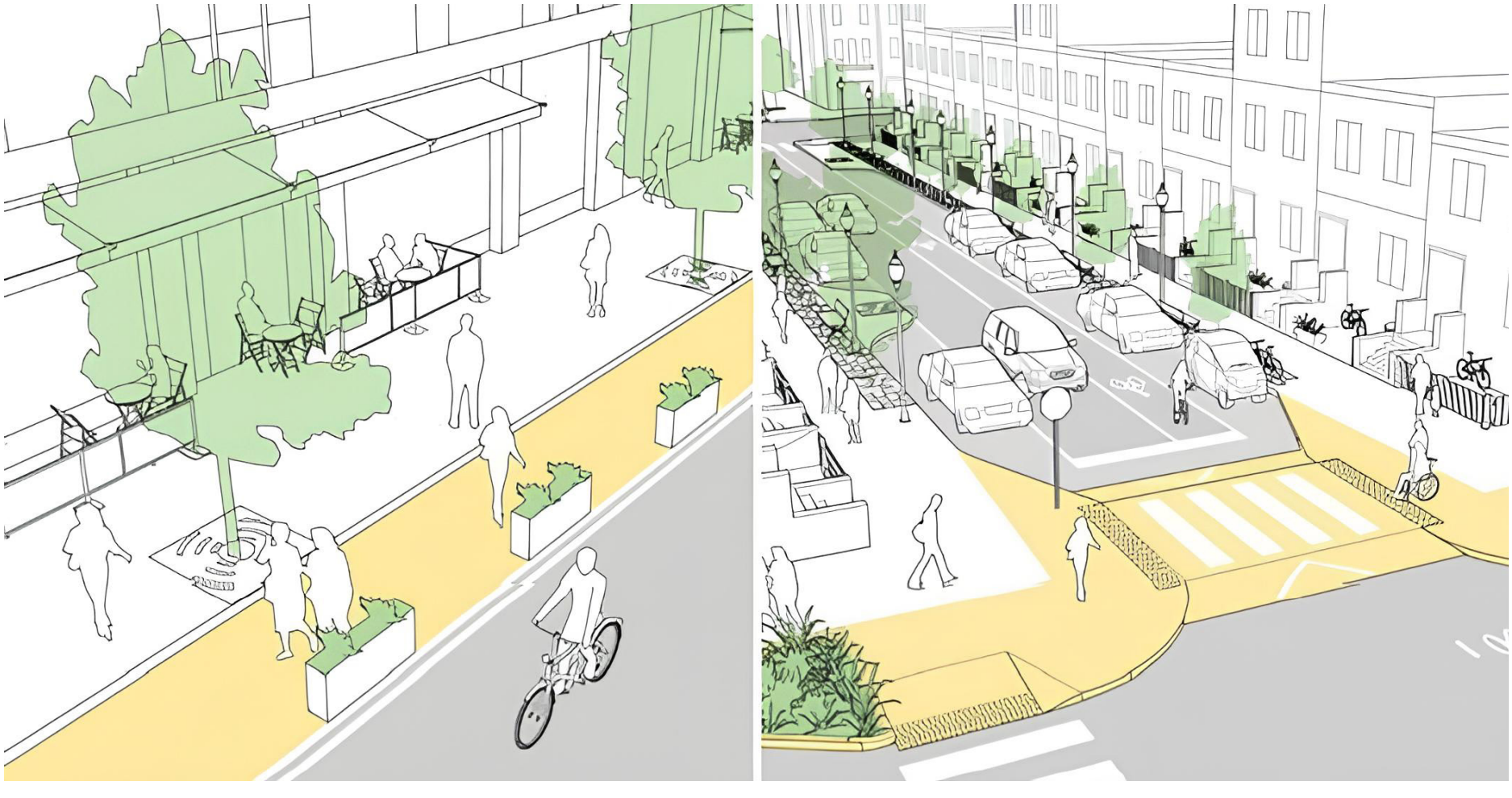
Abordagens Na Escala Urbana

Agora queremos destacar o papel da arborização urbana, estudos sobre ilhas de calor e as soluções baseadas na natureza (SbN) na aplicação de soluções bioclimáticas à escala urbana.

Arborização Urbana

A vegetação atua na melhoria do microclima urbano (o clima definido na escala da rua e no nível do pedestre), amenizando a radiação solar por meio do sombreamento; modificando a velocidade dos ventos; influenciando o balanço hídrico e umidificando o ar. Além disso, as áreas verdes atuam com muitos benefícios, entre os quais podemos destacar: o bem-estar psíquico, o conforto térmico e o dispor de área para a infiltração de águas das chuvas (Figura 81).

Figura 81. Soluções de projetos urbanos com a vegetação para sombreamento de pedestres.



Fonte: Roriz; Abreu-Harbich e Hora [4]

Assim, a presença da vegetação contribui na promoção do resfriamento do ambiente através dos processos de sombreamento e evapotranspiração, reduzindo a temperatura do solo e do ar.

Ilhas De Calor Urbano

O crescimento das cidades, com seus edifícios e pavimentos, e a supressão de vegetação resultam na ocorrência de ilhas de calor. Elas ocorrem porque os materiais no meio urbano absorvem a radiação solar e a dissipa para o ambiente na forma de calor (radiação de ondas longas) em determinada região da cidade. Assim, a ilha de calor pode ser compreendida como a diferença de temperatura observada entre ambientes urbanos e áreas periféricas, normalmente, com caráter rural ou de transição urbano-rural. Nestas áreas, o número e a densidade dos edifícios e a quantidade de pavimentos de concreto e asfalto são reduzidos.

Na Figura 82, é possível verificar os registros de uma análise da intensidade da ilha de calor em um bairro de Goiânia: o setor Bueno. Ali, verificou-se com aparelhos de medição de temperatura e umidade, no ponto P4, o aumento da temperatura, especialmente no período noturno (18h às 5h) e no início da manhã (entre às 6h até 8h). A concentração de edifícios nas proximidades do ponto de estudo

permite que o calor fique “preso” nas ruas, impactando o conforto ambiental e aumentando a demanda por consumo de ar-condicionado.

Portanto, pode-se constatar que as intensidades maiores se concentram nas áreas de urbanização densa e que variam ao longo das horas do dia. O calor absorvido durante o dia pelas estruturas construídas é liberado a partir do pôr do sol, tornando as noites mais quentes nestes lugares com o aquecimento do ar.

Vamos praticar: Que tipos de trocas térmicas podem ser identificados no fenômeno das ilhas de calor?

Figura 82. Intensidade e evolução da ilha de calor do ar no P4 – Setor Bueno.



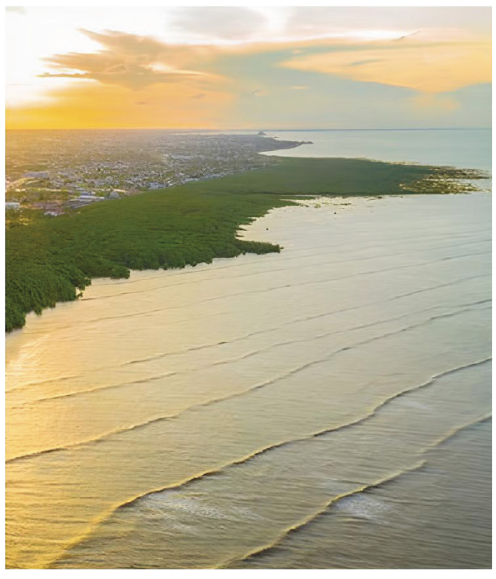
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23
07/06/21																						0,9	0,9	
08/06/21	4,1	4,6	4,8	4,9	4,8	4,6	5,7	6,0	5,2	3,3	-0,2	-0,8	-0,1	1,1	0,8	0,6	1,4	3,1	3,5	3,6	3,7	3,9	3,8	
09/06/21	4,1	4,6	4,8	4,9	4,8	4,6	5,7	6,0	5,2	3,3	-0,2	-0,8	-0,1	1,1	0,8	0,6	1,4	3,1	3,5	3,6	3,7	3,9	3,8	
10/06/21	4,0	3,8	4,1	4,5	4,8	4,9	5,1	4,2	3,0	2,0	0,2	-0,8	-0,6	1,1	2,6	3,1	2,3	3,2	4,1	4,2	4,1	4,0	4,1	
11/06/21	4,0	3,9	3,9	3,7	3,9	4,1	4,3	5,0	4,1	1,3	-0,6	-0,9	-0,3	1,4	1,4	2,2	2,7	3,1	3,7	3,9	3,8	3,3	3,3	
12/06/21	1,7	1,2	0,7	0,5	0,9	0,9	0,5	0,3	0,2	0,2	0,0	-0,2	-0,5	-0,6	-0,1	-0,3	0,1	0,7	1,2	1,2	0,2	0,0	0,3	
13/06/21	0,7	0,6	0,5	0,7	0,7	1,0	0,7	0,3	0,0	-0,1	-0,8	-1,5	-1,2	0,1	1,2	1,7	0,8	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	1,2	
14/06/21	1,2	1,5	1,7	1,5	1,6	1,7	1,7	1,4	0,7	-0,5	-2,6	-1,6	-1,3	-0,4	0,8	2,8	2,9	3,0	2,7	0,2				

Fonte: Lopes; Hora [5].

Soluções Baseadas na Natureza (Sbn)

As SbN consistem em “ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordem os desafios da sociedade de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios para o bem-estar humano e para a biodiversidade”, segundo a *International Union for Conservation of Nature* [6]. Vamos pensar as SbN como sendo estruturas que tendem a utilizar fluxos e ciclos naturais – de energia e luz, por exemplo, ou mesmo, a capacidade de absorção de água de chuva – nas cidades. A IUCN aponta três tipologias de soluções: (1) soluções baseadas na natureza, como os jardins de chuva; (2) soluções derivadas da natureza, como as torres eólicas e; (3) soluções inspiradas na natureza, como os edifícios sustentáveis ou a arquitetura bioclimática (Figura 83)

Figura 83. Tipos de SBN



Soluções baseadas na natureza



Soluções derivadas da natureza



Soluções inspiradas na natureza

Fonte: UICN (2020) [7].

Na Prática

Refletindo sobre tudo isso que você leu e conheceu até aqui, vamos pensar sobre sua casa e seu bairro (Quadro 7).

Quadro 7 – Refletindo sobre a casa e a rua/bairro

Local de observação	O que observar	Evidências e análise
Casa	Cômodo mais quente: que tipo de atividade é desenvolvida; cor da parede externa; tipo de material da cobertura; existência de vegetação no entorno	·Movimento aparente do sol ·Tipo de material da construção ·Há sombreamento por vegetação ou por telhado ·Tamanho das janelas ·Direção dos ventos
Rua / Bairro	Existência de arborização urbana Quantidade de vegetação urbana	·Quantidade de árvores na rua (tipo, tamanho, porte) ·Movimento aparente do sol ·Sombreamento da vegetação

Elaborado pelas(os) autoras(es)

E aí? Que observações você fez sobre sua realidade? Vamos conversar sobre essas impressões numa roda de conversa.



Referência

[1] KRAUSE, C. B. et al. **Bioclimatismo no Projeto de Arquitetura: dicas de projeto, 2005.** Disponível em: https://www.academia.edu/25585465/BIOCLIMATISMO_NO_PROJETO_DE_ARQUITETURA_DICAS_DE_PROJETO_ALGUNS_FUNDAMENTOS_E_INSTRUMENTOS_PARA_CONCEP%C3%87%C3%83O_EM_CLIMA_TROPICAL_%C3%9AMIDO_PARA_EDIFICA%C3%87%C3%95ES_PREVISTAS_SEM_CLIMATIZA%C3%87%C3%83O_OU_COM_CLIMATIZA%C3%87%C3%83O_MISTA Acesso em 01mar2026.

[2] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** 2014 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297759430_Eficiencia_Energetica_na_Arquitetura/references Acesso em 01mar2026.

[3] FRANCO, J. T.s. "**Arquitetura vernacular: casas Musgum, nos Camarões" [Arquitectura Vernácula: Viviendas Musgum en Camerún**] 13 Jan 2014. ArchDaily Brasil. (Trad. Baratto, Romullo) acessado 1 Mar 2026. <https://www.archdaily.com.br/br/01-167330/arquitetura-vernacular-casas-musgum--nos-camaroes> ISSN 0719-8906

[4 RORIZ, J. W. de S.; ABREU-HARBICH, L. V. de; HORA, K. E. R.. **Arquitextos**, São Paulo, ano 22, n. 259.06, Vitruvius, dez. 2021 https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/22.259/8363

[5] LOPES, E.; HORA, K. E. R.. Algumas abordagens sobre intensidade e magnitude de ilhas de calor urbanas em bairro de goiânia frente às mudanças climáticas. **Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, Goiânia, Brasil, v. 10, n. 2, p. 1–14, 2024. DOI: 10.18224/baru.v10i2.13391

[6] UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) Resolución 69 sobre la definición de soluciones basadas en la naturaleza (Resolución 6.069 de la UICN de 2016). Resoluciones de la UICN, Recomendaciones y otras decisiones 6–10 de septiembre de 2016. Congreso Mundial de la Naturaleza, Honolulu, Hawai 'i, EE. UU. https:// portals.iucn.org/library/sites/library/files/ resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf

[7] UICN (2020). Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco fácil de usar para la verificación, diseño y ampliación de las soluciones basadas en la naturaleza. Primera edición. Gland, Suiza: UICN. 2020. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.es

PLANILHAS ELETRÔNICAS

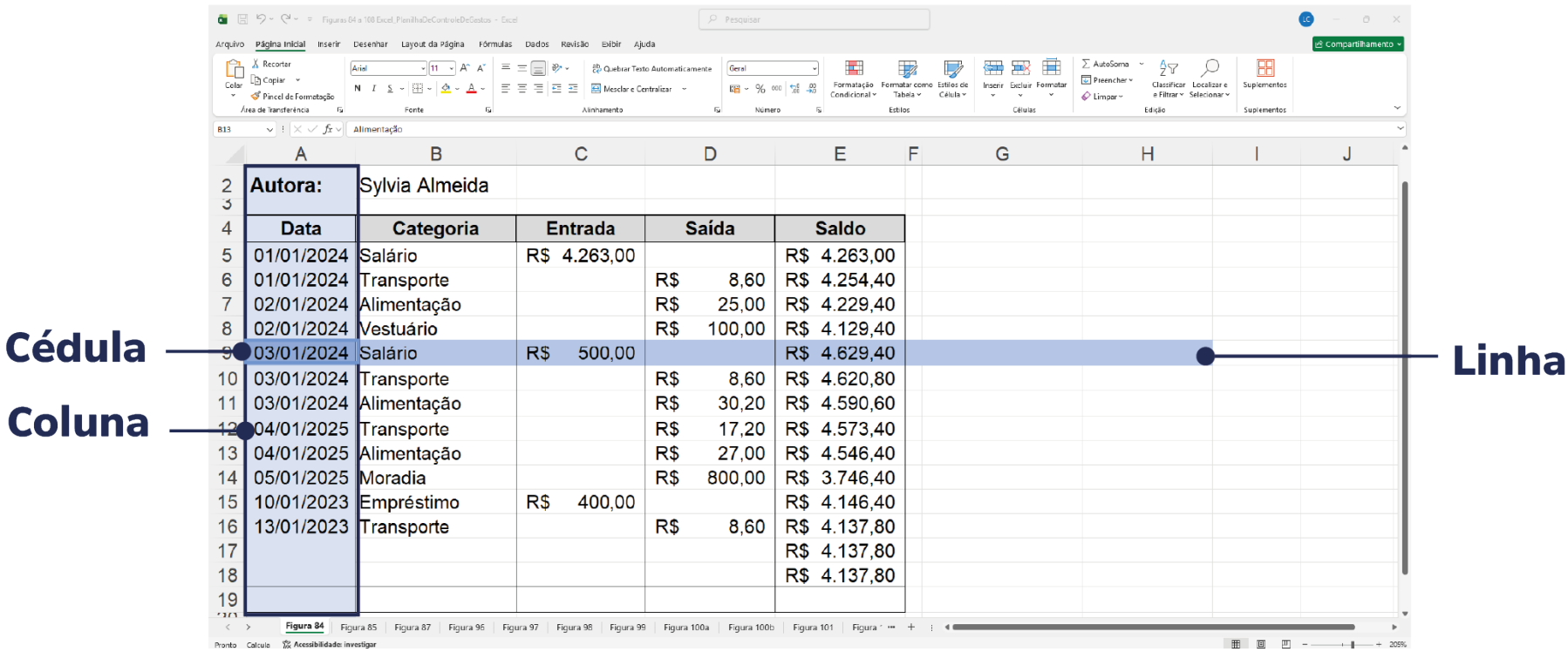
AUTORES: SYLVIA REGINA MESQUITA DE ALMEIDA; RENATA MACHADO SOARES.

09

Introdução

Planilhas eletrônicas são um tipo de programa para computador que utiliza tabelas para a realização de cálculos e apresentação de dados. São muito empregadas nas Engenharias para automatizar os cálculos em projeto, mas também são muito usadas em outras áreas profissionais como: comércio; contabilidade; administração de empresas; gestão de marketing; gestão de recursos humanos; entre outras. Os dados são armazenados em células e dispostas em linhas e colunas, formando uma tabela (Figura 84).

Figura 84. Exemplo de planilha eletrônica e suas partes básicas



O Excel é a planilha eletrônica mais conhecida e serve de base para este capítulo. Ao executar o Excel, você pode criar um arquivo ou abrir um arquivo existente (Figura 85).

Você deve selecionar a opção Novo na barra verde à esquerda (Figura 85a). Uma planilha será criada automaticamente (Figura 85b) com uma barra de menu horizontal em verde e uma barra de comandos logo abaixo em cinza.

Você conhece algum desses programas?



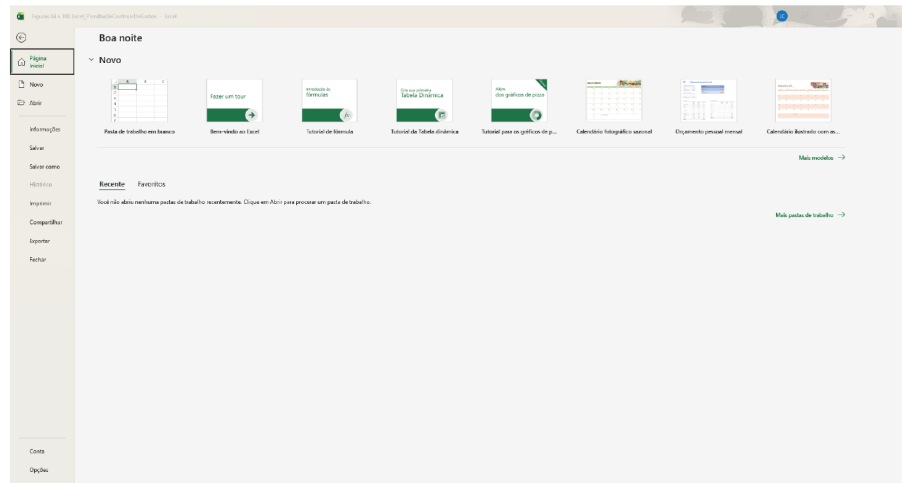
Microsoft Excel

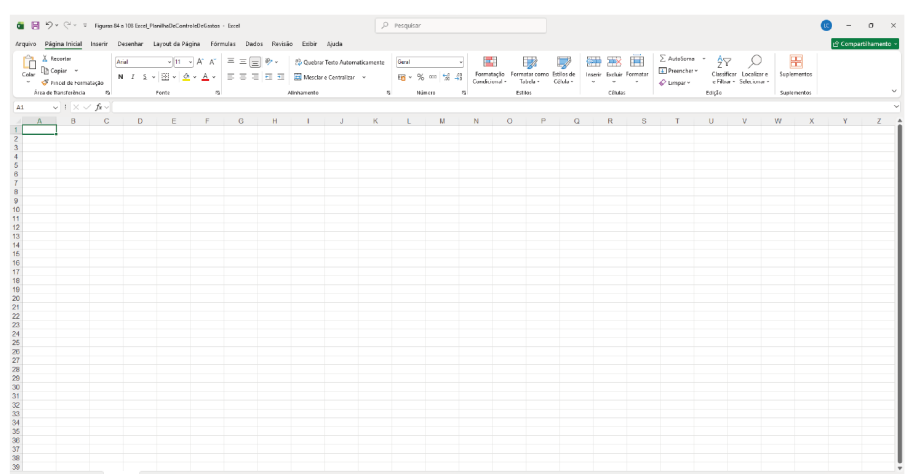
OpenOffice.org Calc

Planilha do Google

Lotus123

Figura 85. Criação da planilha: a) criando planilha; b) planilha recém-criada.





Menu principal e as finalidades das abas mais comumente utilizadas

Arquivo

Operações gerais com o arquivo como salvar, imprimir, abrir, fechar etc.;

Página inicial

Comandos mais comuns como formatação (colar, copiar, fonte, alinhamento, número etc.);

Inserir

Inserir elementos especiais como gráficos, tabelas dinâmicas etc.;

Desenhar

Layout da página

Configuração da página (tamanho do papel, orientação etc.);

Fórmulas

Dados

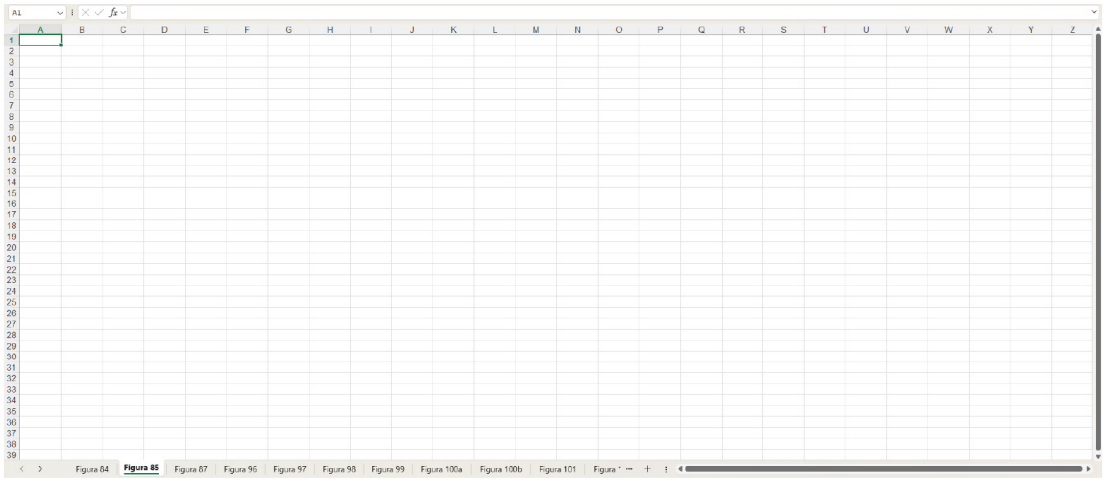
Revisão

Exibir

Ajuda

As colunas da planilha são designadas por letras e as linhas por números. Essa identificação aparece em cinza no topo e à esquerda da área das células (Figura 86). Uma célula é identificada primeiro por sua coluna e depois por sua linha. Assim, G1 indica a célula da coluna G na linha 1. Essa indicação aparece à esquerda acima da indicação das colunas.

Figura 86. Planilha recém-criada



A largura da coluna e a altura da linha podem ser modificadas clicando nas divisões da barra de identificação e arrastando. Também pode ser feito usando o submenu Formatar do menu Página Inicial. Mas antes de iniciar a formatação, vamos praticar inserindo alguns dados em uma planilha.

Vamos Praticar

Vamos criar uma planilha para controle de gastos.



A data, o tipo e os valores de entrada e saída. Os tipos de despesa serão padronizados para futura extração de dados. Vamos programar a planilha para calcular o saldo após cada dado inserido e para totalizar as entradas e as saídas.

COLUNAS INICIAIS:

Data

Tipo

Entrada

Saída

Saldo

Abra o Excel, crie um arquivo novo e copie os seguintes dados nas células da planilha:

Figura 87. Dados para a atividade

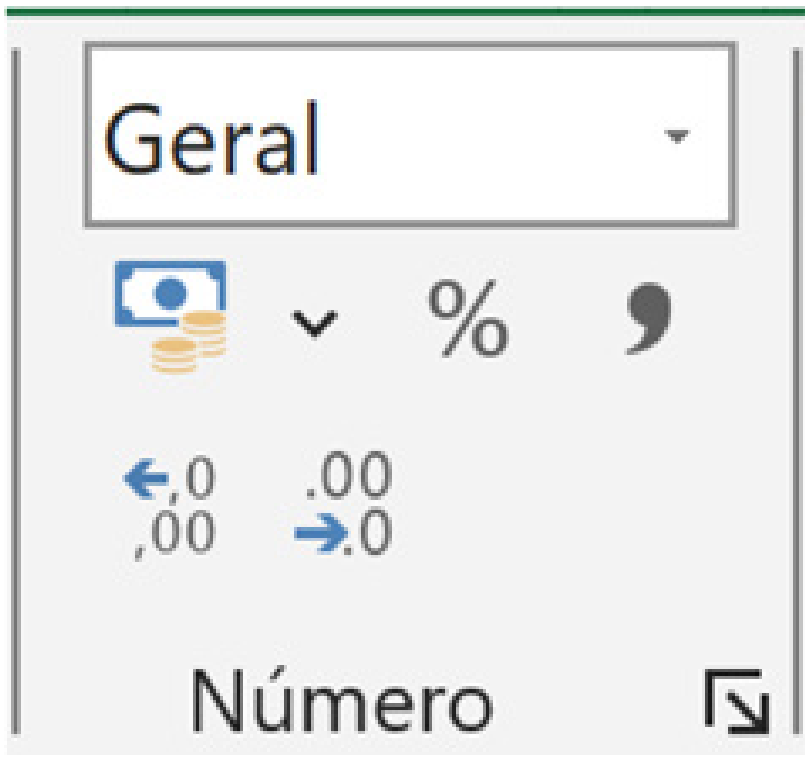
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	**Planilha de controle de gastos**								
2	**Autora:**	Sylvia Almeida							
3									
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**		**Categoria**	**Subtotal**	**%**
5	01/01/2024	Salário	4263				Empréstimo		
6	01/01/2024	Transporte		8,6			Salário		
7	02/01/2024	Alimentação		25			Extra		
8	02/01/2024	Vestuário		100					
9	03/01/2024	Salário	500				**Total**		
10	03/01/2024	Transporte		8,6					
11	03/01/2024	Alimentação		30,2			**Categoria**	**Subtotal**	**%**
12	04/01/2025	Transporte		17,2			Alimentação		
13	04/01/2025	Alimentação		27			Moradia		
14	05/01/2025	Moradia		800			Pagamento		
15	10/01/2023	Empréstimo	400				Transporte		
16	13/01/2023	Transporte		8,6			Vestuário		
17									
18									
19		**Totais**					**Total**		
20									

Coloque seu nome na célula B3.

Formatação dos dados

Quando inserimos os dados em uma célula, o Excel usa formatos padronizados previamente, conforme seja um texto, um número ou uma data. Nem sempre esse formato padrão é o mais conveniente para a apresentação. Por exemplo, os dados de entrada, saída e saldo são valores monetários, que devem ser acompanhados pelo sinal de moeda (R$) e ter duas casas decimais para os centavos. Isso é feito no submenu Número no menu Página Inicial (Figura 88).

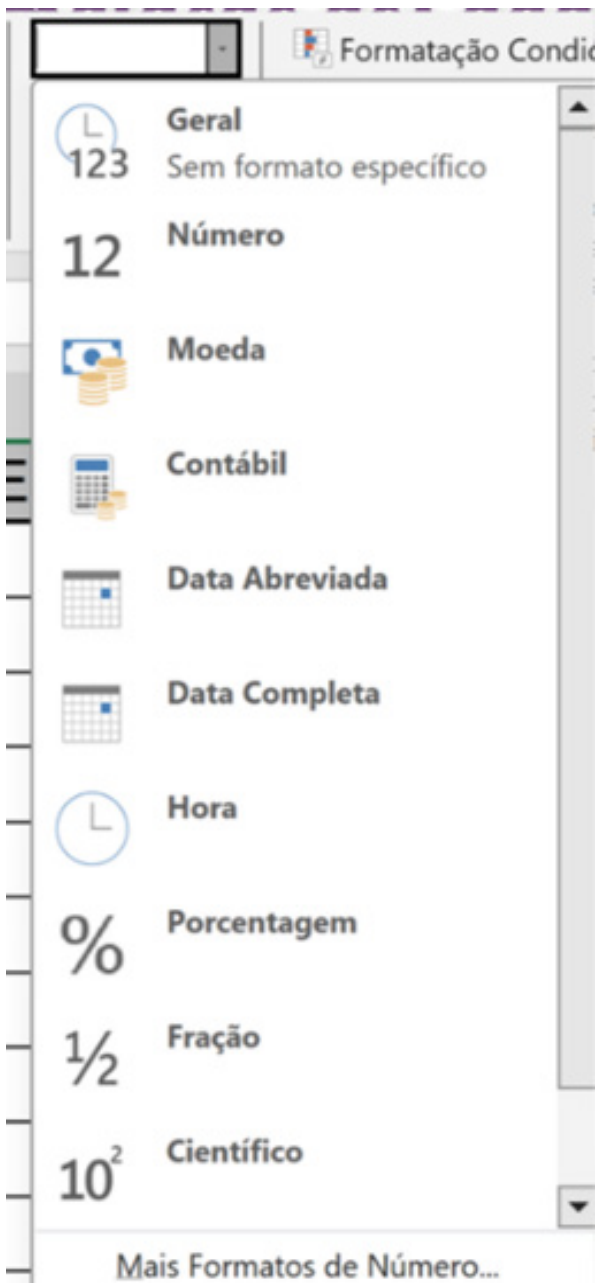
Figura 88. Formatação no submenu Número.



A célula no topo do submenu Número abriga uma lista com todos os formatos suportados, apresentada na Figura 89. Abaixo dessa célula aparecem os formatos mais utilizados para números.

Os formatos da última linha acrescentam casas decimais ou retiram casas decimais. Os formatos da linha central contêm atalhos para diversos tipos de moedas e para porcentagem. No ícone vírgula pode-se colocar ou não separador de milhar.

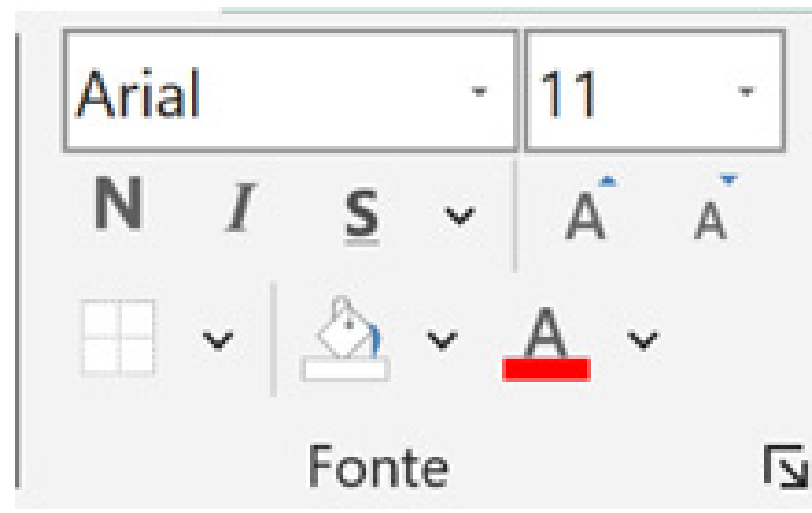
Figura 89. Formatos suportados no submenu Número.



Formatação de Linhas e Colunas

O formato de letras e números pode ser modificado no submenu Fonte do menu Página Inicial (Figura 90), modificando a fonte e seu tamanho, colocando as letras ou números em negrito, itálico, sublinhado. Alterações do tamanho da fonte usada em uma célula podem ser feitas pela lista de tamanhos ou gradativamente pelos ícones A logo abaixo.

Figura 90. Formatação no submenu Fonte.



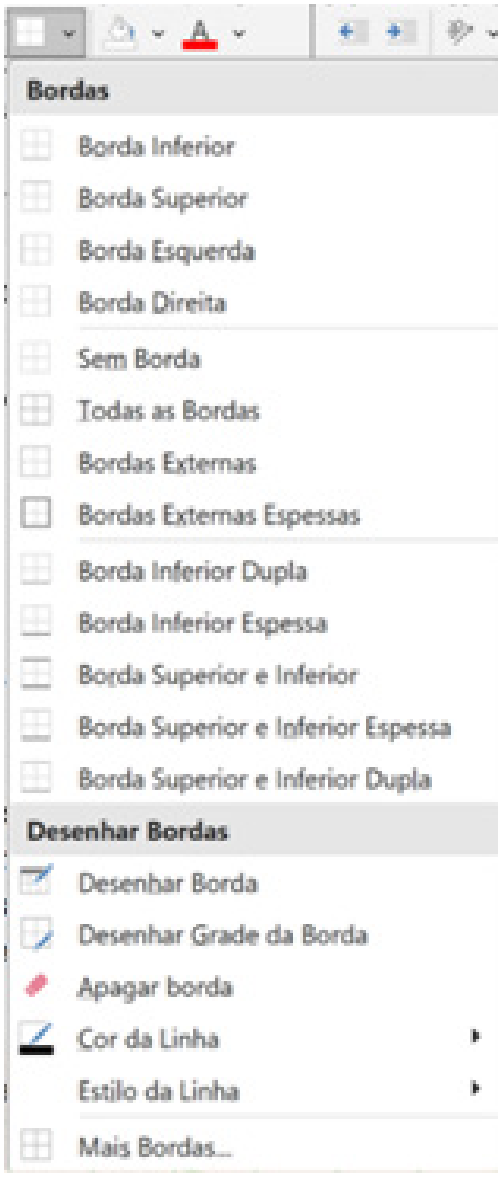
Os ícones da última linha do submenu Fonte alteram a aparência das células. As linhas que aparecem na planilha da Figura 91 são apenas delimitadores e não aparecem nas impressões. É possível colocar linhas reais na delimitação das células no ícone Bordas, o primeiro da última linha do submenu Fonte.

Clicando na seta para baixo, aparece a lista de opções apresentada na Figura 91.

A cor de fundo das células pode ser alterada pelo segundo ícone da última linha do submenu Fonte. A cor da letra pode ser alterada pelo terceiro ícone da última linha do submenu Fonte. Clicando nas setas para baixo, aparecem as respectivas listas

de opções de cada um dos ícones.

Figura 91. Bordas suportadas no ícone Bordas do submenu Fonte.



Às vezes, é necessário alterar o formato da planilha depois de inseridos dados e programados os cálculos. Isso pode ser feito por meio do submenu Células do menu, Página Inicial (Figura 92). A inserção ou a exclusão posterior de células, linhas ou colunas pode ser feita nos ícones Inserir e Excluir. Cada um desses ícones desenrola uma lista de opções ao clicar na seta para baixo à direita do ícone e apresentadas nas Figuras 93 e 94.

Figura 92. Formatação no submenu Células.

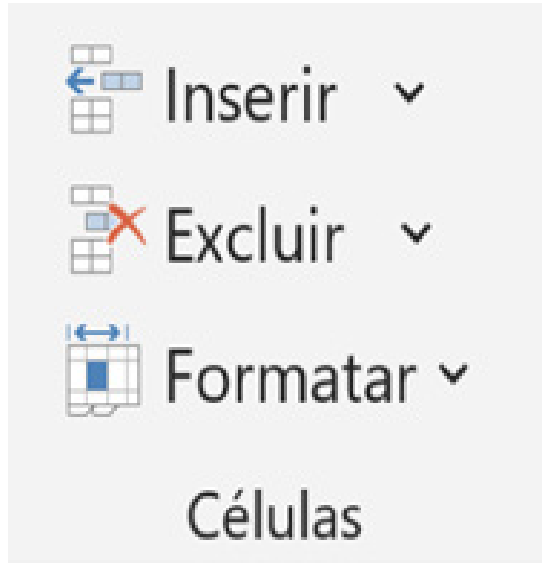


Figura 93. Lista de opções no ícone Inserir do submenu Células.

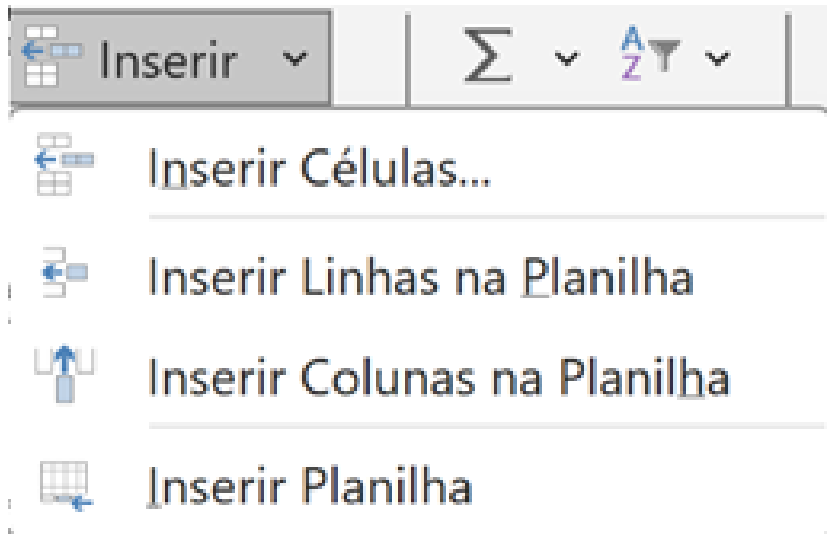
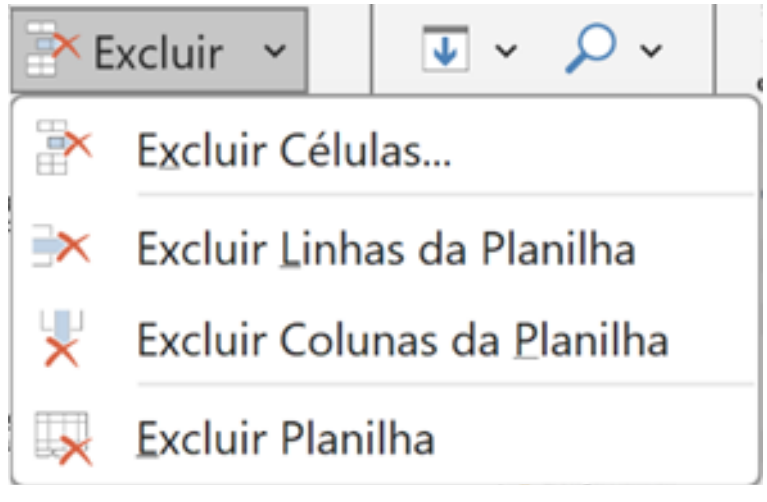


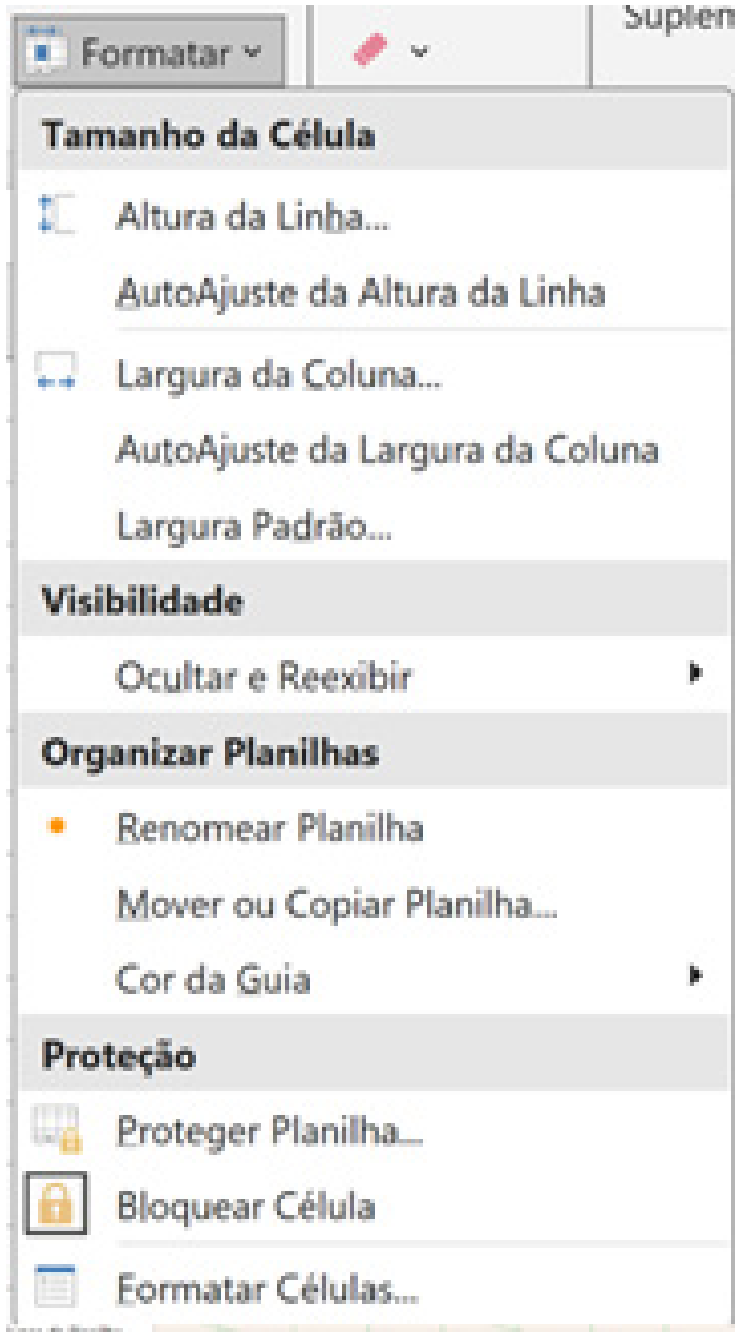
Figura 94. Lista de opções no ícone Excluir do submenu Células.

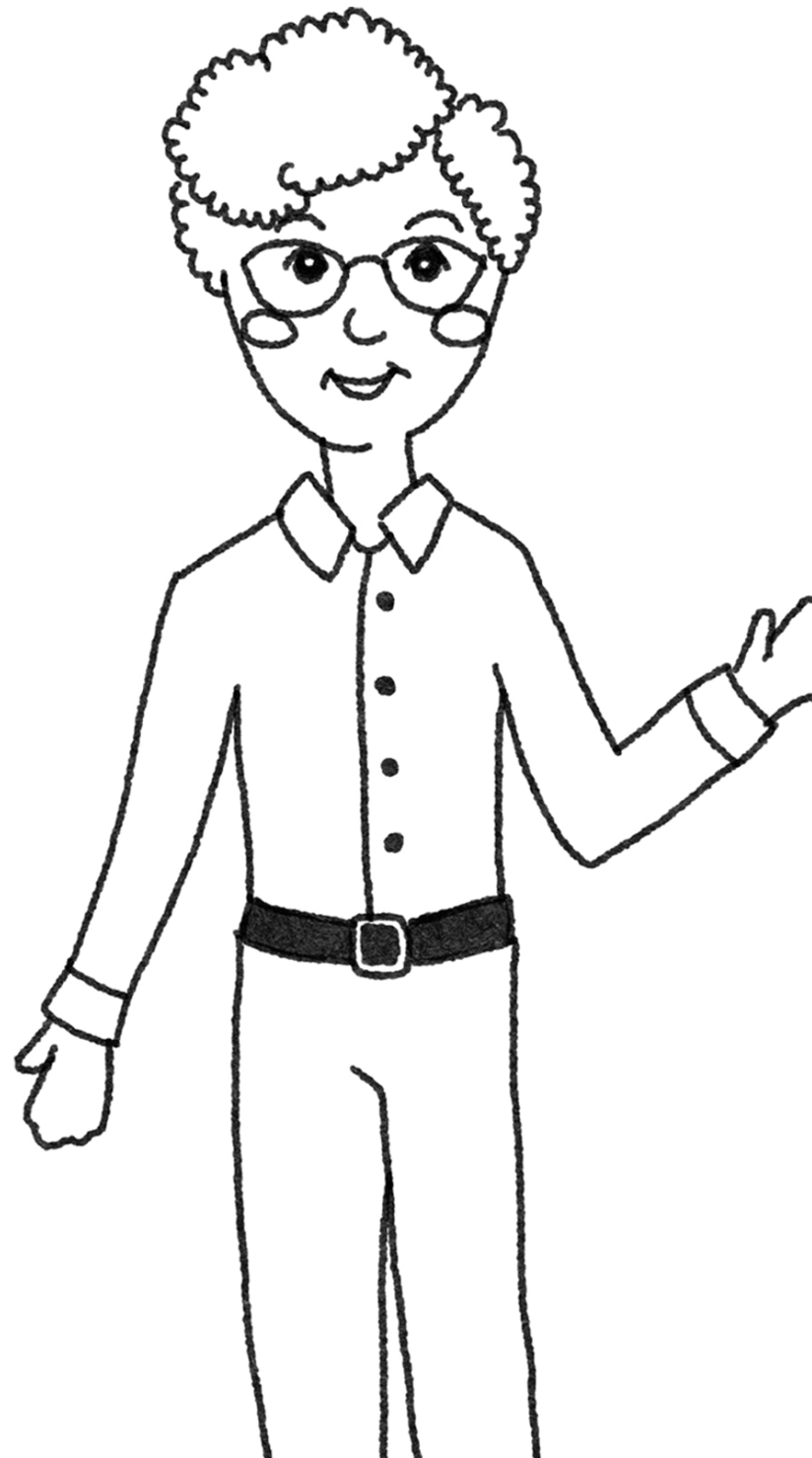


A altura das linhas e a largura das colunas podem ser alteradas no ícone formatar no submenu Células do menu Página Inicial (Figura 95). Da mesma forma, linhas e colunas podem ser ocultas e depois reexibidas. Essa é uma opção muito usada para ocultar cálculos intermediários dos olhos de quem apenas utiliza a planilha e se interessa apenas pelos valores finais.

Você sabia? A altura das linhas e a largura das colunas podem ser alteradas diretamente na planilha.

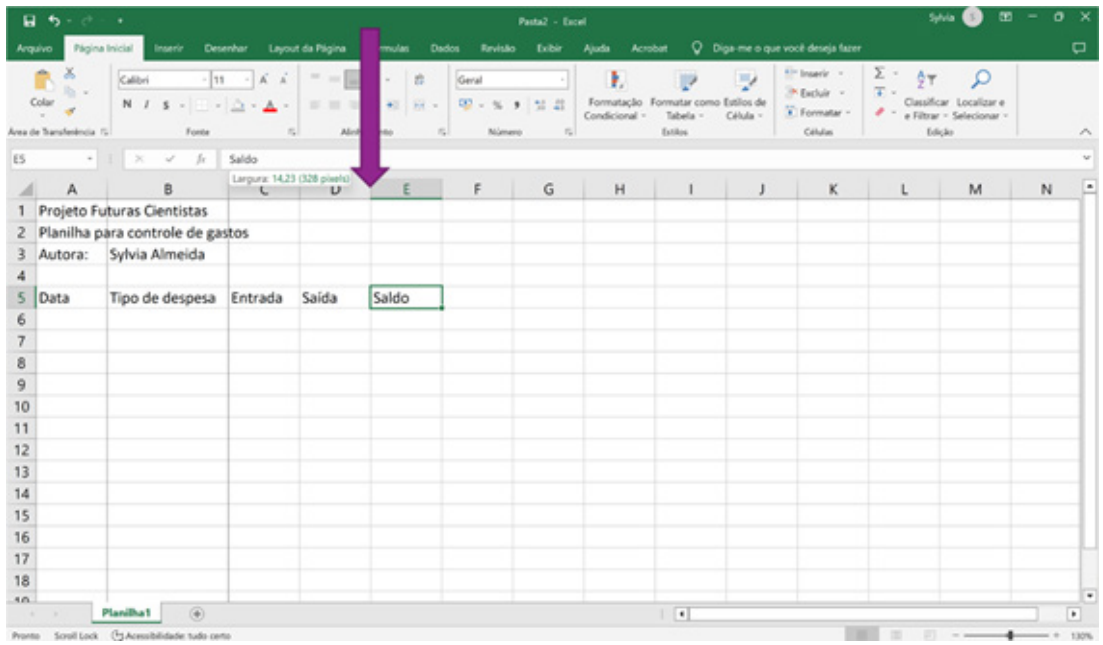
Figura 95. Lista de opções no ícone Formatar do submenu Células.





Ao passar o mouse sobre a divisa entre duas linhas ou duas colunas nas respectivas barras de identificação, haverá uma mudança no indicador da posição do mouse. Basta clicar e arrastar o mouse na direção de aumentar ou reduzir a dimensão da linha ou da coluna (Figura 96).

Figura 96. Forma alternativa para alterar a largura da coluna.



Vamos Praticar

Formate os dados conforme o leiaute da Figura 97 e os valores indicados abaixo.

Figura 97. Dados para a atividade



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	**Planilha para controle de gastos**								
2	**Autora:**	Sylvia Almeida							
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**		**Categoria**	**Subtotal**	**%**
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00				Empréstimo		
6	01/01/2024	Transporte		R$ 9,00			Salário		
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00					
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00			**Totais**		
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00						
10	03/01/2024	Transporte		R$ 9,00			**Categoria**	**Subtotal**	**%**
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,00			Alimentação		
12	04/01/2025	Transporte		R$ 18,00			Moradia		
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00			Pagamento		
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00			Transporte		
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00				Vestuário		
16	13/01/2023	Transporte		R$ 9,00					
17							**Totais**		
18									
19		**Totais**							

ALTURAS DAS LINHAS

- Linhas 1 e 2: 20
- Linhas 3 e 20: 10
- Demais linhas: 15

LARGURA DAS COLUNAS

- Coluna A: 10
- Colunas B e G: 15
- Colunas C, D, E e H: 12
- Coluna F: 1
- Coluna I: 8

FONTES

- Arial 11

Use o negrito e as cores de fundo como indicado.



Programando a Planilha

O objetivo de uma planilha eletrônica é que os cálculos sejam feitos automaticamente. Para isso podem ser usadas fórmulas inseridas pelo usuário e fórmulas pré-definidas da própria planilha. Para inserir uma fórmula simples em uma célula da planilha, basta selecionar a célula, digitar o sinal de igual e, a seguir, clicar nas células com os valores para o cálculo.

No caso da planilha de controle de gastos, o primeiro valor de saldo é dado pela diferença entre o valor de entrada e o valor de saída. A programação é mostrada na Figura 98. O próprio programa indica as células selecionadas com cores diferentes para facilitar a conferência ou alteração posterior da fórmula programada. A fórmula aparece no retângulo branco acima das indicações das colunas. Quando se clica nesse retângulo, a fórmula aparece também na célula que a contém.

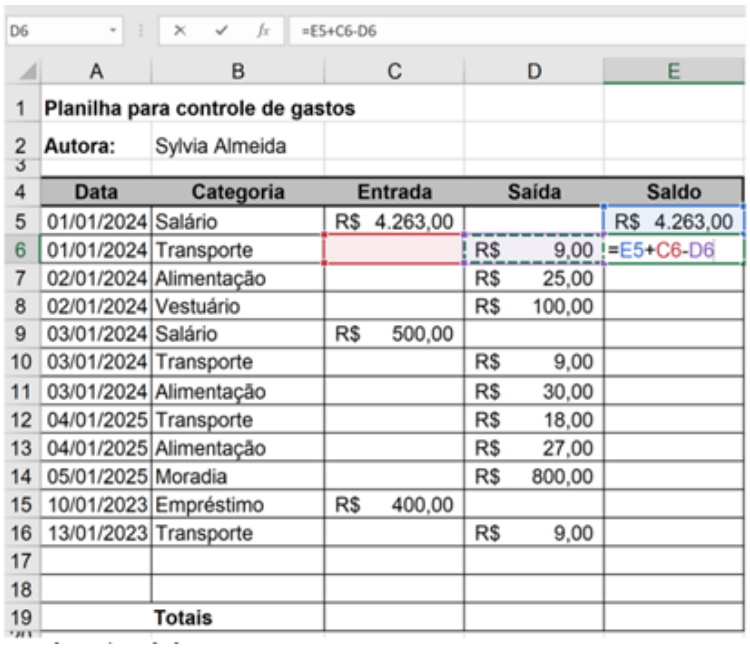
Figura 98. Inserção da primeira fórmula.

ORDEM | =C5-D5

	A	B	C	D	E
1	**Planilha para controle de gastos**				
2	**Autora:**	Sylvia Almeida			
3					
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		=C5-D5
6	01/01/2024	Transporte		R$ 9,00	
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		
10	03/01/2024	Transporte		R$ 9,00	
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,00	
12	04/01/2025	Transporte		R$ 18,00	
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		
16	13/01/2023	Transporte		R$ 9,00	
17					
18					
19		**Totais**			
20					

O segundo valor de saldo é dado pela soma do saldo anterior ao valor de entrada subtraído do valor de saída. A programação é mostrada na Figura 99.

Figura 99. Inserção da segunda fórmula.



	A	B	C	D	E
1	**Planilha para controle de gastos**				
2	**Autora:**	Sylvia Almeida			
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		R$ 4.263,00
6	01/01/2024	Transporte		R$ 9,00	=E5+C6-D6
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		
10	03/01/2024	Transporte		R$ 9,00	
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,00	
12	04/01/2025	Transporte		R$ 18,00	
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		
16	13/01/2023	Transporte		R$ 9,00	
17					
18					
19		**Totais**			

Os demais valores de saldo seguem a mesma lógica do segundo valor de saldo. Nesse caso, não é necessário programar cada uma das células individualmente. Pode-se copiar a fórmula para as demais células.

COPIANDO UMA FÓRMULA PARA OUTRAS CÉLULAS

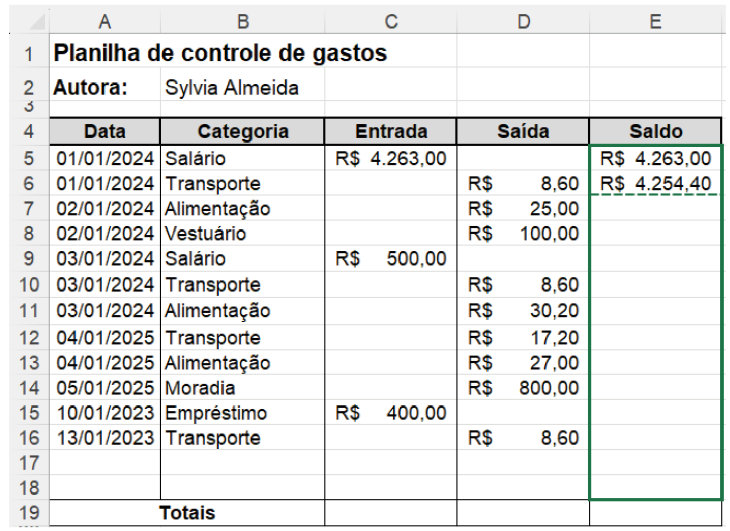
Coloque o cursor sobre a célula que contém a fórmula a ser copiada;

No teclado, aperte simultaneamente as teclas Ctrl e C;

Marque a primeira célula para onde se deseja copiar a fórmula, aperte a tecla Shift;

Marque a última célula para onde deseja copiar a fórmula e aperte a tecla Enter.

Figura 100. Copiando fórmulas: a) processo; b) resultado da cópia.



	A	B	C	D	E
1	**Planilha de controle de gastos**				
2	**Autora:**	Sylvia Almeida			
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		R$ 4.263,00
6	01/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.254,40
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		
10	03/01/2024	Transporte		R$ 8,60	
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,20	
12	04/01/2025	Transporte		R$ 17,20	
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		
16	13/01/2023	Transporte		R$ 8,60	
17					
18					
19		**Totais**			

	A	B	C	D	E
1	**Planilha de controle de gastos**				
2	**Autora:**	Sylvia Almeida			
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		R$ 4.263,00
6	01/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.254,40
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	R$ 4.229,40
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	R$ 4.129,40
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		R$ 4.629,40
10	03/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.620,80
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,20	R$ 4.590,60
12	04/01/2025	Transporte		R$ 17,20	R$ 4.573,40
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	R$ 4.546,40
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	R$ 3.746,40
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		R$ 4.146,40
16	13/01/2023	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.137,80
17					R$ 4.137,80
18					R$ 4.137,80
19		**Totais**			

A função SOMA permite somar os valores contidos em um intervalo contínuo de células, um conjunto de intervalos contínuos de células ou um conjunto de células isoladas. No caso da soma de um conjunto de intervalos, é possível estabelecer tantos intervalos quanto se queira. Da mesma forma, no caso da soma de um conjunto de células isoladas, é possível estabelecer tantas células quanto se queira.

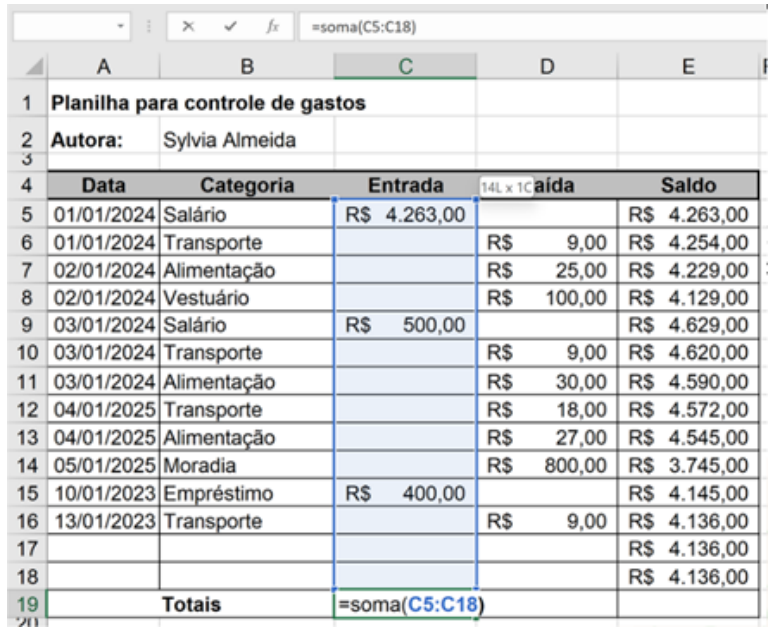
= SOMA (celini: celfin)

= SOMA (celini1: celfin1; celini2: celfin2; ...)

= SOMA (cel 1; cel 2; ...)

No caso em estudo, vamos usar a função soma para obter o total de entradas e de saídas. Trata-se então da soma de um intervalo, o primeiro caso descrito acima.

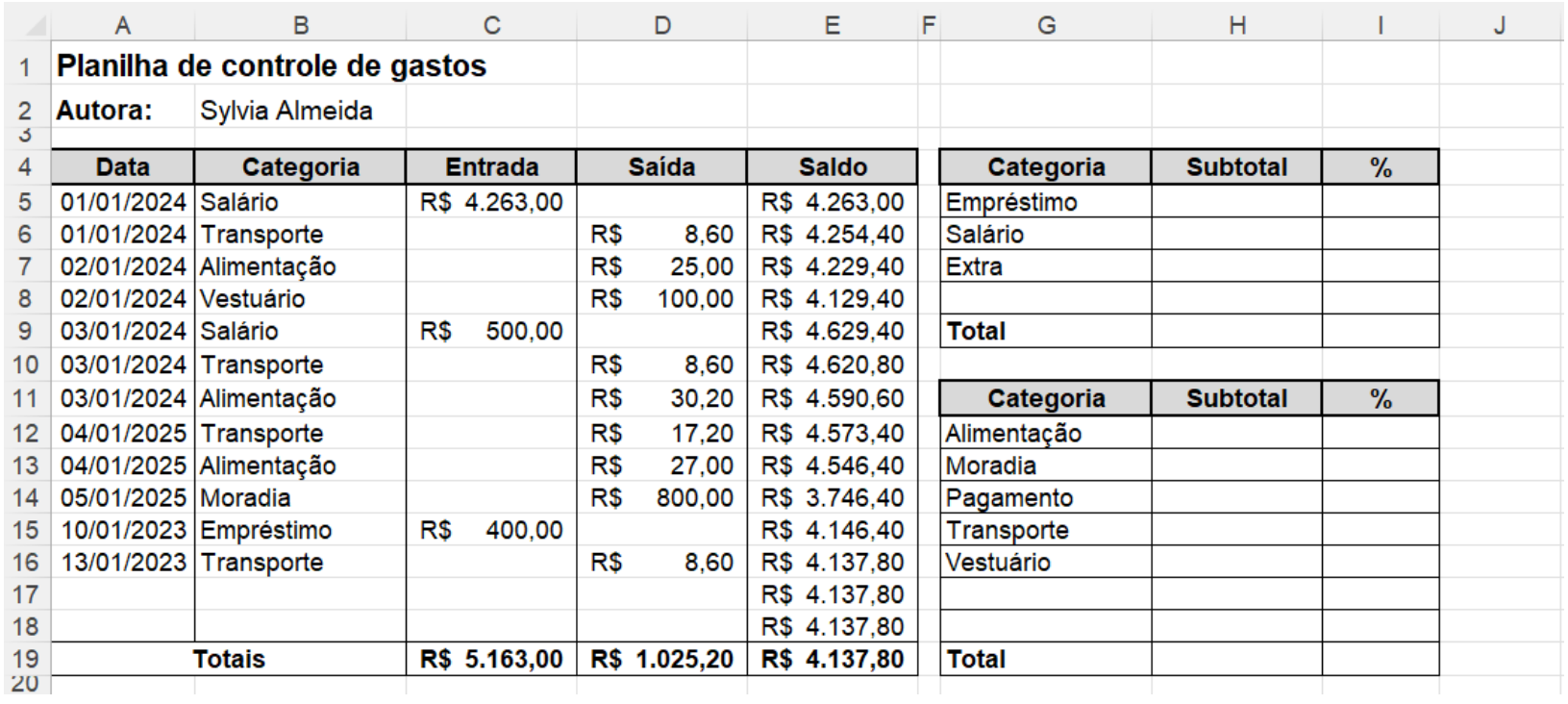
Figura 101. Uso da função SOMA.



A FUNÇÃO SOMASE

No exemplo de aplicação desenvolvido neste curso, deseja-se fazer uma totalização das entradas por categoria, no caso, Salário e Empréstimo. Também deseja-se fazer uma totalização das despesas por categoria, no caso Alimentação, Transporte, Vestuário, Moradia e Pagamentos.

Figura 102. Estado atual da planilha.



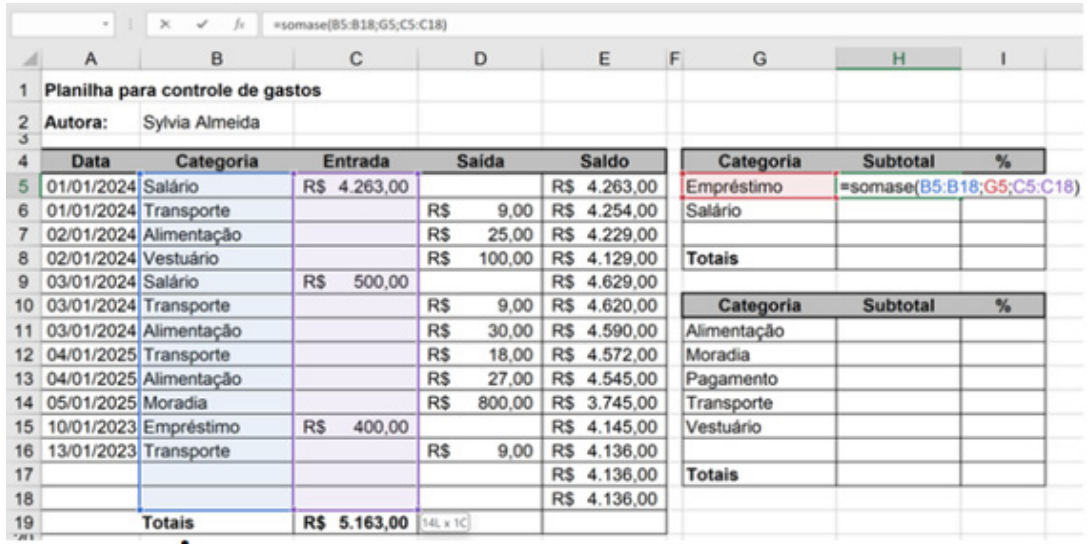
A função SOMASE soma valores contidos em células desde que uma determinada condição seja atendida. No exemplo de aplicação desenvolvido neste curso, deseja

= SOMASE (intervalo comparação; critério; intervalo soma)

= SOMASE (intc 1; critério 1; intc 2; critério 2; ...; inter soma)

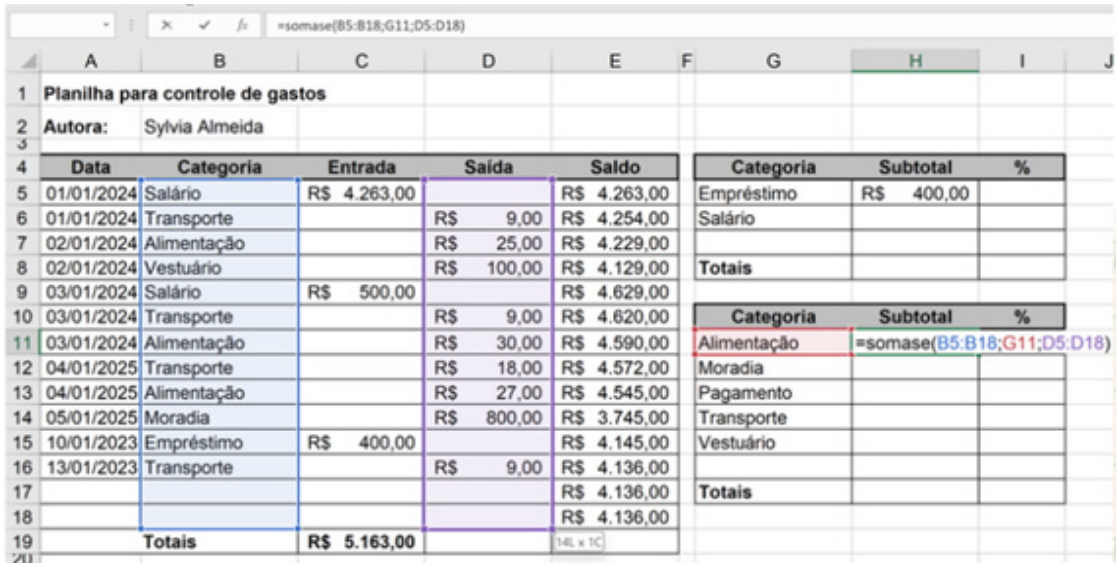
Para extrair o total de entradas na categoria Empréstimo, por exemplo, deve-se fazer a soma das entradas colocadas no intervalo C5 a C18, desde que a correspondente categoria, situada no intervalo B5 a B18, seja igual ao conteúdo da célula G5 (Empréstimo).

Figura 103. Uso da função SOMASE para categorizar as entradas.



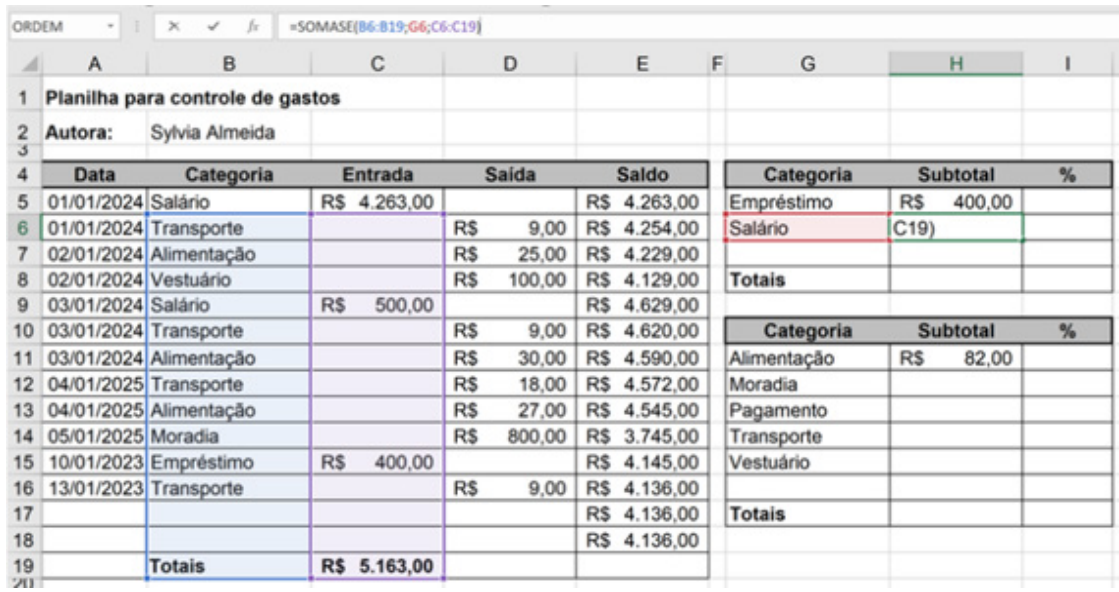
Para extrair o total de despesas na categoria Alimentação, por exemplo, deve-se fazer a soma dos valores do intervalo D5 a D18, desde que a correspondente categoria, situada no intervalo B5 a B18, seja igual ao conteúdo da célula G11 (Alimentação).

Figura 104. Uso da função SOMASE para categorizar as despesas.



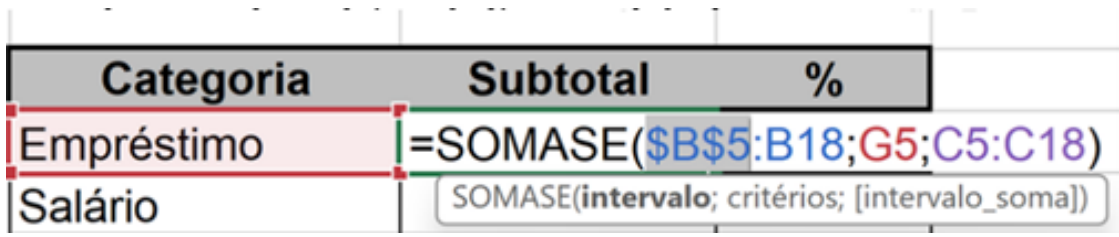
As cópias simples envolvendo fórmulas, já usadas para preencher a coluna Saldo, podem ser usadas sem problemas para fazer as somas das saídas copiando a célula C19 na célula C20. No entanto, o mesmo procedimento para copiar a célula H5 na célula H6 não traz o resultado pretendido. Observe na Figura 105 que os intervalos de comparação e de soma resultam errados, pois todas as partes da célula foram adaptadas ao deslocamento da célula na cópia.

Figura 105. Erro no uso de cópia simples de célula com a função SOMASE.



O que se deseja é fazer a cópia fixando os intervalos da categoria e das entradas e deixando livre a célula de comparação. Para tanto, vamos editar a célula a ser copiada (B5) clicando duas vezes nessa célula). Em seguida, na janela de edição de fórmula, vamos colocar o cursor sobre a B5 (início do intervalo de comparação) e apertar F4 (ou Fn F4, dependendo do computador) no teclado. Dois cifrões aparecerão na célula: um antes da letra B e um depois. O mesmo deve ser feito sobre B18, C5 e C18, pois são os limites de intervalo que se pretende fixar.

Figura 106. Fixando célula para cópia.



Assim, ao copiar a fórmula, mantêm-se os intervalos de critério e soma fixos, enquanto a célula de comparação é adaptada.

Figura 107. Cópia com campos fixados: a) fixação de campos na célula a ser copiada; b) resultado da cópia com intervalos fixados e célula de comparação livre.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	**Planilha de controle de gastos**										
2	**Autora:**	Sylvia Almeida									
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**		**Categoria**	**Subtotal**	**%**		
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		R$ 4.263,00		Empréstimo	=SOMASE(B$5:$B$18;G5;$C$5:$C$18)			
6	01/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.254,40		Salário				
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	R$ 4.229,40		Extra				
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	R$ 4.129,40						
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		R$ 4.629,40		**Total**				
10	03/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.620,80						
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,20	R$ 4.590,60		**Categoria**	**Subtotal**	**%**		
12	04/01/2025	Transporte		R$ 17,20	R$ 4.573,40		Alimentação	R$ 82,20			
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	R$ 4.546,40		Moradia				
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	R$ 3.746,40		Pagamento				
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		R$ 4.146,40		Transporte				
16	13/01/2023	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.137,80		Vestuário				
17					R$ 4.137,80						
18					R$ 4.137,80						
19		**Totais**	**R$ 5.163,00**	**R$ 1.025,20**	**R$ 4.137,80**		**Total**				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	**Planilha de controle de gastos**										
2	**Autora:**	Sylvia Almeida									
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**		**Categoria**	**Subtotal**	**%**		
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		R$ 4.263,00		Empréstimo	R$ 400,00			
6	01/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.254,40		Salário	=SOMASE(B$5:$B$18;G6;$C$5:$C$18)			
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	R$ 4.229,40		Extra				
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	R$ 4.129,40						
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		R$ 4.629,40		**Total**				
10	03/01/2024	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.620,80						
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,20	R$ 4.590,60		**Categoria**	**Subtotal**	**%**		
12	04/01/2025	Transporte		R$ 17,20	R$ 4.573,40		Alimentação	R$ 82,20			
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	R$ 4.546,40		Moradia				
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	R$ 3.746,40		Pagamento				
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		R$ 4.146,40		Transporte				
16	13/01/2023	Transporte		R$ 8,60	R$ 4.137,80		Vestuário				
17					R$ 4.137,80						
18					R$ 4.137,80						
19		**Totais**	**R$ 5.163,00**	**R$ 1.025,20**	**R$ 4.137,80**		**Total**				

Tenho algumas dicas que podem ser úteis em outros casos.

Ao fixar um campo de uma fórmula observa-se que, ao acionar a tecla F4 (ou Fn F4), aparecem dois cifrões, indicando que estão fixas tanto a coluna quanto a linha.

Exemplo: $B$5

Ao acionar novamente a tecla F4 (ou Fn F4), aparece apenas o cifrão antes do identificador da coluna, indicando que apenas a coluna está fixa.

Exemplo: $B5

Ao acionar mais uma a tecla F4 (ou Fn F4), aparece apenas o cifrão antes do identificador da linha, indicando que apenas a linha está fixa.

Exemplo: B$5

Ao acionar mais uma a tecla F4 (ou Fn F4), os cifrões desaparecem, voltando ao formato original.

Exemplo: B5

Vamos Praticar

Complete a planilha programando ou copiando as fórmulas conforme o modelo.



Figura 108. Dados para a atividade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	**Planilha para controle de gastos**								
2	**Autora:**	Sylvia Almeida							
4	**Data**	**Categoria**	**Entrada**	**Saída**	**Saldo**		**Categoria**	**Subtotal**	**%**
5	01/01/2024	Salário	R$ 4.263,00		R$ 4.263,00		Empréstimo	R$ 400,00	8%
6	01/01/2024	Transporte		R$ 9,00	R$ 4.254,00		Salário	R$ 4.763,00	92%
7	02/01/2024	Alimentação		R$ 25,00	R$ 4.229,00				
8	02/01/2024	Vestuário		R$ 100,00	R$ 4.129,00		**Totais**	**R$ 5.163,00**	**100%**
9	03/01/2024	Salário	R$ 500,00		R$ 4.629,00				
10	03/01/2024	Transporte		R$ 9,00	R$ 4.620,00		**Categoria**	**Subtotal**	**%**
11	03/01/2024	Alimentação		R$ 30,00	R$ 4.590,00		Alimentação	R$ 82,00	8%
12	04/01/2025	Transporte		R$ 18,00	R$ 4.572,00		Moradia	R$ 800,00	78%
13	04/01/2025	Alimentação		R$ 27,00	R$ 4.545,00		Pagamento	R$ -	0%
14	05/01/2025	Moradia		R$ 800,00	R$ 3.745,00		Transporte	R$ 45,00	4%
15	10/01/2023	Empréstimo	R$ 400,00		R$ 4.145,00		Vestuário	R$ 100,00	10%
16	13/01/2023	Transporte		R$ 9,00	R$ 4.136,00			R$ -	0%
17					R$ 4.136,00		**Totais**	**R$ 1.027,00**	**100%**
18					R$ 4.136,00				
19		**Totais**	**R$ 5.163,00**	**R$ 1.027,00**	**R$ 4.136,00**				

DA ESTRUTURA À NORMALIZAÇÃO: COMO ELABORAR RELATÓRIOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS CONFORME A ABNT NBR 10719/2025

AUTORA: LAÍS ROBERTA GALDINO DE OLIVEIRA.



Introdução

A norma NBR 10719 [1] “especifica os princípios gerais para a elaboração e a apresentação de relatório técnico e/ou científico”.

DEFINIÇÕES

RELATÓRIO TÉCNICO E/OU CIENTÍFICO

“Documento que descreve formalmente o progresso ou resultado de pesquisa científica e/ou técnica” [1]

TÉCNICA

“Diversos procedimentos ou a utilização de diversos recursos peculiares a cada objeto de pesquisa, dentro das diversas etapas do método” [2].

Mas o que é método?

MÉTODO

“Conjunto de etapas e processos a serem vencidos ordenadamente na investigação dos fatos ou na procura da verdade” [2].

ESTRUTURA DO RELATÓRIO

PARTE EXTERNA

Capa (opcional): proteção externa com informações indispensáveis à sua identificação [1], como apresentado na Figura 109.

Figura 109. Exemplo de uma capa.

NOME DA INSTITUIÇÃO
NOME DO CURSO

NOME DO (A) AUTOR (A)

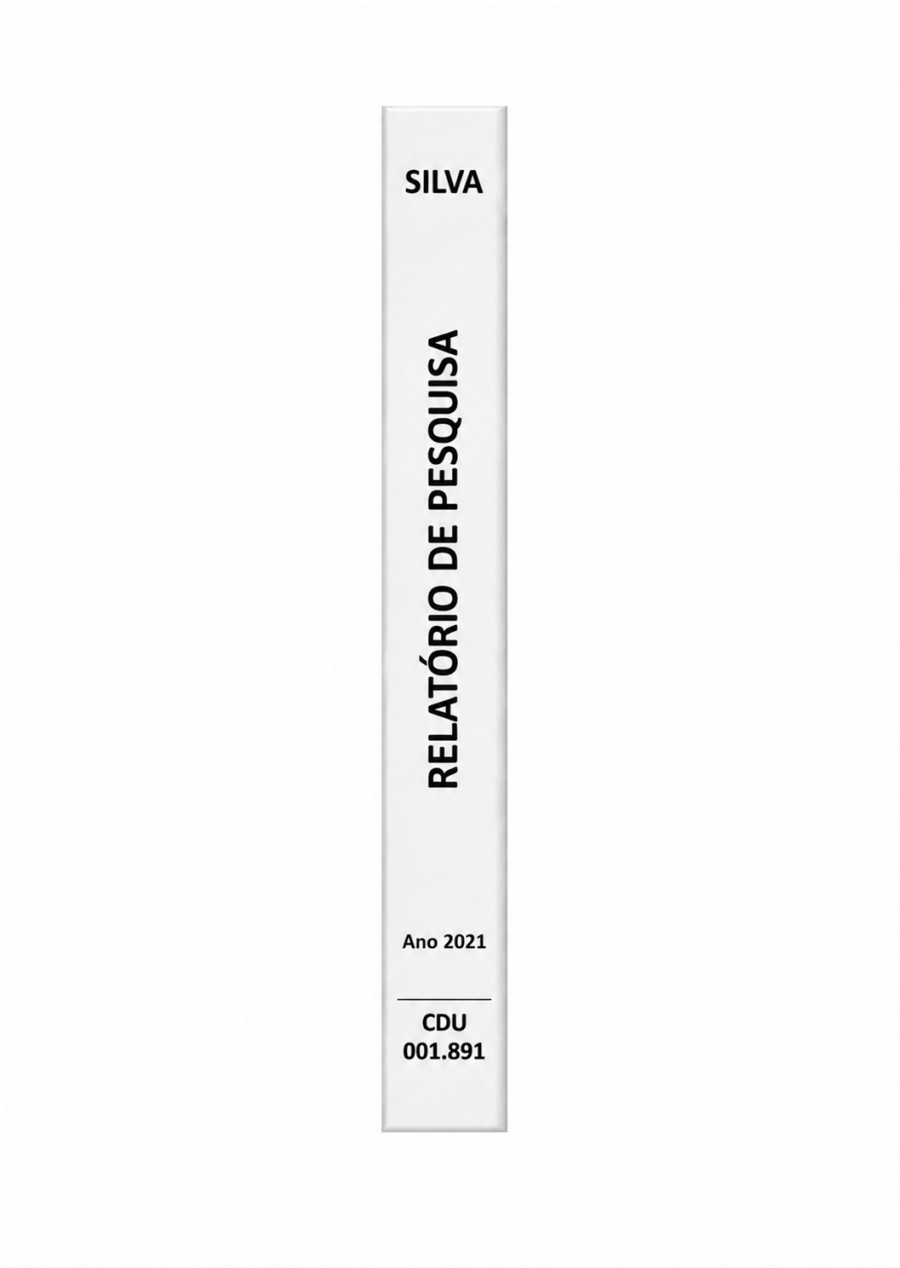
TÍTULO
subtítulo (se houver)

Local
ANO

Fonte: Fernandes; Alcântara [3].

Lombada (opcional): reúne as margens internas das folhas, mantidas juntas [1], conforme mostra a Figura 110.

Figura 110. Exemplo de uma lombada.

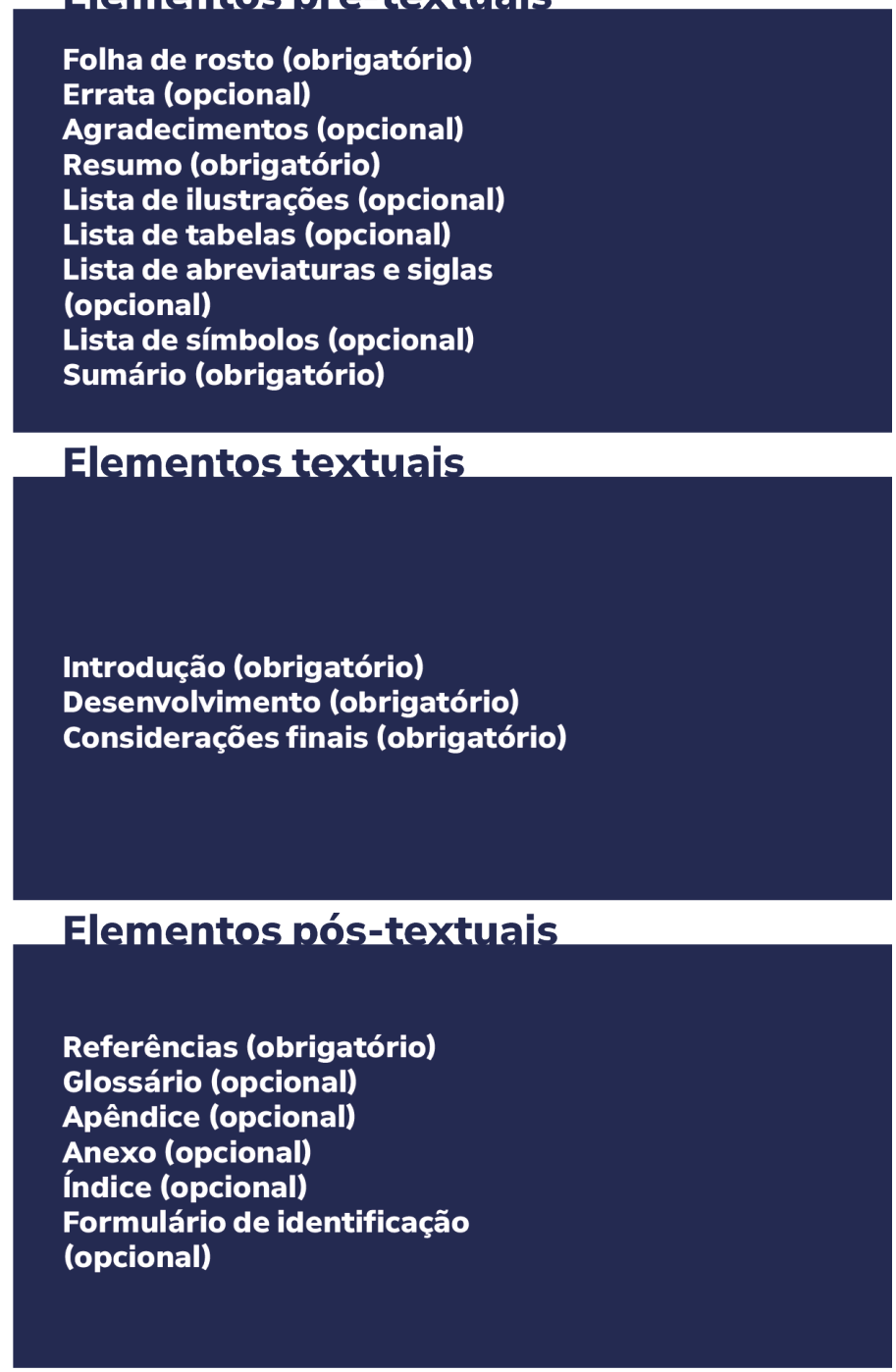


Fonte: Elaborado por ChatGPT [4].

PARTE INTERNA

Você sabia que existem diferentes elementos na parte interna de um relatório? Veja a Figura 111!

Figura 111. Elementos da parte interna de um relatório.



Folha de rosto (obrigatório): contém os elementos essenciais à identificação do documento, como apresenta a Figura 112.

Figura 112. Exemplo de uma folha de rosto.

ANTERVERSO

NOME DA INSTITUIÇÃO

PROJETO X

RELATÓRIO TÉCNICO

subtítulo do documento: descrição secundária do relatório

Volume 1

Código: XXX-XXX

CONFIDENCIAL

NOME DO AUTOR

CIDADE
2024

VERSO

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

S586t Silva, Ana Paula da
Título do livro : subtítulo, se houver / Ana Paula da Silva. – 1. ed. – São Paulo : Editora Exemplo, 2025.
256 p. : il. ; 23 cm.

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-1234-567-8

1. Assunto principal. 2. Segundo assunto. 3. Terceiro assunto. I. Título.

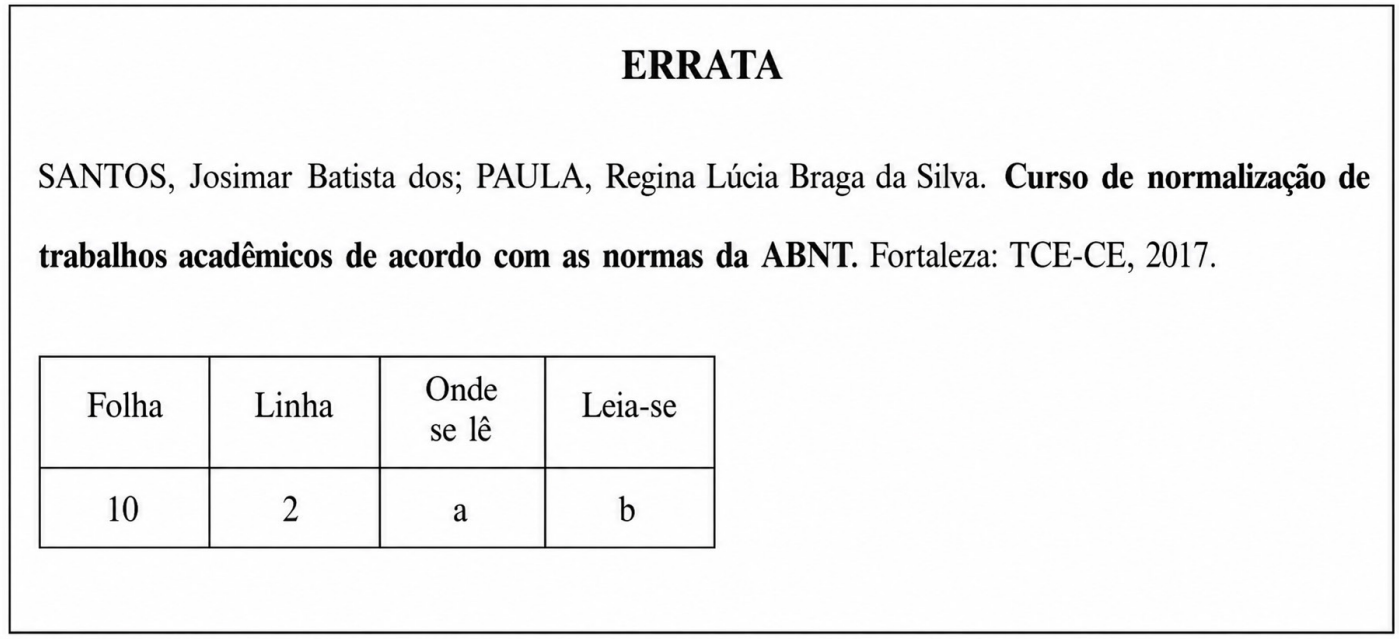
CDD 370

Ficha catalográfica elaborada por Nome do Bibliotecário – CRB X/0000
Biblioteca Exemplo – Instituição Exemplo

Fonte: Elaborado por ChatGPT [4].

Errata (opcional): "lista dos erros ocorridos no texto, seguidos das devidas correções" [1], como mostra a Figura 113.

Figura 113. Exemplo de uma errata.



ERRATA

SANTOS, Josimar Batista dos; PAULA, Regina Lúcia Braga da Silva. **Curso de normalização de trabalhos acadêmicos de acordo com as normas da ABNT.** Fortaleza: TCE-CE, 2017.

Folha	Linha	Onde se lê	Leia-se
10	2	a	b

Fonte: Fernandes & Alcântara [3].

Agradecimentos (opcional): "texto em que o autor faz agradecimentos dirigidos àqueles que contribuíram de maneira relevante à elaboração do trabalho" [1].

Resumo (obrigatório)

"Em documento técnico e científico, recomenda-se o resumo informativo, que informa finalidades, metodologia, resultados e conclusões do documento" [5];

Para trabalhos acadêmicos e relatórios técnicos e/ou científicos, convém que os resumos tenham entre 150 e 500 palavras [5].

Lista de ilustrações (opcional)

Lista de tabelas (opcional)

Lista de abreviaturas e siglas (opcional)

Lista de símbolos (opcional)

Quando é recomendado o uso de listas?



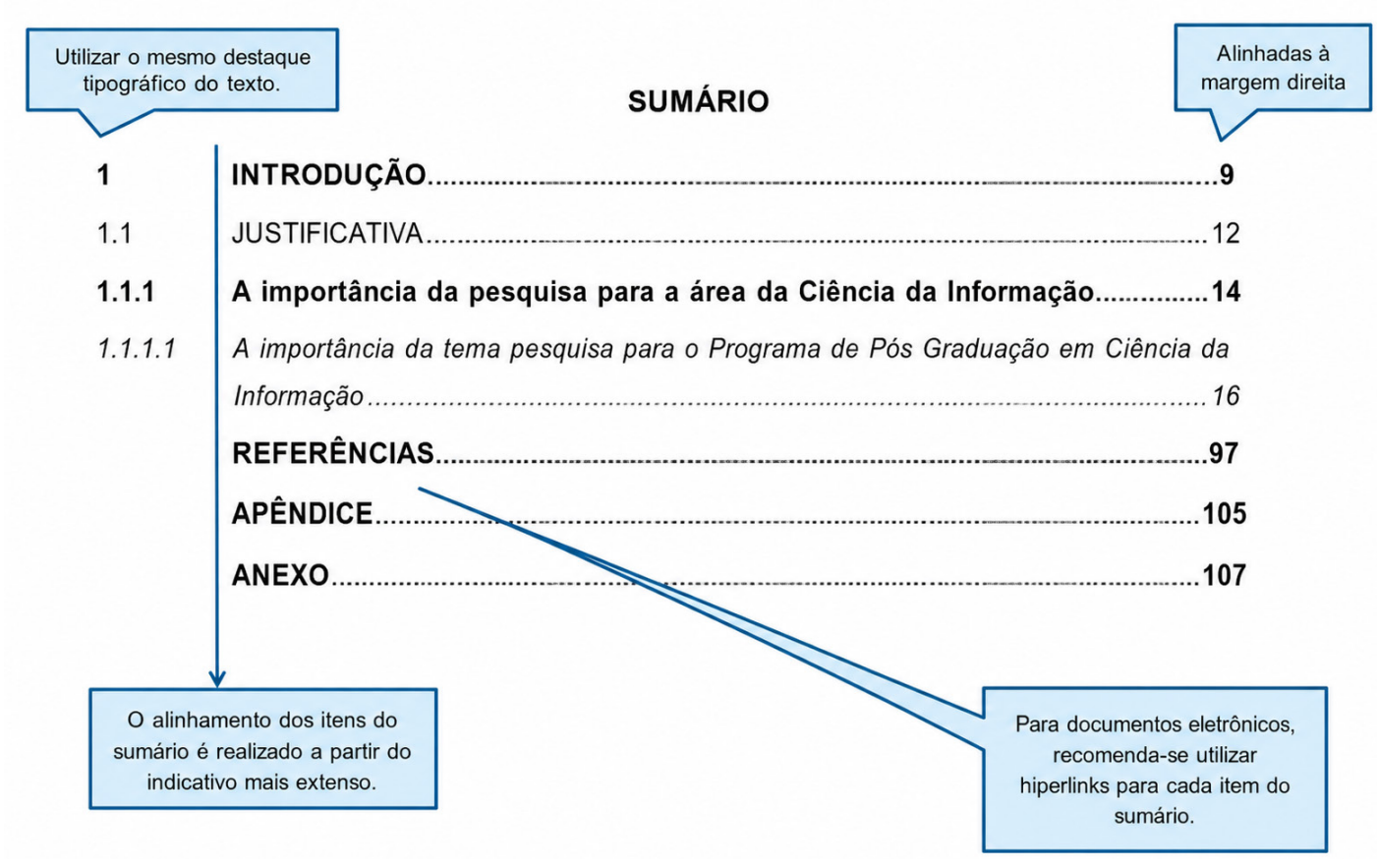
Relatórios técnicos extensos e com quantidade significativa de elementos (ilustrações, tabelas, abreviaturas, siglas e símbolos), pois facilita a localização de um elemento em específico, um gráfico, ou tabelas de parâmetros, ou dados experimentais.

SUMÁRIO (OBRIGATÓRIO)

Elaborado de acordo com a NBR 6027 [6];

Enumeração das seções de uma publicação, na mesma ordem e grafia do documento, como apresentada na Figura 114.

Figura 114. Exemplo da formatação do Sumário



Fonte: BU/UFSC [7]

ELEMENTOS TEXTUAIS:

"Composto por uma parte introdutória, que apresenta os objetivos do relatório e as razões de sua elaboração, o desenvolvimento, que detalha a pesquisa ou o estudo realizado, e as considerações finais" [1].

INTRODUÇÃO (OBRIGATÓRIO)

Apresentação geral;

Objetivos e finalidades da pesquisa.

DESENVOLVIMENTO (OBRIGATÓRIO)

"A nomenclatura dos títulos dos elementos textuais fica a critério do autor" [1];

Revisão Bibliográfica/Fundamentação Teórica (histórico e evolução científica);

Mas comumente tem-se: Revisão Bibliográfica/Fundamentação Teórica (histórico e evolução científica), Metodologia/Materiais e Métodos e Resultados e Discussão (gráficos, tabelas, mapas e figuras).

CONSIDERAÇÕES FINAIS (OBRIGATÓRIO)

Deve ser construída em uma linguagem simples e sintética;

Enfocam-se os principais resultados encontrados no trabalho, retomando os objetivos;

Liberdade de expressar suas opiniões.

ELEMENTOS PÓS-TEXTUAIS:

REFERÊNCIAS (OBRIGATÓRIO)

Elaborada conforme a NBR 6023 [8];

Contempla todos os documentos citados no texto;

Devem ser ordenadas alfabeticamente ou numericamente;

Menção de uma informação extraída de outra fonte;

As citações podem ser feitas na forma: direta e indireta;

Na forma direta, devem ser transcritas entre aspas duplas quando ocuparem até três linhas, nas quais devem constar o autor, a data e a página;

Quando a obra possui mais de três autores, cita-se o primeiro e, utiliza-se a expressão latina et al;

Quando a citação ultrapassar três linhas, deve ser separada com um recuo de parágrafo de 4,0 cm, em espaço simples no texto, com fonte menor;

A citação indireta, denominada de conceitual, reproduz ideias da fonte consultada, sem, no entanto, transcrever o texto;

Usar apud quando for realizada uma transcrição de um documento, periódico ou obra, a que não se teve acesso, mas que se tornou conhecido pela citação em outro trabalho

Glossário (opcional): lista de palavras e expressões técnicas (elaborado em ordem alfabética), acompanhadas das respectivas definições.

Apêndice (opcional): elaborado pelo próprio autor.

Anexo (opcional): não elaborado pelo autor.

Índice (opcional): elaborado conforme a NBR 6034 [9], trazendo a relação detalhada de palavras, assuntos e outros com a indicação de sua localização no texto.

Formulário de identificação (opcional): ilustrado na Figura 115.

Figura 115. Exemplo de um formulário de identificação.

Dados do relatório técnico e/ou científico			
Título e subtítulo			Classificação de segurança
			Nº
Tipo de relatórlo			Data
Título do projeto programa/plano			Nº
Autor(es)			
Instituição executora e endereço completo			
Instituição patrocinadora e endereço completo			
Resumo			
Palavras-chave/descritores			
Edição	Nº de páginas	Nº do volume/parte	Nº da classificação
ISSN		Tiragem	Preço
Distribuidor			
Observações/notas			
Fonte: adaptação da ABNT NBR 60213 (1992).			

Fonte: ABNT [1].

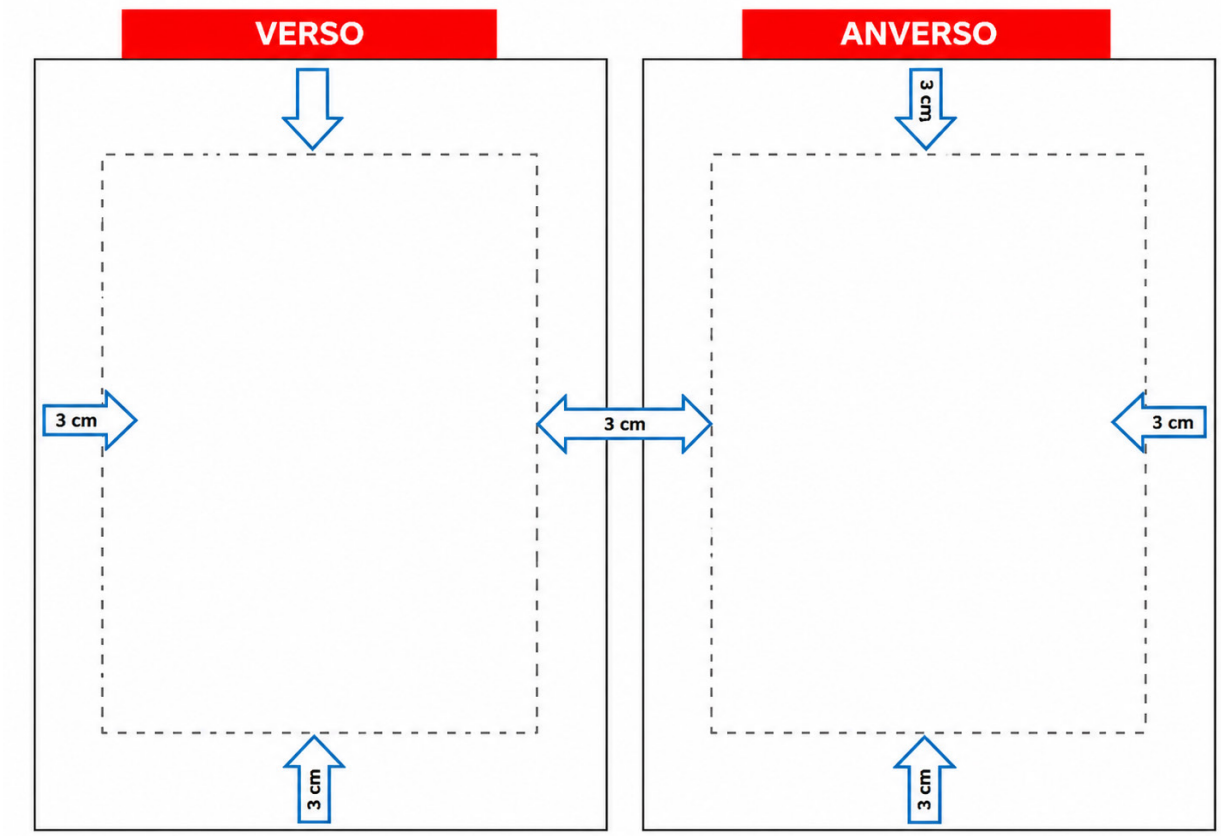
FORMATAÇÃO

Títulos sem indicativo numérico e com texto centralizado: errata, agradecimentos, lista de ilustrações, lista de abreviaturas e siglas, lista de símbolos, resumo, sumário, referências, glossário, apêndice, anexo e índice.

FORMATO

Usar o anteverso e o verso das folhas (indicação das margens na Figura 116), mas os elementos pré-textuais devem iniciar no anverso da folha;

Figura 116. Margens das folhas de um relatório.



Fonte: BU/UFSC [7].

Padronização da fonte tamanho 12 para todo o documento, no entanto, legendas, notas e fontes das ilustrações e tabelas, citações com mais de três linhas, paginação e notas de rodapé devem ser em tamanho menor e uniforme.

PAGINAÇÃO

As páginas com os elementos pré-textuais (da folha de rosto até o sumário) devem ser contadas, mas não numeradas;

A grafia começa a partir da primeira folha da parte textual (Introdução), em algarismos arábicos;

As páginas dos apêndices e anexos (quando houver) devem ser numeradas de maneira contínua, dando seguimento ao texto principal.

NUMERAÇÃO PROGRESSIVA

Deve ser conforme a NBR 6024 [6], como mostra a Figura 117.

Figura 117. Exemplo da numeração progressiva das seções de um documento.

Seção primária 1	Seção secundária	Seção terciária	Seção quaternária	Seção quinária
1	1.1 1.2 1.3	1.1.1 1.1.2 1.1.3	1.1.1.1 1.1.1.2 1.1.1.3	1.1.1.1.1 1.1.1.1.2 1.1.1.1.3
2	2.1 2.2 2.3	2.1.1 2.1.2 2.1.3	2.1.1.1 2.1.1.2 2.1.1.3	2.1.1.1.1 2.1.1.1.2 2.1.1.1.3
3	3.1 3.2 3.3	3.1.1 3.1.2 3.1.3	3.1.1.1 3.1.1.2 3.1.1.3	3.1.1.1.1 3.1.1.1.2 3.1.1.1.3
3	3.1 3.2	3.1.1 3.1.2	3.1.1.1 3.1.1.2	3.1.1.1.1 3.1.1.1.2

Fonte: Elaborado por ChatGPT [4].

O título das seções deve ser colocado após o indicativo de seção, alinhado à margem esquerda, separado por um espaço, não sendo necessário qualquer sinal entre o indicativo da seção e seu título [6];

O texto deve iniciar em outra linha e todas as seções devem conter um texto relacionado a elas [6].

TÍTULOS SEM INDICATIVO NUMÉRICO

Os títulos sem indicativo numérico devem ser centralizados e são eles: errata, agradecimentos, resumo, lista de ilustrações, lista de tabelas, lista de abreviaturas e siglas, lista de símbolos, sumário, referências, glossário, apêndice, anexo, índice e formulário de identificação [1].

NOTAS DE RODAPÉ

As notas de rodapé devem ser alinhadas a partir da segunda linha da mesma nota, abaixo da primeira letra da primeira palavra, de forma a destacar o expoente, sem espaço entre elas e com fonte menor [10].

SIGLAS

Quando uma sigla é mencionada pela primeira vez no texto, deve ser apresentado, entre parênteses, o nome completo. Exemplo: Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA).

EQUAÇÕES E FÓRMULAS

Devem ser destacadas no texto e, se necessário, numeradas com algarismos arábicos entre parênteses, alinhados à direita.

Exemplo:

Mt = Mw + Ms

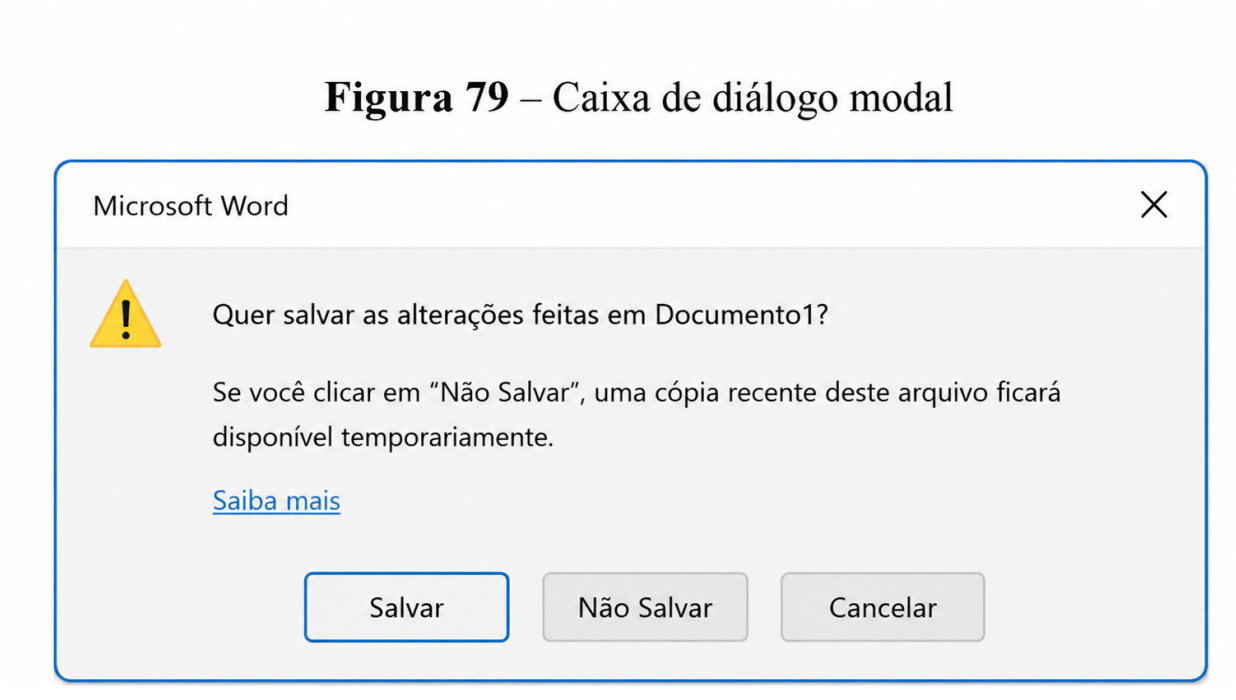
(1)

ILUSTRAÇÕES E TABELAS

"Deve ser precedido por sua palavra designativa (desenho, esquema, fluxograma, fotografia, gráfico, mapa, organograma, planta, quadro, retrato, figura, imagem, entre outros)" [1];

Devem ser numeradas conforme ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, seguida de travessão e do respectivo título – na parte superior – e respectiva fonte consultada – na parte inferior (Figura 118). Além disso, a ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere.

Figura 118. Exemplo da formatação de uma figura.



Fonte: IFSP [11].

O quadro se enquadra como um tipo ilustração, e se diferenciam das tabelas por apresentarem informações textuais, ao contrário das tabelas que apresentam dados estatísticos;

As tabelas devem ser padronizadas de acordo com as Normas de apresentação tabular do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme tem-se na Figura 119.

Figura 119. Exemplo da formatação de uma tabela.

Tabela 35 – Distribuição dos alunos por Faixa Etária.

Faixa Etária	18 a 24	25 a 30	31 a 35	36 a 40	41 a 45	46 a 50	> 50	Total
Quantidade	12	15	9	7	5	3	4	55
%	21,8	27,3	16,4	12,7	9,1	5,5	7,2	100,0

Fonte: Freitas; Rodrigues, 2005, p. 5.

Fonte: IFSP [11].

OUTRAS NORMAS TÉCNICAS

NBR 6027: Sumário [6];

NBR 6028: Resumo [5];

NBR 6024: Numeração progressiva [6];

NBR 10520: Citações e notas de rodapé [10];

NBR 6034: Índice [9];

NBR 6023: Referências [8];

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.

Referências Bibliográficas

[1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10719**: informação e documentação — relatório técnico e/ou científico — apresentação. Rio de Janeiro, 2025a.

[2] RUIZ, J. A. **Metodologia Científica**: guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas, 1996. 177p.

[3] FERNANDES, R. O.; ALCÂNTARA, E. F. **Normas da ABNT aplicadas a trabalhos acadêmicos**. [S.l.: s.n.], [s.d.].

[4] CHATGPT. **Geração de imagem sobre normas da ABNT**. Imagem gerada por inteligência artificial. Disponível em: plataforma ChatGPT. Acesso em: 19 de março de 2026.

[5] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6028**: informação e documentação — resumo — apresentação. Rio de Janeiro, 2021.

[6] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6027**: informação e documentação — sumário — apresentação. Rio de Janeiro, 2012a. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6024: informação e documentação — numeração progressiva das seções de um documento — apresentação. Rio de Janeiro, 2012b.

[7] BU/UF - Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina. **Procedimentos para apresentação e normalização de relatório técnico e/ou científico** (NBR 10719: 2015). Florianópolis: Biblioteca Central da UFSC, 2019.

[8] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6023**: informação e documentação — referências — elaboração. Rio de Janeiro, 2025b.

[9] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6034**: informação e documentação — índice — apresentação. Rio de Janeiro, 2004.

[10] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10520**: informação e documentação — citações em documentos — apresentação. Rio de Janeiro, 2023.

[11] IFSP - Instituto Federal de São Paulo. **Relatório técnico e/ou científico ABNT NBR 10719:2015**. Catanduva: Biblioteca IFSP, [s.d.].

Atividade de Consolidação

Vamos fazer o nosso relatório?

Agora, será realizada a elaboração e a apresentação de relatório técnico e/ou científico acerca das atividades realizadas nos laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG).

INTRODUÇÃO

Delimitar o assunto abordado e apresentar a importância do tema;

Contextualizar e trazer a relevância à luz da literatura publicada.

Expressar a finalidade do trabalho;

Usar verbos ativos e no infinitivo, tais como: analisar, avaliar, verificar, comparar etc.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrever os materiais utilizados e os procedimentos realizados na execução do trabalho;

Fornecer um nível de detalhamento de modo a permitir que outro aluno ou profissional consiga repetir as etapas do trabalho;

Escrever de forma objetiva na terceira pessoa e no passado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentar e descrever os dados obtidos conforme a ordem dos objetivos;

Interpretar os resultados, comparar com literatura e normas técnicas e explicar possíveis divergências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destacar os resultados mais importantes, sem repetir dados detalhados;

Indicar implicações práticas e apontar contribuições do estudo.

REFERÊNCIAS

Listar todas as fontes efetivamente citadas no texto.

APRESENTAÇÕES ORAIS

AUTORA: SYLVIA REGINA MESQUITA DE ALMEIDA.

11

INTRODUÇÃO

Um trabalho técnico ou científico é geralmente apresentado de duas formas: em um texto e/ou oral. A apresentação oral convencional alcança um grupo reduzido de pessoas e costuma ter algum grau de interação com a plateia, que varia de acordo com o tipo de evento. Na maioria dos casos, é feita uma exposição por parte do apresentador e posteriormente há uma sessão de perguntas e respostas.

Figura 120. Apresentação oral



SEÇÕES MAIS COMUNS EM APRESENTAÇÕES

- Introdução
- Objetivos
- Metodologia
- Resultados
- Conclusões

A organização da apresentação visa transmitir as principais ideias abordadas no trabalho de forma clara e concisa. Em linhas gerais, deve responder às seguintes indagações:

- Qual é o assunto e qual sua relevância?
- Qual a dúvida a ser sanada?
- Como foi feito?
- O que foi encontrado?
- O que se descobriu ao final?

Ferramentas Auxiliares

A rigor, uma apresentação oral pode ser feita sem auxílio de nenhuma ferramenta adicional além da voz do apresentador. Contudo, é mais comum que se use alguma ferramenta auxiliar para guiar o apresentador e ajudá-lo a transmitir as ideias de forma organizada e clara. Slides costumam ser a forma mais usada nessas apresentações e é comum o uso de elementos gráficos como figuras, tabelas e, eventualmente, animações e vídeos curtos.

CONTEÚDO DO DISPOSITIVO DE APRESENTAÇÃO

- Título do trabalho
- Autores
- Instituições dos autores
- Local

Figura 121. Exemplo de capa de apresentação



Observe o slide e localize os elementos mencionados.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A seção de introdução deve apresentar o assunto de forma concisa, situando o trabalho no universo em que se insere. Deve-se ter o cuidado de não se estender desnecessariamente na apresentação do assunto e lembrar que há um tempo previsto para a apresentação. Em congressos e seminários, o tempo total da apresentação varia entre 10 e 15 minutos. Assim, deve-se utilizar no máximo dois slides nessa seção e mais um para os objetivos.

METODOLOGIA

Nessa seção, deve-se apresentar o delineamento teórico, os métodos utilizados, os ensaios realizados e a teoria desenvolvida.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados mais importantes do trabalho devem ser apresentados da forma mais clara possível. Para tanto, podem ser utilizados elementos que auxiliam a síntese como gráficos e tabelas. Em virtude do tempo disponível, devem ser apresentados apenas os resultados mais importantes do trabalho, deixando os resultados secundários para o texto.

As conclusões devem estar relacionadas aos objetivos do trabalho e apresentar coerência com os resultados apresentados. Não se deve apresentar conclusões que dependam de resultados apresentados apenas no texto e não na apresentação.

Deve-se utilizar no máximo dois slides nessa seção.

Vamos Praticar

Vamos fazer um rascunho da apresentação?

Elabore um rascunho da apresentação, delineando as principais ideias a serem abordadas em cada seção da apresentação. Pense nas frases que você pretende usar em cada slide. Use frases curtas. Planeje quantos slides e quais elementos auxiliares serão usados.

INTRODUÇÃO

OBJETIVOS

METODOLOGIA

RESULTADOS

Confecção Dos Slides

O texto em um slide é apenas um guia para lembrar o apresentador da sequência de ideias a serem desenvolvidas. Assim, não se deve escrever tudo o que vai ser dito pelo apresentador, pois isso induziria tanto o apresentador quanto quem assiste a ler o conteúdo do slide, tornaria a apresentação desinteressante e distrairia a plateia. Pelo mesmo motivo, não se deve usar frases muito longas ou muitas frases no mesmo slide.

Figura 122. Slide com muito texto

2. DEFINIÇÕES E CONCEITOS



Em geral, pode-se raciocinar a respeito dos minerais como sendo os materiais de que as rochas da crosta da terra são formadas e, como tais, os minerais constituem a ligação mais importante e tangível como a história tangível de nosso planeta. (DANA, 1976)

Conforme a Terminologia Brasileira TB-3 (ABNT), rochas são materiais constituintes essenciais da crosta terrestre provenientes da solidificação do magma ou de lavas vulcânicas ou da consolidação de depósitos sedimentares, tendo ou não sofrido transformações metamórficas (RICARDO; CATALANI, 1999).

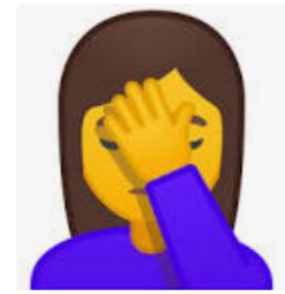
"Rocha é um corpo sólido natural, resultante de um processo geológico determinado, formado por agregados de um ou mais minerais, arranjados segundo as condições de temperatura e pressão existentes durante sua formação. Também podem ser corpos de material mineral não-cristalino, como o vidro vulcânico (obsidiana) e materiais sólidos orgânicos como o carvão" (OLIVEIRA; BRITO, 1998).

Rocha é definida geologicamente como uma ocorrência naturalmente consolidada ou não consolidada de um material composto por um ou mais minerais (GARY *et al*., 1972, citado por JOHNSON; DE GRAFF, 1988).

A plateia deve ser capaz de ler o que está escrito em todas as partes do slide. Assim, deve-se selecionar uma fonte serifada (ex: Arial; Helvética), pois elas ficam mais claras nas apresentações. Nos textos é mais comum optar por uma fonte não serifada (ex: Times New Roman; Calibri). O tamanho da fonte deve permitir a leitura à distância com conforto. Assim, em apresentações presenciais, deve-se utilizar no mínimo fonte de tamanho 24 e em apresentações online deve-se utilizar no mínimo fonte de tamanho 20.

Figura 123. Slide com letras muito pequenas

Característica ou Propriedade Determinada		Método de Ensaio	Resultado	Exigência segundo a NBR 11578/91
Massa específica (kg/dm³)		NBR NM 23/98	3,04	N.E.
Finura	resíduo na peneira 200 (%)	NBR 11579/91	1,70	≤ 12
	resíduo na peneira 325 (%)	NBR 12826/93	12,10	N.E.
	área específica Blaine (m²/kg)	NBR NM 76/98	3860	≥ 2600
Tempos de pega	início de Pega (h, min)	NBR 11581/91	2h 00	≥ 1 h
	fim de Pega (h, min)		3h 00	≤ 10 h
Água de Consistência – Pasta (%)		NBR 11580/91	27,00	N.E.
Resistência à Compressão (MPa)	3 dias	NBR 7215/96	21,20	≥ 10
	7 dias		29,50	≥ 20
	28 dias		35,80	≥ 32 e ≤ 49
Componentes Químicos (%)	perda ao fogo	NBR 5743/89	6,57	≤ 6,5
	resíduo insolúvel	NBR 5744/89	1,76	≤ 2,5
	dióxido de silício (SiO_2)	Procedimento FURNAS n. 1.02.135 (1)	18,74	N.E.
	óxido de alumínio (Al_2O_3)		5,07	N.E.
	óxido de ferro (Fe_2O_3)		3,25	N.E.
	óxido de cálcio (CaO)		60,72	N.E.
	óxido de cálcio livre (CaO)		1,70	N.E.
	óxido de magnésio (MgO)		0,72	≤ 6,5
	trióxido de enxofre (SO_3)		3,06	≤ 4,0
	sulfato de cálcio ($CaSO_4$)	-	5,20	N.E.
Álcalis totais (%)	óxido de sódio (Na_2O)	Procedimento FURNAS n. 1.02.31 (2)	0,32	N.E.
	óxido de potássio (K_2O)		0,51	N.E.
	equivalente alcalino em Na_2O		0,65	N.E.

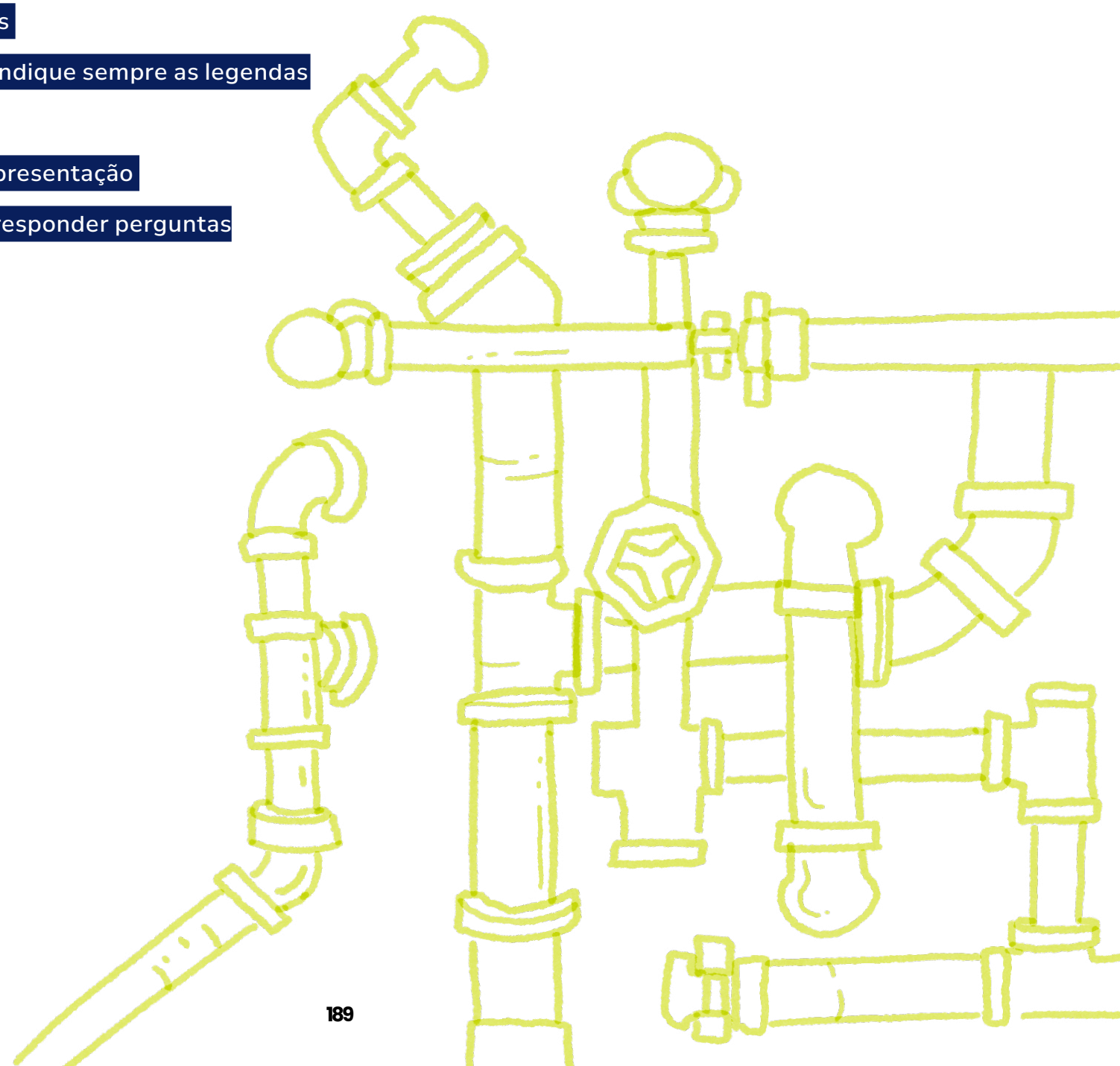


Algumas cores são visíveis no monitor do computador e não são boas para a projeção. Assim, deve-se ter cuidado ao escolher tanto a cor de fundo do slide quanto a cor das letras. É necessário que haja um bom contraste entre elas. Em geral, usa-se fonte branca quando se adota um fundo de slide escuro e fonte preta quando se adota um fundo de slide claro.

Dicas

Para a apresentação:

- Faça sua apresentação no tempo especificado
- Fale devagar
- Seja firme e positivo
- Fale com motivação
- Treine primeiro sozinho e depois com os outros
- Aponte para os slides para orientar o público
- Não leia o texto dos slides
- Nos slides com gráficos, indique sempre as legendas
- Não distraia a plateia
- Dê um desfecho para a apresentação
- Reserve um tempo para responder perguntas



CONHEÇA AS ORGANIZADORAS DA COLETÂNEA

Andrelisa Santos de Jesus é filha de Luiza e Paulo, Mãe do Hugo. Nasceu e cresceu na roça em contato com a natureza, despertando curiosidade sobre as relações espaciais e processos ambientais. Formou-se em Geografia, fez mestrado em Geografia e doutorado em Geotecnia. Desde 2011 é professora efetiva do Instituto de Estudos Socioambientais da UFG, atuando com análise da paisagem e solos tropicais em perspectiva multidisciplinar. Tem se dedicado à extensão universitária empenhando-se em adaptar a linguagem científica para fins de divulgação científica, educação ambiental e educação em solos. Desenvolve trabalhos com literatura e arte tendo o solo como protagonista e como matéria. Convicta do potencial transformador e emancipador da educação acredita na importância de que, cada vez mais, mulheres cheguem ao ensino superior, em todas as áreas do conhecimento, e que estando nos espaços acadêmicos encontrem condições igualitárias para o desenvolvimento de suas carreiras.

Márcia Maria dos Anjos Mascarenha é uma mulher negra, piauiense, filha de Antônio e Maria. É Engenheira Civil pela Universidade Federal do Piauí, mestre e doutora em Geotecnia pela Universidade de Brasília. Atualmente é professora titular da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, exercendo atividades de ensino, pesquisa e extensão no curso de Engenharia Ambiental e no Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Cons-

trução Civil (PPGGECON). Atua principalmente nos seguintes temas: Reutilização de Resíduos, Solos tropicais não saturados, Erosões e Ensaios de laboratório. Tem atuado na Política Pública de Popularização da Ciência por meio de organização de livros e cartilhas e coordenado projetos sobre Equidade de Gênero e Raça.

Katia Kopp é bióloga, formada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Maria, com mestrado em Zoologia de Vertebrados pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás. É professora da Universidade Federal de Goiás, onde atua no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e colabora na formação de professores indígenas no curso de Educação Intercultural. Sua pesquisa envolve gestão ambiental, ecologia, educação ambiental, monitoramento ambiental, conservação da biodiversidade e etnobiologia. Também se interessa por fotografia científica e pelo uso de imagens para aproximar as pessoas da biodiversidade do Cerrado. Atua na promoção da equidade de gênero em ciência e engenharia por meio de atividades de ensino e extensão, com foco na inserção, permanência e formação de meninas e mulheres nessas áreas. É mãe da Luiza, que a inspira a olhar o mundo com curiosidade e cuidado.

Sylvia Regina Mesquita Almeida é engenheira civil, graduada (1986) na Universidade Federal de Goiás, com especialização na área de Estruturas (1987) na mesma universidade, mestrado (1990) e doutorado (2001) em Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e pós-doutorado na University of Illinois (2007) e no Georgia Institute of Technology (2017), ambos nos EUA. Em dezembro de 2022 aposentou-se como docente titular da Universidade Federal de Goiás, após quase 38 anos de carreira, dos quais quase 28 anos como docente na Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Em sua carreira trabalhou como engenheira projetista de estruturas e, já docente, participou de diversos projetos de pesquisa na área de Estruturas e, desde 2007, de projetos de extensão visando o incentivo à área de engenharia entre estudantes de ensino fundamental e médio, sempre tendo em vista a equidade de oportunidades. Atualmente atua como membro da comunidade externa em atividades ligadas à projetos de extensão da UFG.

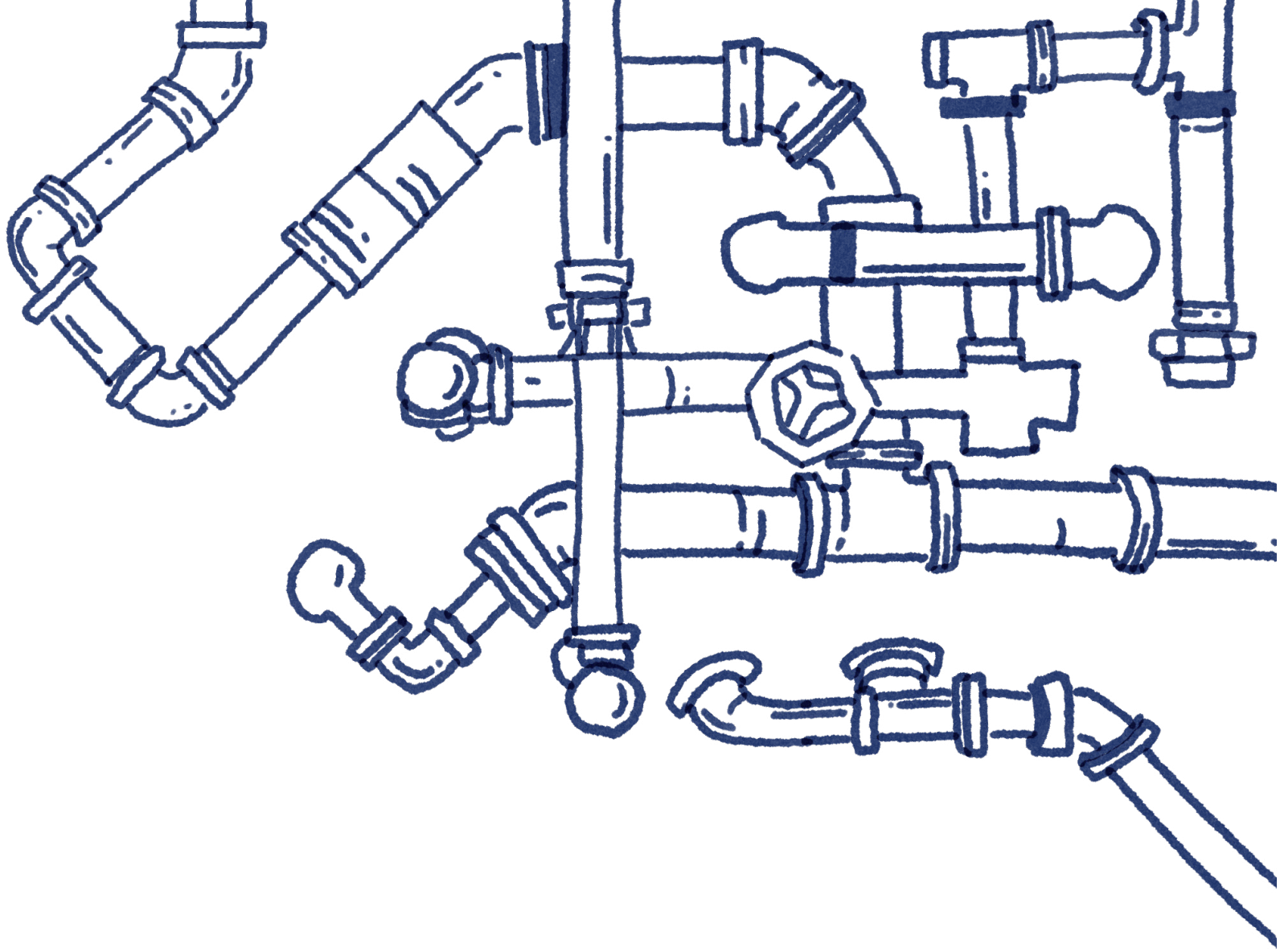
Karla Emmanuela Ribeiro Hora é uma mulher cis, mãe da Duda e da Ana Luiza. Formada em Arquitetura e Urbanismo pela antiga Universidade Católica de Goiás (2000), Mestre em Geografia pelo IESA/UFG (2003) e Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pelo MAD/UFPR (2009). É docente na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da UFG desde 2009. Atua nos Programas de Pós Graduação em Ciências Ambientais (CIAMB) e Projeto e Cidade (PROCIDADES). Suas pesquisas se relacionam com o planejamento urbano ambiental; habitação rural; cidades e mulheres; tecnologias sociais em saneamento rural e gênero; racismo ambiental e cidades. É bolsista Produtividade nível C (Fapeg/CNPq). Atua em parceria com movimentos e organizações sociais para a construção de um mundo melhor com foco nas pessoas com maior vulnerabilidade socioambiental.

CONHEÇA A EQUIPE DO PROJETO GRÁFICO

Lucas Carilli Brito Ferreira é arquiteto e urbanista, formado pela UFG. Atualmente, é mestrando do Programa Projeto e Cidade, na FAV/UFG. Pesquisador e curioso, percorre por temas como a teoria e a história do ensino de arquitetura e urbanismo; e a produção de designs editoriais que comuniquem com a identidade brasileira. Fundador do Estúdio Cuca, coletivo de profissionais que imaginam, em conjunto, novos caminhos para o design gráfico e a arquitetura no Brasil.

Ana Clara Guerreiro Cavalcante é arquiteta e urbanista, formada pela UFG. Leitora, consumidora e 'produzidora' de livros. Atuante na área do patrimônio histórico, artístico e cultural com foco nas cidades contemporâneas e na busca de suas memórias

Yasmin Cavalcante da Silva é estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária na UFG. Além da graduação, dedica-se à pintura a óleo e a aquarela, buscando sempre levar o olhar criativo da arte para o seu universo acadêmico.



LISTA DE AUTORES

Andrelisa Santos de Jesus, Geógrafa, DSc, Professora do Instituto de Estudos Socio-ambientais e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Conhecendo os Solos”.

Andrielli Morais de Oliveira, Engenheira Civil, DSc. Professora da Escola de Engenharia Civil e Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Estruturas, Geotecnia e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Concreto como material de Construção Civil”.

Débora Pereira da Silva, Engenheira Civil, DSc. Docente dos cursos de Engenharia Civil, Ambiental e Sanitária e Transporte do Instituto Federal Goiano Campus Goiânia. Autoria: Capítulo “Propriedades da Água e Aplicações Práticas”.

Estéfane da Silva Lopes, Engenheira Civil e Agrimensora, MSc. Professora no Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas. Autoria: Capítulo “Conforto Ambiental – Descobrindo Conceitos e Aprendendo sobre Arquitetura Adaptada ao Clima”.

Hugo José Ribeiro, Tecnólogo em Geoprocessamento, DSc. Professor Adjunto da

Universidade Federal de Goiás no departamento de Gestão e Geomática da Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Autoria: Capítulo "Propriedades da Água e Aplicações Práticas".

Isabela Cristina Mesquita Machado, Engenheira Civil, MSc. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (PPG-GECON) da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo "Conhecendo os Solos".

Jorge Luiz Monteiro Rodrigues, Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo "Concreto como material de Construção Civil".

Juliana Dorn Nóbrega, Engenheira Civil, DSc. Professora Doutora da Escola Politécnica, da Universidade de São Paulo (EPUSP). Autoria: Capítulo "Propriedades da Água e Aplicações Práticas".

Karolayne Peres de Melo, Engenheira Civil, MSc. Doutoranda no no Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (PPG-GECON) e técnica de laboratório da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulos "Conhecendo os Solos" e "Ensaio de Penetração no Laboratório de Asfalto".

Katia Alcione Kopp, Bióloga, DSc. Professora associada do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás e professora colaboradora do curso de Educação Intercultural de Formação Superior de Professores Indígenas na mesma instituição. Autoria: Capítulo "Roteiro Didático para os Experimentos da Área de Saneamento Ambiental".

Karla Emmanuela Ribeiro Hora, Arquiteta e Urbanista, DSc. Professora associado na Escola de Engenharia Civil e Ambiental, da Universidade Federal de Goiás (EECA/UFG) e docente nos Programas de Pós-graduação Projeto e Cidade (PROCIDADES/FAV/UFG) e Ciências Ambientais (PPGCIAMB/UFG). Autoria: Capítulo "Conforto Ambiental – Descobrindo Conceitos e Aprendendo sobre Arquitetura Adaptada ao Clima".

Laís Roberta Galdino de Oliveira, Engenheira Agrícola e Ambiental, DSc. Professora Adjunta da Universidade Federal de Goiás, atuando nos cursos de graduação de Engenharia Civil e de Engenharia Ambiental e Sanitária, e no Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil. Autoria: Capítulo "Da Estrutura à Normalização: Como Elaborar Relatórios Técnico-Científicos Conforme a ABNT NBR 10719/2025".

Leandro Porto Marques, Gestor Ambiental, MSc. Doutorando em Ciências Ambientais na Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo "Conforto Ambiental – Descobrindo Conceitos e Aprendendo sobre Arquitetura Adaptada ao Clima".

Lilian Ribeiro de Rezende, Engenheira Civil, DSc. Professora Titular na Escola de Engenharia Civil e Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (PPG-GECON) da Universidade

Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Ensaio de Penetração no Laboratório de Asfalto”.

Lorena da Silva Alves, Engenheira Ambiental. Mestranda em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília. Autoria: Capítulo “Comportamento das Estruturas de Engenharia Civil”.

Márcia Maria dos Anjos Mascarenha, Engenheira Civil, DSc. Professora Titular na Escola de Engenharia Civil e Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (PPG-GECON) da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Conhecendo os Solos”.

Nayara Pereira Rezende de Souza, Bióloga, DSc. Técnica de laboratório na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Roteiro Didático para os Experimentos da Área de Saneamento Ambiental”.

Raquel França Oliveira, Arquiteta e Urbanista. Autoria: Capítulo “Conforto Ambiental – Descobrindo Conceitos e Aprendendo sobre Arquitetura Adaptada ao Clima”.

Renata Machado Soares, Engenheira Civil, DSc. Professora Associada na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Planilhas Eletrônicas”.

Renata Medici Frayne Cuba, Química, DSc. Docente na graduação no curso Engenharia Ambiental e Sanitária e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitaria (PPGEAS) da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Roteiro Didático para os Experimentos da Área de Saneamento Ambiental”.

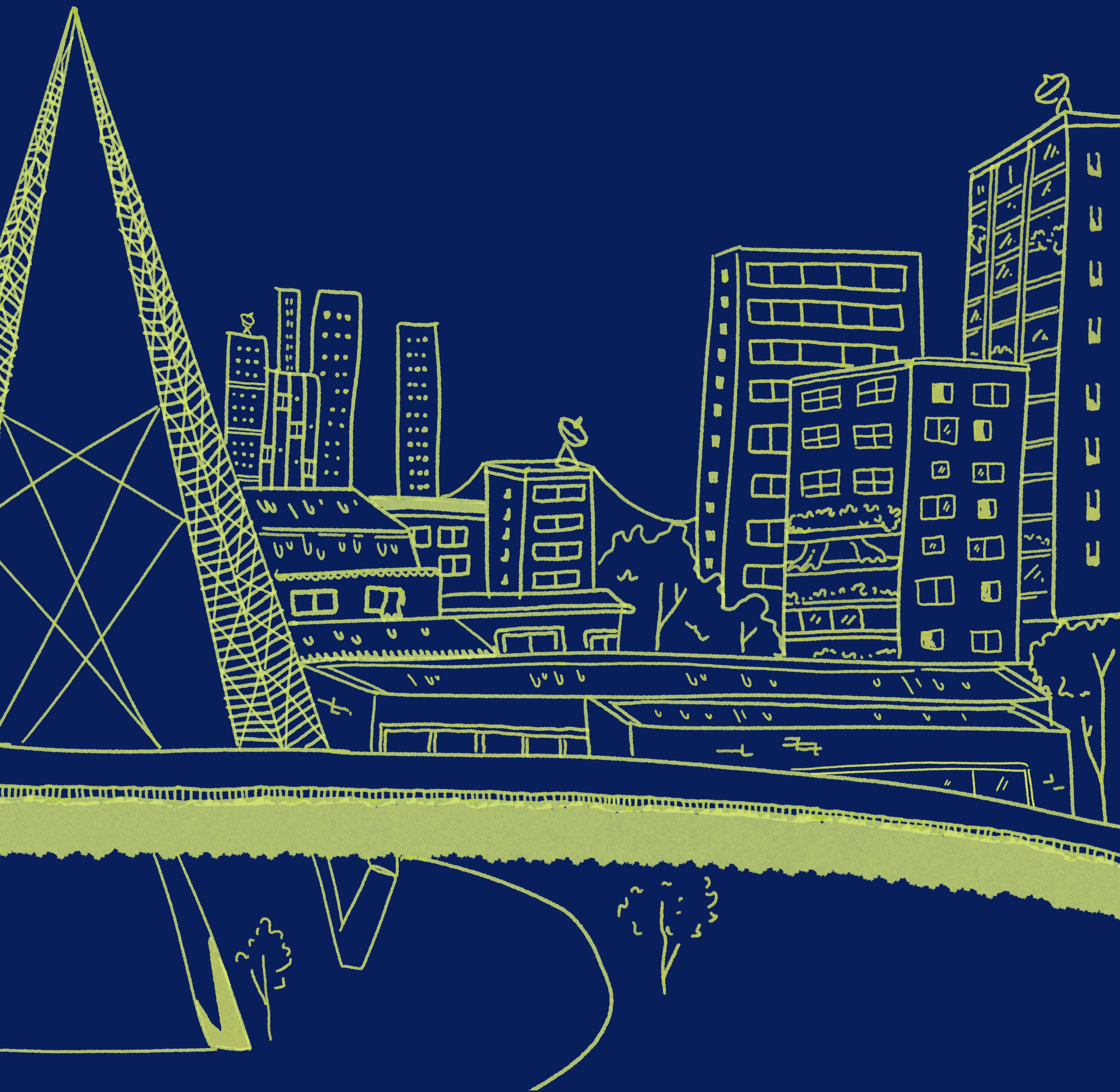
Roberta Paula Medeiros Silva, Engenheira Civil, MSc. Doutoranda e Mestre em mecânica das estruturas pelo Programa de Pós Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil - PPG-GECON, na Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Concreto como material de Construção Civil”.

Sylvia Regina Mesquita de Almeida, Engenheira Civil, DSc. Professora titular da Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Engenharias Civil e Ambiental”, “Comportamento das Estruturas de Engenharia Civil”, “Planilhas Eletrônicas” e “Apresentações Orais”.

Tomás da Rosa Simões, Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Técnico de laboratório na Universidade Federal de Goiás. Autoria: Capítulo “Propriedades da Água e Aplicações Práticas”.

Vinícius Carrião dos Santos, Arquiteto e Urbanista, MSc. Professor da área de construção civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Autoria: Capítulo “Conforto Ambiental – Descobrindo Conceitos e Aprendendo sobre Arquitetura Adaptada ao Clima”.





O livro Conversas entre Meninas e Engenheiras nos Laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental é, acima de tudo, uma declaração de amor à nossa Unidade Acadêmica, a EECA. Ele permite aos(às) leitores(as) adentrar e enveredar por alguns de nossos laboratórios, familiarizando-se com diversas práticas comuns aos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária. Essas visitas são guiadas pela personagem Rita, uma jovem engenheira civil, acompanhada do Bem-te-vi, personagem que relembra os pássaros avistados na EECA.

Este livro perpassa o projeto Futuras Cientistas (2022–2023), revisita a publicação Enveredando pelos Laboratórios da Escola de Engenharia Civil e Ambiental, acumula a experiência do projeto Conversa entre Meninas e Engenheiras (2019–2020) e se reestrutura no projeto Conversa entre Meninas e Engenheiras: Construindo Redes (2024–2027).

Esses projetos foram concebidos com o intuito de apresentar a área da Engenharia a meninas do ensino fundamental e médio, despertando nelas sonhos e oferecendo possibilidades de inclusão.

Os textos foram escritos por diversas mãos: servidores(as) e discentes de diferentes formações acadêmicas, que embarcaram nesta bonita ação para revelar a força das mulheres e sua presença nas engenharias e na ciência.



Este livro compõe a coletânea Conversas entre Meninas e Engenheiras: Propostas Metodológicas para a Construção de Saberes na Engenharia com o Ensino Fundamental e Médio, que conta com o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº 440461/2024-3) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG/GO) (Processo nº 202410267000989).

