R e RStudio para Iniciantes

Material de Apoio para Cursos Quantitativos do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ)

GPEQ/UFRJ

2024-04-11

Índice

Prefácio

O que você vai aprender

Pretendemos que você domine o *mínimo* necessário de programação em R para executar as tarefas que podem ser requisitadas pelo seu professor, independentemente do curso da área quantitativa em que estiver. Em outras palavras, se te pedirem algo que deva ser elaborado com auxílio de programação em R, você será capaz de fazê-lo após ler este material[1].

Na prática, o quê significa *dominar o mínimo necessário de programação em R?* Inclui entender alguns *conceitos* básicos – para quê serve a programação em nosso contexto, o que é a linguagem de programação R, o que é o RStudio, entre outros – assim como a *sintaxe* da linguagem – ou seja, o ato de escrever um código interpretável propriamente dito.

O que você não vai aprender

Não estamos em um curso de Ciência da Computação: você não irá aprender terminologias difíceis e/ou como a programação, de modo geral, funciona nos *detalhes*. Em outras palavras, vamos nos concentrar apenas em entender o necessário para construir e executar *códigos* em R (não se preocupe, ainda explicaremos o que é um *código em R*) a partir das tarefas que seu professor poderá pedir.

Além disso, o material não te dará proficiência em R. O que queremos dizer com isso? Bom, queremos dizer que você não será uma pessoa que dominará o R de forma *avançada*. Novamente: aqui, te ensinaremos apenas o necessário para que consiga concluir os cursos da área quantitativa. Mas, se você realmente quiser alcançar níveis mais altos, alguns livros podem te ajudar:

- R for Data Science (2ª edição)
- Ciência de Dados em R
- Data Science for Psychologists
- An Introduction to R for Research

[1] Esperamos que os empecilhos que apareçam não sejam por conta de alguma dificuldade no ato de programar em si, mas por dúvidas com relação à matéria propriamente dita. De qualquer forma, fique tranquilo: se você não entendeu alguma parte do material, estaremos **sempre** abertos a te ajudar!

Preciso saber alguma coisa de forma antecipada?

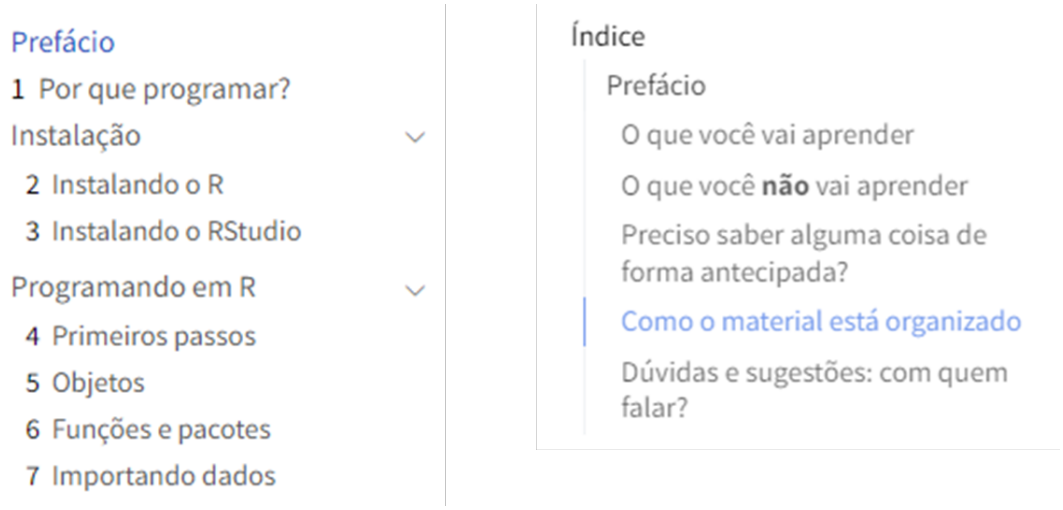
Não. Você não precisa saber absolutamente *nada* de programação em R – não precisa nem mesmo saber o que o termo *programação* significa. O intuito do material é justamente te introduzir aos conceitos mais básicos!

A única coisa que você precisará será de acesso à um computador com internet. Utilizar um computador é necessário pois é nele onde ocorre o ato de programar; ter internet é importante porquê, ao longo dos captíulos, precisaremos que você realize o *download* de certos arquivos – seja para instalar o R e o RStudio ou para *importar* algum arquivo diretamente para este último (não se preocupe, ainda explicaremos o que *importação* de um arquivo significa).

Como o material está organizado

O material está organizado em sete capítulos: o primeiro, que te mostra a motivação para programar, além de outros seis que buscam, em primeiro lugar, te guiar na instalação do R e RStudio e, na sequência, ensinar comandos e conceitos básicos que serão necessários ao longo dos cursos. Com intuito de facilitar o aprendizado, cada capítulo foi repartido em um certo número de seções (e subseções, quando necessário).

A lista de capítulos pode ser observada no menu à *esquerda*. Por sua vez, a lista de seções do capítulo em que você estiver pode ser observada no menu à *direita*. Perceba que, para ser direcionado a um determinado capítulo/seção, basta clicar em seu nome.



"Caramba, queria tanto acessar uma parte específica do material que não lembro muito bem onde está... E agora?" Sem problemas: você pode pesquisar partes do texto ou palavras-chave no campo em branco logo acima do Prefácio!

Dúvidas e sugestões: com quem falar?

"Ué, no meu computador não aparece isso!"
"Caramba, achei aquele trechinho ali meio confuso... podia melhorar..."
"Nossa, que material show!"

Surgiu alguma dúvida ou então quer dar alguma sugestão de melhoria? Estamos totalmente abertos à qualquer tipo de crítica! Envie uma mensagem para pedro.hemsley@ie.ufrj.br.

1 Por que programar?

De forma simplificada, é possível definir o ato de programar como a passagem de determinados comandos para o computador, com a finalidade de que ele execute determinada tarefa. Se você deseja algo que pode ser feito de forma mais eficiente por uma máquina, provavelmente escreverá um código que seja interpretável por esta, de modo que seu desejo se concretize.

A capacidade de programar tornou-se uma habilidade essencial, especialmente para aqueles que desejam explorar o mundo da estatística e da matemática aplicados à determinada ciência social. Por exemplo, no contexto de interseção entre economia e matemática – principalmente na elaboração e solução de modelos teóricos – e entre economia e estatística – testando hipóteses e realizando previsões – a programação se coloca como uma ferramenta muito útil para economizar tempo de cálculo e garantir que, caso necessário, o mesmo processo seja concluído múltiplas vezes sem erros. Em outras palavras, a programação aplicada à determinada ciência social, como a economia, traz duas principais vantagens, exploradas melhoras a seguir.

1.1 Redução no tempo de cálculo

A primeira vantagem é a redução no tempo de cálculo de certos procedimentos que, se feitos de forma manual, levariam vários minutos, horas ou até mesmo dias. Vamos deixar mais claro com um exemplo.

No ensino fundamental, você aprendeu a resolver um sistema de equações simultâneas com 2 variáveis e 2 equações, muito provavelmente pelo método de substituição. Não levava muito tempo, certo? Acontece que, na cadeira de Álgebra Linear, você aprenderá como solucionar sistemas de n equações e n variáveis. Normalmente, quanto maior n, maior será a dificuldade de encontrar a solução do sistema. Ainda que existam *algoritmos* que permitam encontrar a solução de forma mais rápida, certo tempo será perdido se você os replicar de forma *manual*.

Com auxílio da programação, no entanto, é possível implementar estes mesmos algoritmos para obter o resultado de forma quase que *instantânea. O tempo que você levaria fazendo o procedimento manual praticamente se reduz a zero – ou fica mínimo, em relação ao incial.* Observe que você ainda deve focar em saber como o algoritmo funciona, do contrário não será capaz de julgar se o que a máquina fez é realmente aquilo que você desejava.

1.2 Automação de processos

Na seção anterior, repare que estavamos discorrendo implicitamente sobre cálculos de ocorrência única – ou seja, realizamos o cálculo uma vez e não teríamos mais interesse de fazê-lo novamente em um futuro próximo. No entanto, outro benefício prático do ato de programar é a automação de tarefas repetitivas. Com a programação, é possível escrever e salvar *scripts* que automatizam tarefas tediosas de manipulação e análise de dados, permitindo que os pesquisadores se concentrem em questões analíticas de maior relevância.

Por exemplo, imagine que alguém te peça para calcular a média de certos valores que mudam de dia para dia. Você pode facilmente elaborar um *scipt* que, a partir de determinados números (sem especificar quais são), calcule sua média. Uma vez escrito e salvo, você pode passar a executá-lo sempre que quiser – no exemplo, todos os dias.

1.3 Vamos programar!

Em suma, aprender a programar oferece uma série de vantagens tangíveis para quem trabalha com estatística e matemática. Ela tornar o trabalho mais eficiente e produtivo, permitindo que os profissionais explorem dados de maneiras antes inimagináveis e desenvolvam soluções personalizadas para os desafios enfrentados em suas áreas de atuação.

No restante do material, aprenderemos a programar utilizando a *linguagem de programação R.* Em outras palavras, aprenderemos sua *sintaxe*, isto é, a forma de escrever comandos corretamente para que a máquina seja capaz de interpretar e executar o que queremos como resultado.

Parte I

Instalação

Nessa parte, você irá aprender como baixar e instalar o R e o RStudio, além da composição de *layout* de ambos. Construímos cada seção de instalação como um guia do tipo *passo a passo*, de maneira que você precisa apenas seguí-los de forma direta. Neste capítulo, é importante que você já comece a explorar um pouco a interface dos ambientes de programação que te mostraremos.

2 Instalando o R

Nesse capítulo, iremos aprender como baixar e instalar o R para Windows[1]! Optamos por dividir o passo a passo em 7 etapas – mas fique tranquilo, não são passos grandes, apenas fizemos dessa forma para que o conteúdo fique bem *mastigado*, fácil de entender.

Alguns conceitos iniciais (Opcional)

Antes de começar, vamos entender alguns conceitos. A ideia aqui é te ensinar o que significam algumas nomenclaturas e siglas que aparecem ao longo do processo de instalação, em especial *R Foundation* e *CRAN*. Essa parte é totalmente *opcional* e você pode pular direto para o passo a passo caso esteja sem tempo – ou até mesmo interesse.

- **R Foundation**: é uma empresa sem fins lucrativos, criada pelos principais desenvolvedores da linguagem. Quais são seus objetivos? Basicamente três: (i) administrar os direitos autorais da linguagem – e, por consequência, manter seu uso como livre; (ii) apoiar o desenvolvimento do R como um todo, isto é, fornecer informações e criar novos usos básicos, elaborar conferências, guias, entre outros; (iii) servir como ponto focal para todos os usuários da linguagem que desejem interagir com a comunidade de desenvolvedores. De forma resumida, a R Foundation é como se fosse a instituição provedora do básico da linguagem, que busca sempre atualizar e mantê-lo de pé. Se você instala o R e, logo em seguida, percebe que alguma de suas atribuições não está em perfeito funcionamento, provavelmente terá que comunicar à essas pessoas. Grosso modo, exerce um papel próximo ao da Microsoft com o Excel, por exemplo. Uma observação (importante): como o R é um software livre, qualquer pessoa pode desenvolver novas funções ou recursos a partir da linguagem. Por esse motivo, para recursos que estejam além da *base do R*, você deve recorrer à quem os criou! Por exemplo, com relação ao RStudio (que conheceremos mais à frente), devemos nos reportar à empresa Posit, sua desenvolvedora. Na prática, raramente (para não dizer nunca) iremos reportar alguma coisa à R Foundation, mas sim aos desenvolvedores daquele pacote/extensão específico (fique tranquilo, explicaremos mais à frente o conceito de *pacote* para a linguagem).

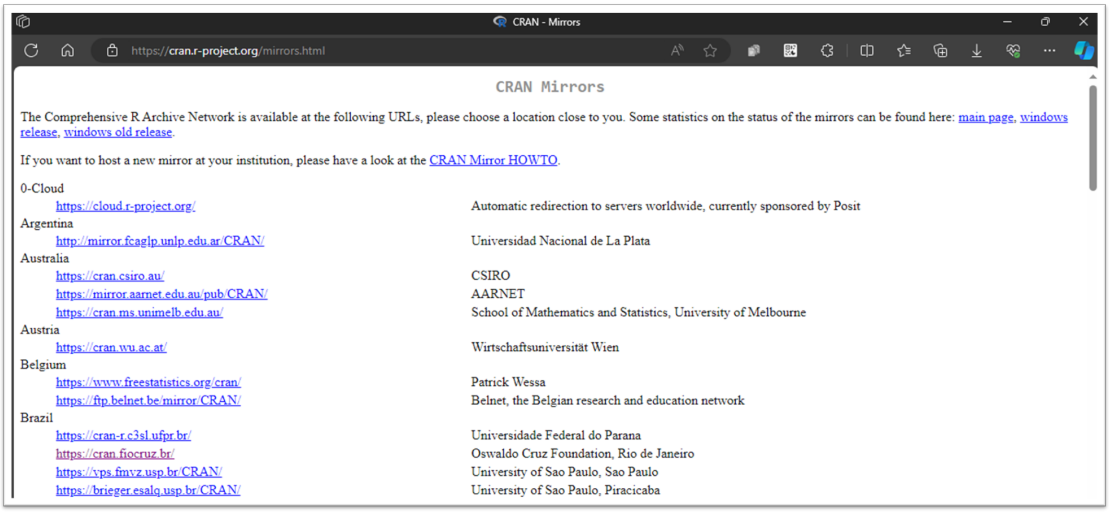
[1] Você pode realizar procedimento equivalente para sistemas operacionais Linux, apenas alterando a opção de *download* quando necessário – isto é, selecionando as opções em que esteja escrito 'Linux', ao invés de 'Windows'.

- **CRAN** (Comprehensive R Archive Network): segundo o própio, é "*uma coleção de sites que carrega material idêntico, consistindo nas distribuições do R, extensões contriubídas, documentação e arquivos binários de R*". *'Meu Deus, o que isso significa?'* Simples: apenas uma coleção de endereços da internet em que podemos baixar a versão mais recente do R, assim como pacotes. Quem mantém o CRAN? Instituições voluntárias; em seus sites, a parte onde é possível baixar arquivos relacionados ao R é chamada de *mirror*. E com quais recursos o CRAN se mantém? Com os da própria instituição participante (principalmente em termos de colaboradores) e, também, da R Foundation!

Essa história toda para dizer: **o arquivo básico que iremos baixar para instalar o R será obtido através de algum *mirror* do CRAN, isto é, a parte do site de alguma instituição voluntária em colaboração com a R Foundation.**

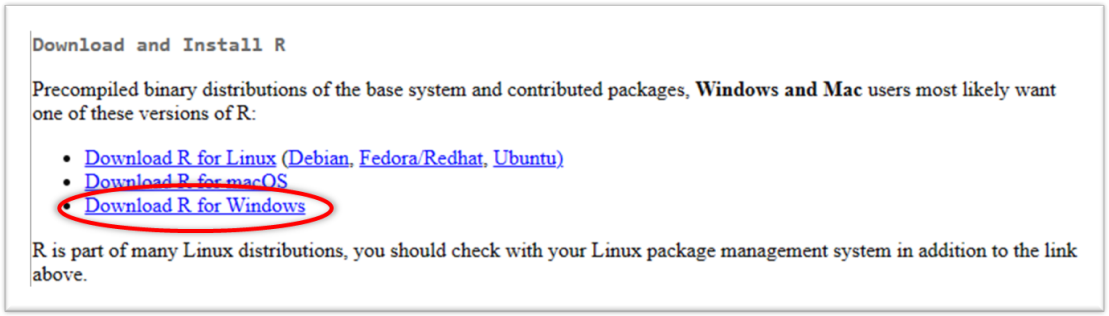
2.1 Sete passos

1. O primeiro passo consiste em escolher um repositório (*mirror)* para baixar o R. No endereço https://cran.r-project.org/mirrors.html encontramos todas as opções disponíveis, por país e em ordem alfabética. No seu computador, deverá aparecer a seguinte tela:

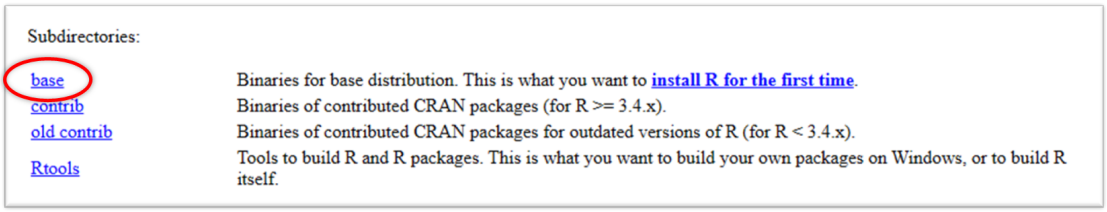


2. Por questões de rapidez/latência, o ideal é escolher o repositório mais próximo de você. Considerando que todos estejam no Rio de Janeiro, vamos então utilizar o *mirror* da Fiocruz.

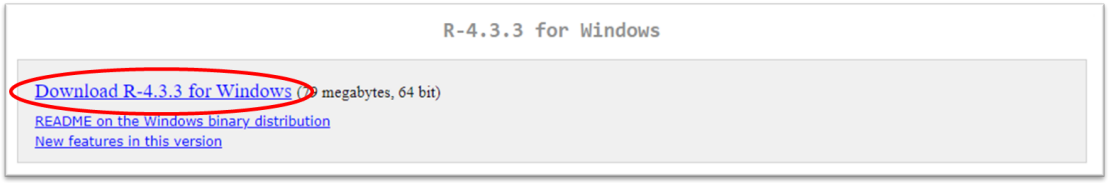
3. Como essa apostila foca na instalação para sistemas operacionais do tipo Windows, vamos clicar então em *Download R for Windows*, na parte superior da página.



4. Na página seguinte, clique em 'base'. Grosso modo, como o nome já indica, iremos baixar os aquivos *base* do R – ou seja, o mínimo necessário que você precisará para poder executar algum código.



5. Na nova página, clique em '*Download R x.x.x for Windows*', sendo 'x.x.x' o número da versão que será baixada. No momento da elaboração deste tutorial, a versão mais recente do R é a 4.3.3.



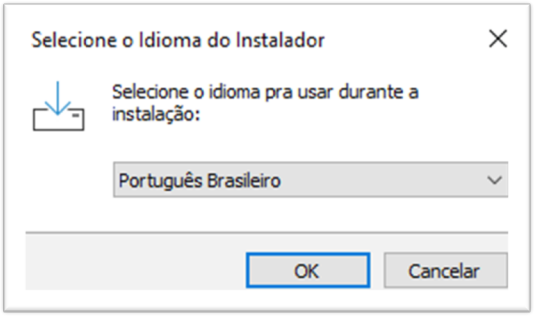
Se você tiver algum problema com o *download*, tente escolher outro servidor no passo 2 – por exemplo, um dos servidores da Universidade de São Paulo.

6. Você receberá um aviso, que varia conforme o navegador em uso, de que o arquivo está sendo baixado. Abaixo, um exemplo no Microsoft Edge:

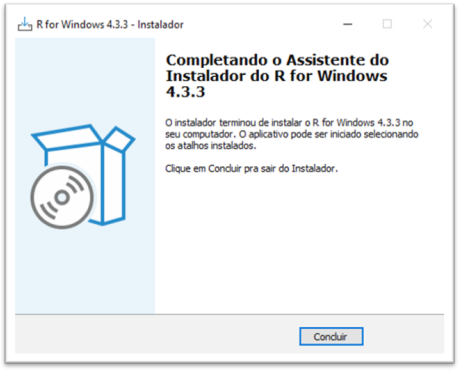
   No Windows, o arquivo será armazenado na pasta 'Downloads' do seu computador (ou na pasta que você previamente configurou como destino para os arquivos baixados).

7. Feito o download, clique duas vezes no arquivo baixado e siga as instruções para instalação. Na prática, basta clicar em 'Avançar' até o fim.

início da instalação

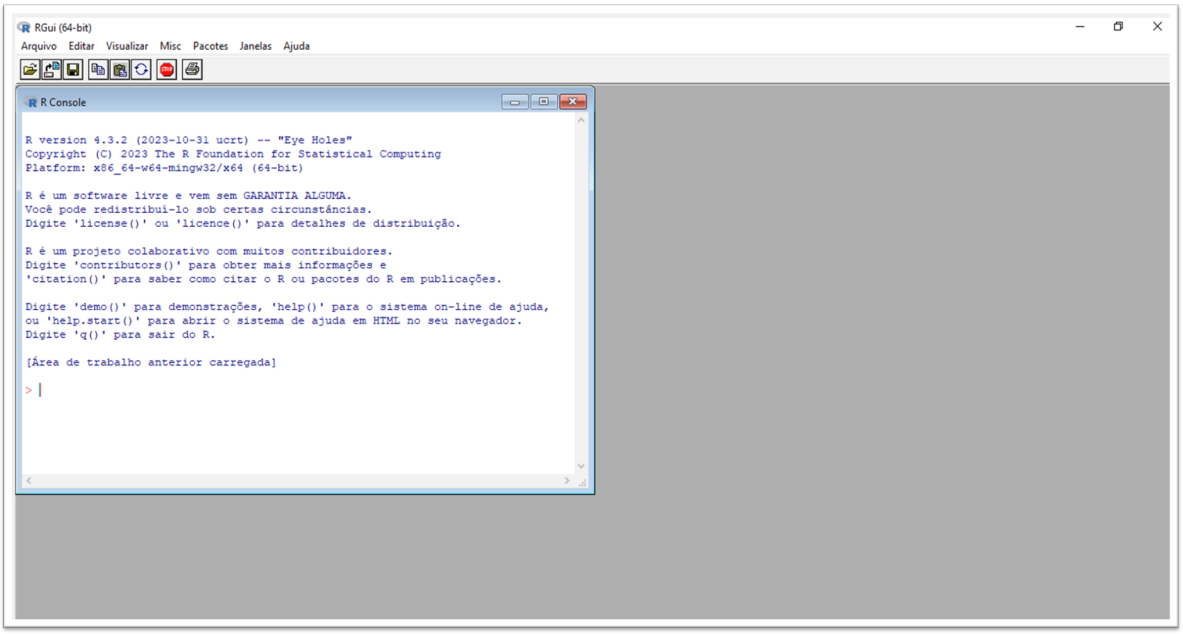


final da instalação



Após o final da instalação, você deverá ser capaz de encontrar e abrir no seu computador o **R Graphical User Interface** ou, como popularmente é conhecido, **RGui**. Ele estará na pasta em que você destinou para instalação; no Windows, algo próximo de:

`C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\R`



2.2 Conhecendo o RGui

De forma geral, um GUI permite com que o usuário utilize a linguagem de forma interativa através de botões e dispositivos visuais. Observe que, na parte superior, temos oito botões principais, representados por pequenas imagens.

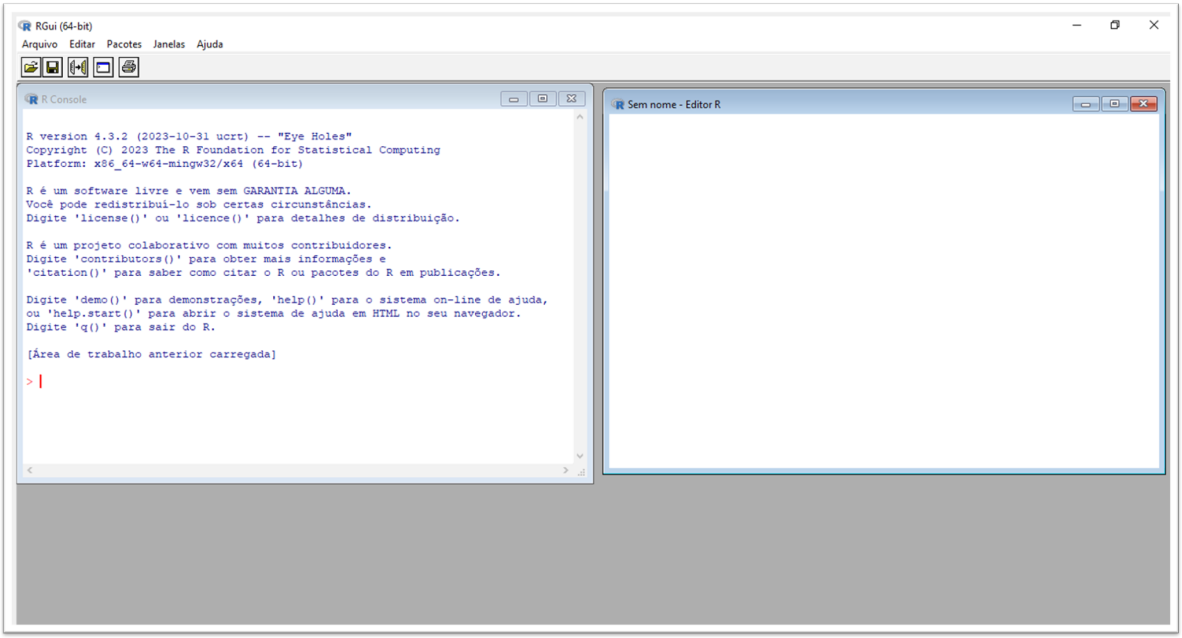
Cada botão executa uma tarefa específica. Os três primeiros, da esquerda para direita, são os mais relevantes:

- 'Abrir script': permite com que você carregue, no Editor de Código, um arquivo que contém linhas de código (script). Arquivos desse tipo, cuja extensão é `.R`, serão os mais importantes da linguagem.
- 'Carregar área de trabalho': *importa* objetos que foram salvos anteriormente em um arquivo do tipo `.RData`.

- 'Salvar área de trabalho': salva objetos criados em um arquivo do tipo `.RData`.

Os botões restantes, em ordem, executam as seguintes tarefas: 'Copiar', 'Colar', 'Copiar e colar', 'Parar computação atual' e 'Imprimir'. Nesse momento, não se preocupe em saber o que significa *importar* ou o que é um arquivo do tipo *.RData*.

Por outro lado, vamos procurar entender melhor o que são o **Console** e o **Editor de Código**. O primeiro corresponde à janela de nome *R Console,* no canto esquerdo da sua tela. Este último, por sua vez, não abre instantâneamente no momento em que você acessa o RGui, mas podemos abrí-lo manualmente através de 'Arquivo' > 'Novo script' – ou, então, carregando um script já existente através do botão 'Abrir script', que vimos anteriormente. Posicionando o Editor de Código ao lado do Console, teremos a seguinte imagem:



Por quê esses espaços terão relevância para nós?

- O Editor de Código é o local em que você escreve os comandos que deseja executar no R, além de comentários que busquem registrar o porquê de você ter escrito determinada parte do seu código. Na prática, um *comentário* é uma linha que não será interpretada – e consequentemente executada – como parte da linguagem. Para registrar um comentário, basta escrever o símbolo '#' antes do que você deseja escrever naquela linha[2]. Um ponto importante: o Editor permite com que salvemos o script que criamos em um arquivo do tipo `.R`. Lembre-se: esse é o principal tipo de arquivo da linguagem.

[2]Note que, se o seu comentário for longo demais, de tal forma que você queira quebrá-lo em duas ou mais linhas, será necessário novamente escrever '#' na próxima linha

- O Console, por sua vez, é o local em que a parte interpretável de código em R (ou seja, tudo exceto comentários) será *efetivamente* executada e os respectivos resultados serão mostrados. É aqui que a mágica efetivamente ocorre! Você também pode executar partes do seu código diretamente no Console, porém os comandos não ficam salvos, são apenas temporários.

Simplificando: **o Editor é o espaço em que você realmente escreverá os códigos em R**. Ele atua como rascunho do seu script, permitindo com que você posteriormente salve o que foi escrito e, consequentemente, volte a executar o mesmo código. Já **o Console é o espaço em que o código é processado, retornando com o resultado dos comandos que você escreveu**.

Entretanto, não iremos utilizá-los através do RGui. No capítulo seguinte, instalaremos e conheceremos um pouco mais sobre outro ambiente, bem mais completo, para se programar em R. *"Meu Deus, aprendi todos esses conceitos à toa?"*, você deve estar se perguntando. Não! Muito do que aprendemos nessa seção voltará a aparecer no capítulo seguinte.

3 Instalando o RStudio

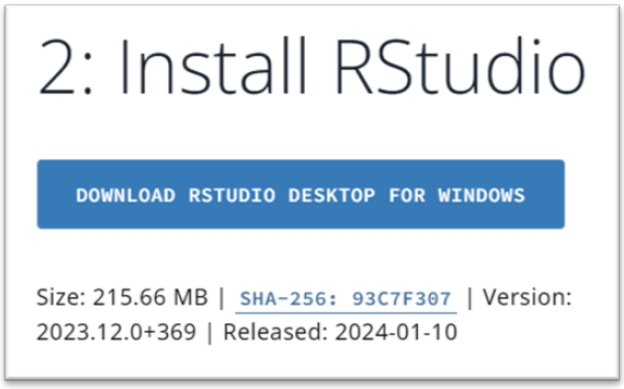
Acontece que o RGui não é tão prático de se usar. Pensando nisso, a empresa Posit criou um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Environment*, IDE) chamado **RStudio**. Em nosso contexto, tanto GUI quanto IDE são ferramentas que permitem a utilização da linguagem. A diferença é que a IDE tem atributos com a finalidade de facilitar o desenvolvimento dos códigos. Grosso modo, toda IDE é uma GUI mas o inverso não é verdadeiro (nem toda GUI é uma IDE).

Em resumo: **é muito mais fácil utilizar o R através do RStudio e, por este motivo, vamos baixá-lo na sua versão gratuita** (que já é suficiente para os cursos que serão ministrados no Instituto).

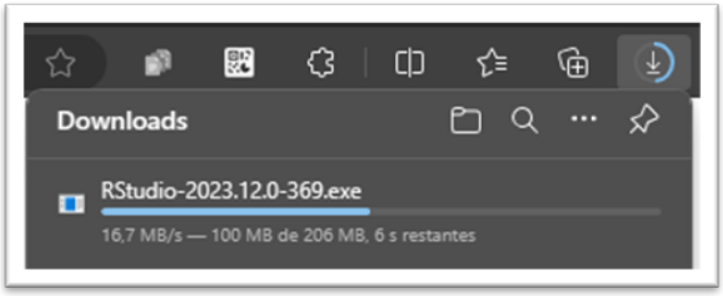
3.1 Três passos

Para instalar o RStudio no Windows, novamente iremos seguir alguns passos – nesse caso, apenas 3:

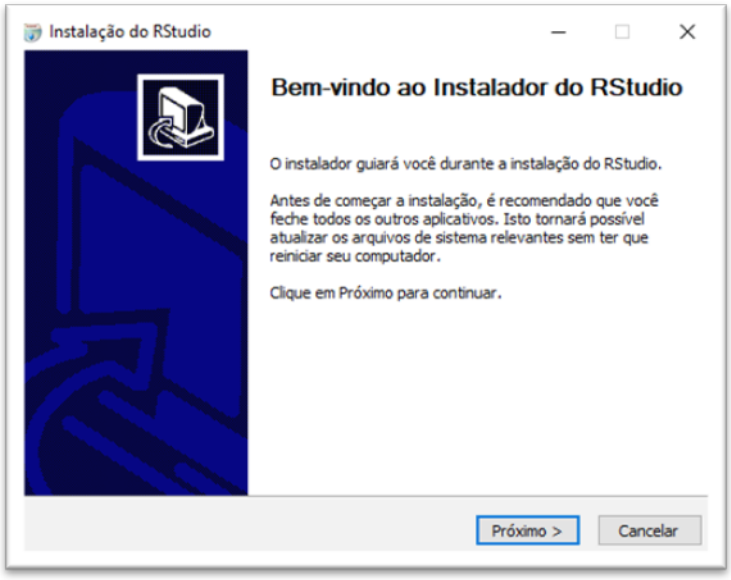
1. Acesse a página de downloads da RStudio: https://posit.co/download/rstudio-desktop/#download. Se você tiver acesso de administrador, basta clicar em *'Download RStudio Desktop for Windows'*.



2. De forma análoga ao *download* do R, você receberá um aviso de que o arquivo está sendo baixado (na sua pasta de 'Downloads' ou similar).

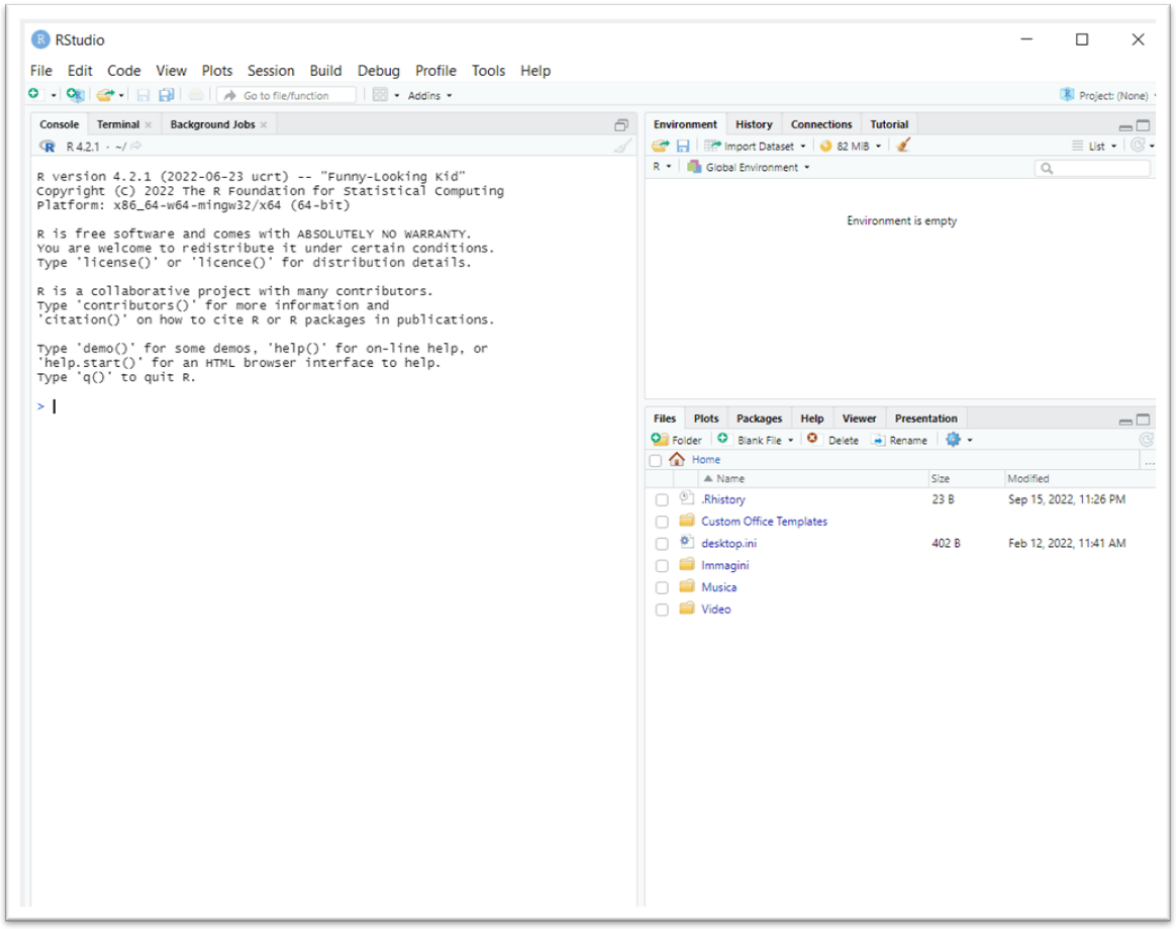


3. Clique duas vezes no arquivo que você baixou e siga as instruções recomendadas de instalação, cuja tela inicial está na imagem abaixo.



Ao final da instalação, você deverá ser capaz de abrir o RStudio no seu computador, resultando em algo similar à imagem abaixo. No Windows, provavelmente você o encontrará no caminho:

`C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu\Programs\RStudio`



Feito? Então estamos prontos para utilizar o R através do RStudio!

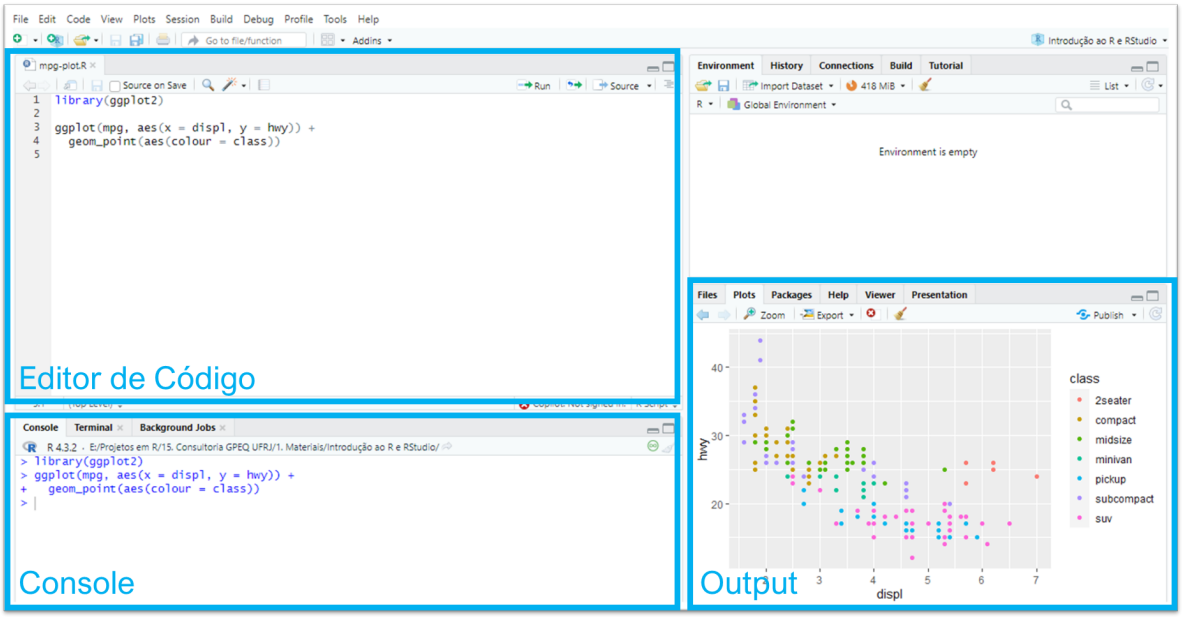
3.2 Conhecendo o RStudio

> **Nota**
>
> A seção 3.2 'Conhecendo o RStudio' é baseada na seção 2.1 'Telas' do livro *Ciência de Dados em R*, feito pelo Curso-R. De qualquer modo, eventuais erros são inteiramente de nossa responsabilidade.

O RStudio será o ambiente no qual iremos trabalhar com a linguagem. Por essa razão, é *muito* importante que você se sinta confortável com o que verá no seu computador após abrí-lo. Nessa seção, iremos compreender melhor o *layout* do RStudio, além das utilidades que ele nos proporciona ao longo do processo de escrita dos códigos.

Ao abrir o RStudio pela primeira vez (como na imagem anterior), você verá inicialmente 3 quadrantes. Um deles, preenchendo a parte esquerda da tela, já conhecemos: é o **Console**, que cumpre o mesmo papel explicado no capítulo anterior. Ao mesmo tempo, o quadrante que mais utilizaremos não aparece inicialmente: é o **Editor de Código**, outro velho conhecido que também possui a mesma atribuição anterior. Tal como no caso do RGui, o Editor não abre automaticamente pois o RStudio não é capaz de saber se o usuário tem o desejo de construir um código do zero – ou seja, criar um novo arquivo com extensão *.R* – ou apenas dar continuidade à algum em que já estava trabalhando.

No fim das contas, teremos 4 quadrantes:



> Por padrão, os quadrantes estarão dispostos na sua tela da forma como mostramos na imagem acima, mas você pode organizá-los da forma que preferir acessando a seção *Pane Layout* da opção `Global options...` no menu `Tools`.

É importante que você entenda que o Editor e o Console são os dois principais quadrantes do RStudio. Passaremos a maior parte do tempo neles. Como não custa nada, vamos relembrar suas respectivas serventias:

- **Editor de Código**: é local em que escreveremos/editaremos nossos códigos, salvando posteriormente em um arquivo do tipo `.R`. Conforme formos avançando, você acabará reparando que temos algumas melhorias em relação ao RGui:

    1. O RStudio colore algumas palavras e símbolos para *facilitar* a leitura do código. Por exemplo, tudo o que for comentário será de uma determinada cor, assim como

tudo que você escrever entre aspas – considerado texto passível de ser executado como parte de um código – será de outra.
2. Outra funcionalidade interessante do Editor no RStudio é a capacidade de você poder buscar e substituir determinadas palavras/expressões que estejam presentes no código, poupando tempo e evitando erros caso o fizessemos de forma maunal; para tal, basta clicar no símbolo da lupa logo acima da primeira linha.
3. Além disso, o RStudio possui o recurso de autocompletar partes de um código! Caso você esteja escrevendo o nome de um *objeto* que ele consiga identificar, receberá automaticamente uma sugestão para completar a escrita, bastando apertar a tecla `Tab` para aceitá-la.

- **Console**: é local em que o código é executado e recebemos as saídas. Nele, temos também o recurso de autocompletar nomes de objetos. Para *limpar* o Console, isto é, excluir o registro do que já foi executado pelo R, basta clicar no símbolo de vassoura, no canto direito superior do quadrante, ou então utilizar o atalho `Ctrl + L`.

Os demais quadrantes do lado *direito* contém painéis auxiliares. O objetivo deles é facilitar pequenas tarefas que fazem parte tanto da programação quanto da análise de dados como, por exemplo, olhar a documentação de funções, analisar os objetos criados em uma sessão do R, procurar e organizar os arquivos que compõem a nossa análise, armazenar e analisar os gráficos criados e muito mais.

No quadrante *superior*, temos

- **Environment**: painel com todos os objetos criados na sessão. Será bastante útil como referência para avaliar os objetos que criamos ou deixamos de criar com determinado comando.
- **History**: painel com um histórico dos comandos rodados.

Já no quadrante *inferior*, temos

- **Files**: mostra os arquivos no diretório de trabalho. Nele, é possível navegar entre as pastas do seu computador! Você pode, por exemplo, abrir um arquivo do tipo `.R` sem necessariamente ter que passar pela janela de busca do seu sistema operacional.
- **Plots**: painel onde os gráficos serão apresentados, caso você crie um código que os produza.
- **Packages**: apresenta todos os pacotes instalados e carregados.
- **Help**: janela onde as documentações de funções serão apresentadas.
- **Viewer**: painel onde relatórios e dashboards serão apresentados.

Além do Console e do Editor, dê atenção especial aos painéis Environment, Help e Plots, nesta ordem.

Parte II

Programando em R

Nessa parte do material, você aprenderá a programar na prática. O capítulo inicial terá como objetivo estimular que a escrita de suas primeiras linhas de código; será composto de tarefas *super* simples, mas suficientes para proporcionar uma primeira eperiência à quem nunca programou. Nos dois capítulos seguintes, te guiaremos no entendimento sobre os dois conceitos mais importantes da linguagem: *objetos* e *funções*. Segundo John Chambers, um dos desenvolvedores do R,

> *to understand computations in R, two slogans are helpful:*
>
> - *Everything that exists is an object.*
> - *Everything that happens is a function call.*

O último capítulo, por sua vez, te ensinará a como armazenar informações externas no R. É importante que você saiba esse tópico pois, em algumas matérias, seu professor lhe entregará arquivos com informações nos quais algumas tarefas deverão ser executadas com auxílio da linguagem.

4 Primeiros passos

> Partes deste capítulo são baseadas na seção 3.2 'R como calculadora' do livro *Ciência de Dados em R*, feito pelo Curso-R. De qualquer modo, eventuais erros são inteiramente de nossa responsabilidade.

Como vimos nos capítulos anteriores, o papel do **Console** no R é interpretar os nossos comandos à luz da linguagem. Ele avalia o código que o passamos e devolve a saída correspondente — se tudo der certo — ou uma mensagem de erro — se o seu código tiver algum problema. Essa operação é chamada de **avaliar**, **executar** ou **rodar** o código. Para que seu código seja executado diretamente no Console, escreva-o e, na sequência, aperte `Enter`. A outra forma de executar uma expressão é escrever o código em um *script* no **Editor**, deixar o cursor em cima da linha e usar o atalho `Ctrl + Enter`. Assim, o comando é enviado para o Console, onde é diretamente executado.

Nesse capítulo, você *rodará* suas primeiras linhas de código com intuito de realizar operações aritméticas como *adição*, *subtração*, *multiplicação* e *divisão*, além de comparações lógicas simples. O objetivo aqui não é te ensinar matemática básica, mas te preparar para a execução de linhas de código mais avançadas. É a forma mais fácil de um iniciante ganhar familiaridade e experiência prática com o R.

4.1 Operadores Aritméticos

De agora em diante, cada região sombreada de cinza representa código, ao passo que seu resultado estará exposto logo na sequência. Vamos começar com um exemplo simples:

```
1 + 1
```

```
[1] 2
```

Nesse caso, o nosso comando foi o código `1 + 1` e a saída foi o valor `2`. Como você pode reproduzir esse comando no RStudio? Inicialmente, copie o que está escrito acima ao clicar no símbolo de prancheta no canto superior direito da região sombreada. Na sequência, cole no Editor de Código e aperte `Ctrl + Enter` (ou então no Console, pressionando apenas `Enter`).

Tente agora jogar no Console a expressão: `2 * 2 - (4 + 4) / 2`. Deu zero? Pronto! Você já é capaz de pedir ao R para fazer *qualquer uma das quatro operações aritméticas básicas*. Repare que as operações e suas precedências são mantidas como na matemática, ou seja, divisão e multiplicação são calculadas antes da adição e subtração, além de os parênteses ditarem a ordem na qual serão realizadas. A seguir, apresentamos a Tabela 4.1 resumindo como fazer as principais operações no R.

Tabela 4.1: Operadores matemáticos do R

Operação	Operador	Exemplo	Resultado
Adição	+	1 + 1	2.00
Subtração	-	4 - 2	2.00
Multiplicação	*	2 * 3	6.00
Divisão	/	5 / 3	1.67
Potenciação	^	4 ^ 2	16.00
Resto da Divisão	%%	5 %% 3	2.00
Parte Inteira da Divisão	%/%	5 %/% 3	1.00

4.2 Operadores Lógicos

O R permite também testar comparações lógicas. Os valores lógicos básicos em R são `TRUE` (ou apenas `T`) e `FALSE` (ou apenas `F`). Por exemplo, podemos pedir ao R que nos diga se é verdadeiro que 5 é menor do que 3. Como a resposta é obviamente negativa, ele retornará `FALSE`, nos dizendo que a proposição que fizemos é falsa.

```
5 < 3
```

```
[1] FALSE
```

Abaixo, introduzimos a Tabela 4.2 com outros operadores lógicos da linguagem.

Tabela 4.2: Operadores lógicos do R

Operação	Operador	Exemplo	Resultado
Maior que	>	2 > 1	TRUE
Maior ou igual que	>=	2 >= 2	TRUE
Menor que	<	2 < 3	TRUE

Tabela 4.2: Operadores lógicos do R

Operação	Operador	Exemplo	Resultado
Menor ou igual que	<=	5 =< 3	FALSE
Igual à	==	4 == 4	TRUE
Diferente de	!=	5 != 3	TRUE
x **e** y	&	x <- c(1, 4, NA, 8) x[!is.na(x) & x > 5]	8
x **ou** y	|	x <- c(1, 4, NA, 8) x[!is.na(x) | x > 5]	1, 4, 8

4.3 Possíveis complicações

Se você digitar um comando incompleto, como `5 +`, e apertar `Enter`, o R mostrará um `+`, o que não tem nada a ver com a adição da matemática. Isso significa que o R está esperando você enviar **mais** algum código para completar o seu comando. Termine o seu comando ou aperte `Esc` para recomeçar.

```
5 -
+
+ 5
```

```
[1] 0
```

Se você digitar um comando que o R não reconhece, ele retornará uma mensagem de erro. **Não entre em pânico.** Ele só está te avisando que não conseguiu interpretar o comando.

```
5 % 2
```

```
Error: <text>:1:3: unexpected input
1: 5 % 2
      ^
```

Você pode digitar outro comando normalmente em seguida.

```
5 ^ 2
```

```
[1] 25
```

5 Objetos

Na apresentação dessa parte do material, trouxemos uma citação que, em parte, dizia:

> ***Everything that exists is an object.***

Um objeto é simplesmente um nome que guarda um valor ou código. Não há como ser mais direto: tudo que existe no R é um *objeto, inclusive as funções que veremos no capítulo seguinte*. Nesse capítulo, veremos com detalhe os objetos que são designados à *armazenar dados*. Antes, no entanto, vamos dar um passo para trás e explicar o que são dados.

5.1 Dados

Segundo a Oxford Languages, dados são

> fatos e estatísticas coletadas de forma conjunta para referência ou análise.

Na prática, dados nos mostram informações sobre determinado indivíduo ou situação que procuramos descrever, seja uma pessoa, instituição, comportamento, condição geográfica, etc. O número de horas que você dormiu essa noite é um dado. A lista que relata quem é ou não calvo na sua família é uma *coleção* de dados. A expectativa, hoje, de quanto será a inflação acumulada nos próximos 12 meses é um dado. A variação percentual do Produto Interno Bruto (PIB) real no último trimestre é um dado. A lista que mostra a sequência de variações do PIB real nos últimos dez trimestres é uma *série temporal*, isto é, dados em sequência ao longo do tempo.

5.1.1 Tipo & Forma

Vamos nos aprofundar um pouco mais. Ao lidar formalmente com dados, **devemos ter mente que eles são compostos por uma ou mais variáveis e seus valores**. *Uma variável é uma dimensão ou propriedade que descreve uma unidade de observação* (por exemplo, uma pessoa) e normalmente pode assumir valores diferentes. Por outro lado, os *valores são as instâncias concretas que uma variável atribui a cada unidade de observação e são ainda caracterizados por seu intervalo* (por exemplo, valores categóricos versus valores contínuos) *e seu tipo* (por

exemplo, valores lógicos, numéricos ou de caracteres). Estaremos interessados no *tipo* dos dados. A Tabela 5.1 apresenta os que podem aparecer com maior frequência.

Tabela 5.1: Tipos mais comuns de dados

Tipo	Serve para representar...	Exemplo
Númerico	números do tipo *integer* (inteiro) ou *double* (reais)	1, 3.2, 0.89
Texto *(string)*	caracteres (letras, palavras ou setenças)	"Ana jogou bola"
Lógico	valores verdade do tipo lógico (valores booleanos)	TRUE, FALSE, NA
Tempo	datas e horas	14/04/1999

Voltando ao primeiro exemplo, uma pessoa pode ser descrita pelas variáveis *nome*, *número de horas dormidas* e *se dormiu ou não mais de oito horas*. Os valores correspondentes a essas variáveis seriam do tipo texto (por exemplo, "Pedro"), numéricos (número de horas) e lógicos (`TRUE` ou `FALSE`, definido em função do tempo descansado[1]). **Note a diferença entre *dado* e *valor*.** O número 10 é um valor, sem significado. Por outro lado, *"10 horas dormidas"* é um dado, caracterizado pelo valor 10 e pela variável *"horas dormidas"*.

Outro aspecto importante sobre os dados está em sua forma, ou seja, como os dados podem ser organizados. A Tabela 5.2 apresenta as formas mais comuns de organização.

Tabela 5.2: Formas pelas quais os dados podem ser organizados

Formato	Os dados se apresentam como...	Exemplo
Escalar	elementos individuais	"AB", 4, TRUE
Retangular	dados organizados em i linhas e j colunas	Vetores e Tabelas de Dados
Não-retangular	junção de uma ou mais estruturas de dados	Listas

Um escalar é um elemento único, que pode ser de qualquer tipo. Ou seja, a representação elementar de um dado se dá através de um escalar! Por exemplo, o tipo sanguíneo de determinada pessoa, representado pelos caracteres "AB", é um escalar do tipo texto. Você pode pensar no escalar como um dado organizado em 1 linha e 1 coluna.

Por sua vez, dados retangulares são àqueles cuja organização ocorre em i linhas e j colunas, tal que $i, j \in \mathbb{N}$ e $i > 1$ ou $j > 1$. As formas retangulares mais comuns são *vetores*, *matrizes* e *tabelas de dados*. Uma matriz é uma forma de organização de dados *númericos* em em i linhas

[1] Se o número de horas que a pessoa descansou for maior do que 8, então a variável deverá apresentar valor igual a `TRUE` – ou seja, é verdade que a pessoa dormiu mais de 8 horas. Caso contrário, `FALSE`.

e j colunas. Quando uma matriz possui i linhas e 1 coluna *ou* 1 linha e j colunas, chamamos de vetor-coluna e vetor-linha, respectivamente; em muitos casos, chamamos apenas de *vetor*. Assim, o vetor é um caso especial de matriz unidimensional. As tabelas de dados, por outro lado, possuem i linhas e j colunas, tal que $i > 1$ e $j > 1$. Além disso, aceitam todos os tipos de dado – por exemplo, númericos, de textos ou lógicos – em qualquer que seja a combinação de linha e coluna.

Por sua vez, dados não-retangulares se referem a toda organização de dados que não seja feita em linhas e colunas relacionadas entre si. A forma mais comum é a lista. Observe um exemplo abaixo: cada característica pode ser entendida como um elemento de uma lista. Apesar de pertencerem a mesma estrutura, os elementos não se comunicam entre si.

	Jorge	Laís	Matheus	Laura	Nathália
Gênero	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Feminino
	Jorge	Laís	Matheus	Laura	Nathália
Idade	18	23	22	21	21
	Jorge	Laís	Matheus	Laura	Nathália
Altura (cm)	180	170	170	175	168
	Jorge	Laís	Matheus	Laura	Nathália
Peso (kg)	76	65	70	68	66

Nesse caso em específico, conseguimos fazer a transição para uma tabela (forma retangular) pois todos os elementos são são características das mesmas pessoas. Em uma tabela de dados, automaticamente temos uma relação entre os dados: cada linha contém características de uma unidade específica.

Tabela 5.4

Nome	Gênero	Idade	Altura (cm)	Peso (kg)
Jorge	Masculino	18	180	76
Laís	Feminino	23	170	65
Matheus	Masculino	22	175	70
Laura	Feminino	21	181	68
Nathália	Feminino	21	168	66

5.2 Estruturas de Dados no R

Na seção anterior, vimos os conceitos de *tipo* e *forma*. Tenha em mente que são duas definições que existem independentemente de qualquer linguagem de programação – elas versam sobre *dados* de forma geral.

Por outro lado, agora veremos o conceito e alguns exemplos de *estrutura de dados* para o R. **A estrutura de dados é a forma pela qual o R classificará um objeto em relação ao *tipo* e a *forma* dos dados que contém.** Existe uma estrutura de dados para cada combinação de tipo e forma? **Não.** Compreender as principais estruturas disponíveis no R requer vê-las como uma combinação de

(a) *algum* formato de dados
(b) o fato de conterem um único ou vários tipos de dados

5.2.1 Criando e armazenando objetos na memória

Antes de conhecê-las, no entanto, vamos entender melhor os comandos para criar e armazenar *qualquer* objeto (seja ele para armazenar dados, como nesse capítulo, ou para criar funções, que serão vistas no próximo) na memória do R.

Para *criar* e *armazenar* um objeto, sempre escreveremos inicialmente seu nome (escolhido por você), seguido de um dos *operadores de atribuição* (ou *assingment operators*, como são conhecidos) e, por fim, o objeto propriamente dito com as informações de nosso interesse. O principal operador de atribuição para se criar objetos é `<-`. Outro operador que é comumente utilizado para cumprir a mesma tarefa é `=`. Ainda que exista uma leve diferença entre ambos, ao longo dos cursos será possível utilizar o operador de sua preferência. Por ser o ideal, utilizaremos `<-` no restante do material.

```
nome_do_objeto <- >objeto com informações<

nome do objeto =  >objeto com informações<
```

No parágrafo anterior, observe que está escrito *'criar e armazenar'*. Nós poderíamos simplesmente criar um objeto, sem armazená-lo na memória do R. Nesse caso, não teríamos o nome do objeto disponível na aba **Environment** (ou seja, ele não seria armazenado no nosso ambiente de trabalho) e seria bem mais complicado registrar todas as mudanças que viermos a fazer nele. Aconteceria apenas a ocorrência de uma única saída no Console com a estrutura do objeto criado (de forma semelhante ao que fizemos no capítulo anterior) – o quê não tem grande utilidade para nós, exceto caso você queira verificar a estrutura do objeto antes de realmente armazená-lo.

Ao mesmo tempo, você irá perceber que a *criação e armazenamento de um objeto não implica sua visualização imediata*. Isso signfinica que, ao dar o comando para criar algum objeto, não acontecerá nada no Console. Você pode acabar achando que o processo falhou ou algo do tipo, mas não é nada disso! Como dissemos, a mudança ocorrerá na aba Environment, onde deverá aparecer o nome do novo objeto. Para visualizar o objeto criado, escreva seu nome e rode a linha de código. Agora sim o objeto aparecerá no Console.

```
nome_do_objeto
```

Se você criou e armazenou um objeto na memória, ele ficará por lá até que você encerre sua sessão atual (feche o RStudio) ou, então, que o remova. Para remover qualquer objeto basta escrever `rm(nome_do_objeto)`. Caso tenha o desejo de remover vários objetos, basta separar seus nomes com vírgula. Para remover *todos* os objetos que aparecem na aba Environment, use `rm(list = ls())`.

```
rm(nome_do_objeto1)

rm(nome_do_objeto1, nome_do_objeto2, ...)

rm(list = ls())
```

5.2.2 Valor único

Ao criar um objeto com valor único, estamos armazenando um escalar que pode variar quanto ao tipo (por exemplo, númerico, *string* ou valor lógico). Nesse caso, a *estrutura* do objeto *será idêntica* ao *tipo* – o que faz sentido, afinal estamos falando de um objeto de uma única linha e coluna.

5.2.2.1 Numérico

Um objeto **númerico** contém apenas um número (por exemplo, 1, 2, 4.13, π, entre outros). Se quisessemos atribuir o valor numérico 5 à um objeto chamado `x`, como poderiamos fazer? Observe abaixo e replique no seu RStudio!

```
x <- 5
```

Note que o Console não retorna nenhuma mensagem ou valor. Como dissemos na seção anterior, a única diferença que você deve ser capaz de observar é no painel Environment, no quadrante superior direito do RStudio. O nome do novo objeto aparecerá lá. Para que você possa visualizar o conteúdo do objeto criado, terá que escrever apenas seu nome e rodar a linha de código!

```
x
```

```
[1] 5
```

5.2.2.2 Textual

Uma **sequência de caracteres** (*character string*, ou apenas *string*) é um conjunto de caracteres dentro de um par de aspas e pode ou não incluir espaços. Por exemplo, "elevada" e "pressão arterial elevada" são objetos de caracteres com um único valor de *string*.

```
y <- "pressão arterial elevada"
y
```

```
[1] "pressão arterial elevada"
```

5.2.3 Vetor

Um **vetor** contém uma coleção ordenada de dados indexados pelos inteiros $1, 2, ..., n$, onde n é o comprimento do vetor. *O vetor como estrutura de dados é a combinação da forma vetor com dados de um único tipo, não necessariamente numérico.* No exemplo abaixo, um vetor númerico, isto é, que contém apenas números.

```
z <- c(5, 8, 12)
z
```

```
[1]  5  8 12
```

Se você tentar criar um vetor contendo dois tipos de dados diferentes, ele converterá todos os dados para o tipo texto. A única exceção é com relação a entradas do tipo lógico `NA` *(Not Available)*, que representam a ausência de determinado dado.

```
z <- c(5, "texto", TRUE, NA)
z
```

```
[1] "5"     "texto" "TRUE"  NA
```

É inegável que, a partir deste ponto, as estruturas começam a ficar mais interessantes. Lembre-se que o vetor tem uma dimensão e pode ter muitas informações armazenadas. É natural que, em determinadas situações, desejemos acessar apenas valores específicos dentre os que constam nele.

Como podemos fazer isso? Note que podemos associar a cada elemento de um vetor um número, representando a linha ou coluna em que consta. A esse número chamamos de índice! Dessa forma, fica fácil acessar qualquer um de seus valores. Basta escrever, ao lado de seu nome e entre colchetes, o índice que está associado à este valor. Por exemplo, vamos acessar o segundo elemento do vetor `z` que acabamos de criar.

```
z[2] # Acessando o segundo elemento de um vetor
```

```
[1] "texto"
```

Outras formas de criar vetores (Opcional)

```
1:7                # Criando uma sequência de números de 1 a 7
```

```
[1] 1 2 3 4 5 6 7
```

```
seq(2, 10, by = 2) # Criando um sequência de 2 a 10 pulando um número.
```

```
[1]  2  4  6  8 10
```

```
rep(3, 5)          # Repetindo o número 3, 5 vezes
```

```
[1] 3 3 3 3 3
```

```
rep(c(1,2), 3)     # Repetindo o vetor (1,2), 3 vezes
```

```
[1] 1 2 1 2 1 2
```

5.2.3.1 Fator

Um **fator** é um tipo especial de vetor que contém valores numéricos subjacentes $1, 2, ..., n$, mas cada um desses n valores possui um rótulo de texto associado (que pode ou não ser o valor numérico). Esses valores rotulados são os **níveis** *(levels)* do fator. Um uso comum de um fator é armazenar uma variável categórica. **Depois de criar um vetor de fator com**

níveis específicos, nenhum elemento desse vetor poderá assumir um valor que não seja um de seus níveis pré-atribuídos.

Você pode criar um fator a partir de um vetor de caracteres e o R assumirá que os valores únicos são os rótulos dos níveis. Por exemplo, no exemplo abaixo os níveis serão "lento", "normal" e "rápido".

```
y <- factor(c("super rápido", "super lento", "normal", "super rápido", "normal"))
y         # Rodar o vetor de fator também irá retornar os níveis
```

```
[1] super rápido super lento  normal       super rápido normal
Levels: normal super lento super rápido
```

Se quiser alterar os rótulos, você pode fazê-lo atribuindo um novo valor aos seus níveis. Por exemplo, suponha que queiramos que os rótulos sejam maiúsculos.

```
levels(y) <- c("Super Rápido", "Normal", "Super Lento")
levels(y)
```

```
[1] "Super Rápido" "Normal"       "Super Lento"
```

Como alternativa, você pode atribuir novos rótulos de nível ao criar o fator. Isso tem a vantagem adicional de permitir que você decida em que ordem os níveis devem aparecer. Quando criamos o fator, R atribuiu automaticamente os níveis pegando os valores exclusivos de y e colocando-os em ordem alfabética. Por vários motivos (como criar um gráfico de barras posteriormente), você pode querer que os níveis estejam em uma ordem diferente. **Você pode especificar a ordem dos níveis ao criar a variável, mas tome cuidado porque se você deixar de fora um valor que aparece nos dados esse valor acabará definido como ausente (`NA`).**

No exemplo anterior, gostaríamos que a ordem fosse da velocidade menor para o maior.

```
# Enter ORIGINAL values in levels
# Enter the NEW level labels in labels
# Make sure the orderings of levels and labels correspond
y <- factor(c("super rápido", "super lento", "normal", "super rápido", "normal"),
            levels = c("super lento", "normal", "super rápido"),
            labels = c("Super Lento", "Normal", "Super Rápido"))
levels(y)
```

```
[1] "Super Lento"  "Normal"       "Super Rápido"
```

```
y
```

```
[1] Super Rápido Super Lento  Normal       Super Rápido Normal
Levels: Super Lento Normal Super Rápido
```

5.2.4 Matriz

Uma **matriz** contém uma coleção bidimensional de dados indexados por pares de inteiros (i, j). *A matriz como estrutura de dados é a combinação da forma matriz com dados de um único tipo, não necessariamente numérico.* Abaixo, uma matriz numérica.

```
x <- matrix(c(1,2,3,4,5,6), nrow = 2, ncol = 3)
x
```

```
     [,1] [,2] [,3]
[1,]    1    3    5
[2,]    2    4    6
```

Assim como os vetores, as matrizes não podem conter valores de diferentes tipos. Se você tentar criar uma matriz contendo valores numéricos e de caracteres, por exemplo, ela converterá os valores numéricos em caracteres. Note que você pode definir o número de linhas e colunas que uma matriz venha a possuir.

```
z <- matrix(c(1,2,"c","d","e","f"), nrow = 3, ncol = 2)
z
```

```
     [,1] [,2]
[1,] "1"  "d"
[2,] "2"  "e"
[3,] "c"  "f"
```

```
z <- matrix(c(1,2,"c","d","e","f"), nrow = 2, ncol = 3)
z
```

```
     [,1] [,2] [,3]
[1,] "1"  "c"  "e"
[2,] "2"  "d"  "f"
```

É importante ressaltar que, no R, uma matriz criada com i linhas e 1 coluna (ou 1 linha e j colunas) continua sendo interpretada como uma matriz, ao invés de ser interpretada como vetor-coluna (ou vetor-linha).

Como a matriz é um objeto de natureza bidimensional, podemos acessar seus elementos individuais através da inserção dos seus índices de linha *e* coluna. Por exemplo, para acessar o elemento presente na segunda linha e terceira coluna da matriz `z` que aramazenamos por último, rode:

```
z[2,3]
```

```
[1] "f"
```

Outra forma de acessar algum dado específico da matriz é pensá-la como sendo um único vetor, o qual vai sendo repartido conforme termina o tamanho que você pré-selecionou paras colunas. Dessa forma, podemos retornar determinado elemento pensando em seu índice de vetor. Por exemplo, poderíamos acessar o dado `f` pensando que é o sexto elemento do equivalente ao vetor `c("a","b","c","d","e","f")`.

```
z[6]
```

```
[1] "f"
```

Ao mesmo tempo, podemos acessar apenas uma coluna ou linha específica. Para tal, selecione a coluna ou linha que deseja retornar e deixe a coordenada restante como espaço vazio. No código abaixo, vamos selecionar inicialmente a primeira linha da matriz `z` e, na sequência, sua terceira coluna.

```
z[1,]
```

```
[1] "1" "c" "e"
```

```
z[,3]
```

```
[1] "e" "f"
```

5.2.5 Data frame

Como matrizes (e vetores) contêm dados de apenas um tipo (por exemplo, todas as células são dados numéricos, de caracteres ou lógicos), precisamos de outra estrutura de dados para dados heterogêneos.

A necessidade de armazenar dados heterogêneos não é nada exótico ou incomum. Na verdade, mesmo os conjuntos de dados mais simples exigem a mistura de vários tipos de dados. Por exemplo, imagine que queremos armazenar um conjunto de dados que contém informações básicas sobre um grupo de pessoas, assim como na Tabela 5.4. Cada uma dessas cinco variáveis pode ser armazenada como um vetor (as duas primeiras do tipo caractere, as outras do tipo numérico). Para armazenar todas as cinco variáveis em uma única estrutura de dados, podemos combinar os cinco vetores em uma tabela retangular. As tabelas são a forma mais frequente de armazenar dados!

E qual o nome da estrutura de dados que armazena tabelas de dados no R? São os *data frames! O data frame como estrutura de dados é a combinação da forma tabela e da presença de qualquer tipo de dado.* No *chunk* abaixo, vamos recriar a Tabela 5.4 como exemplo.

```
info_pessoas <- data.frame(Nome = c("Jorge", "Laís", "Matheus", "Laura", "Nathália"),
                           Gênero = c("Masculino", "Feminino", "Masculino", "Feminino", "Fem
                           Idade = c(18, 23, 22, 21, 21),
                           Altura = c(180, 170, 175, 181, 168),
                           Peso = c(76, 65, 70, 68, 66))

info_pessoas
```

```
      Nome    Gênero Idade Altura Peso
1    Jorge Masculino    18    180   76
2     Laís  Feminino    23    170   65
3  Matheus Masculino    22    175   70
4    Laura  Feminino    21    181   68
5 Nathália  Feminino    21    168   66
```

Você pode acessar qualquer dado específico de um *data frame* a partir do mesmo procedimento utilizado com matrizes. Por exemplo, para acessar o dado contido na segunda linha da primeira coluna, basta rodar `info_pessoas[2,1]`.

```
info_pessoas[2,1]
```

```
[1] "Laís"
```

De forma semelhante, podemos acessar uma coluna ou linha específica.

```
info_pessoas[,2] # Retornando dados da segundo coluna
```

```
[1] "Masculino" "Feminino"  "Masculino" "Feminino"  "Feminino"
```

```
info_pessoas[1,] # Retornando dados da primeira linha
```

```
   Nome    Gênero Idade Altura Peso
1 Jorge Masculino    18    180   76
```

É interessante notar que um *data frame* pode ser pensado como a junção de múltiplos vetores-coluna, cada um representando determinada variável! Isso nos dá outra forma de selecionar colunas específicas: basta colocar entre colchetes o índice do vetor-coluna que você deseja selecionar. Note, no entanto, uma diferença: nesta *sintaxe*, o objeto que retornará ainda terá estrutura de um *data frame* (agora com cinco linhas e uma coluna) ao invés de vetor, como no *chunk* anterior.

```
info_pessoas[2]
```

```
     Gênero
1 Masculino
2  Feminino
3 Masculino
4  Feminino
5  Feminino
```

5.2.6 Lista

Uma lista contém uma coleção ordenada de objetos, sendo que estes podem ser de tipos diferentes. *A lista como estrutura de dados é a combinação da forma lista (representando dados não-retangulares) e da presença de qualquer tipo de dado.* Na prática, uma lista pode aceitar **qualquer** objeto de dados como elemento – inclusive uma outra lista!

Para que fique mais claro, abaixo está uma lista que contém um objeto com cada tipo de estrutura vista até agora! Colocamos nesta lista um valor único, um vetor, uma matriz e um data frame. Eles serão armazenados em um novo objeto, que nomeamos de `lista_exemplo`.

```
lista_exemplo <- list("5", c(1,2,3), matrix(c(2,2,3,4), 2, 2), info_pessoas)
```

Observe que a lista, apesar de poder contar com objetos de várias estruturas (e, consequentemente, dimensões), acaba por ter uma única dimensão. Você pode acessar seus elementos de forma *parecida* com o caso de um vetor. A diferença é que, no caso de uma lista, teremos que utilizar duplo colchetes. Abaixo, um exemplo de como acessar o quarto elemento da `lista_exemplo` – no caso, o *data frame* `info_pessoas` que criamos anteriormente.

```
lista_exemplo[[4]]
```

```
      Nome    Gênero Idade Altura Peso
1    Jorge Masculino    18    180   76
2     Laís  Feminino    23    170   65
3  Matheus Masculino    22    175   70
4    Laura  Feminino    21    181   68
5 Nathália  Feminino    21    168   66
```

Listas são mais úteis do que você pode estar pensando nesse momento. Elas permitem que você agrupe objetos de um mesmo assunto, mas com diferentes estruturas, em um único objeto 'central'. Em muitos casos, facilita a organização.

6 Importando dados

Imagine que você compre um computador produzido *fora* do Brasil. Nesse caso, dizemos que você *importou* o computador de determinado país que o produziu, não é? Inclusive, segundo a Oxford Languages, o verbo *importar* pode ser definido como

> trazer de outro país, estado ou município.

No campo da programação, *importar* mantém signifcado semelhante: trazer dados externos para nosso ambiente, de forma que possamos manipulá-los com a linguagem. Aplicando à nossa realidade, queremos trazer tabelas de dados para a memória do R, na aba Environment, de forma que possamos manipulá-las posteriormente!

6.1 Definindo o diretório de trabalho

Antes de importar, é interessante definirmos nosso *diretório de trabalho*, que corresponde ao caminho para a pasta fixa que iremos utilizar para criar ou armazenar arquivos. Pense no diretório como a pasta do seu computador que servirá como local de armazenamento de todos os arquivos relacionados ao trabalho/projeto que você estiver executando naquele momento – sejam scripts, planilhas, etc.

Para configurar determinada pasta como diretório de trabalho, aperte `Ctrl + Shift + H` e, na sequência, selecione a pasta que desejar. Perceba que esse comando rodará a função `setwd()` no Console, cujo argumento é o caminho para a pasta. Você também pode selecionar o diretório de trabalho desta maneira direta.

```
setwd("caminho_para_pasta")
```

Note que, no RStudio, o caminho para o diretório atual aparece na parte superior do painel de Console, ao lado do número da versão do R que você estiver utilizando no momento. Ao mesmo tempo, você pode retornar o diretório atual de trabalho apenas rodando a função `getwd()`, sem nenhum argumento.

6.2 Funções mais utilizadas para importação

Com o propósito de importar dados para o RStudio, iremos aprender a utilizar algumas funções específicas. Repare que estamos falando de *funções*, ou seja, existe mais de uma função que busca permitir com que o RStudio seja capaz de ler e armazenar dados internamente em sua memória, para posterior manipulação. Isso acontece pois não existe um único tipo de arquivo capaz de armazenar dados.

Dois pacotes serão utilizados: `readr`, que faz parte do *tidyverse*, e `openxlsx`. Portanto, é necessário que você os instale, caso ainda não tenha feito e, na sequência, carrege os pacotes.

```
install.packages("readr")
install.packages("openxlsx")

library(readr)
library(openxlsx)
```

6.2.1 O pacote readr – lendo arquivos delimitados

O pacote `readr` é utilizado principalmente para ler arquivos delimitados por algum caractere específico. *'Como assim, arquivos delimitados por caractere?'* Em muitos casos, as tabelas de dados são tão grandes – ou seja, várias observações (linhas) e variáveis (colunas) – que será necessário reduzir seu tamanho com intuito de facilitar o compartilhamento com terceiros. Uma saída é comprimir todas as variáveis em uma única coluna, em que os dados são *separados por algum caractere especial*, mantendo o mesmo número de observações anterior. Cada linha continua representando uma observação de determinada unidade. Passamos de n observações e m colunas para n observações e 1 coluna.

6.2.1.1 `read_csv()`

Para começar, vamos nos concentrar no tipo de arquivo de dados retangular mais comum: CSV, que é a abreviação de *Comma Separeted Values* (valores separados por vírgula, em português). Abaixo, temos a aparência de um arquivo CSV simples, contendo informações de estudantes. A primeira linha, comumente chamada de *cabeçalho*, fornece os nomes das colunas, e as cinco linhas seguintes fornecem os dados.

```
matrícula,Nome,comida.favorita,PlanoDeRefeição,IDADE,peso
1,Jorge,Acarajé,Regime,18,76
2,Laís,Macarrão,Livre,23,65
3,Matheus,Carne,Regime,22,70
4,Laura,Frango,Livre,21,68
```

```
5,Nathália,Peixe,Regime,21,66
```

A Tabela 6.1 mostra uma representação dos mesmos dados em uma tabela.

Tabela 6.1Dados do arquivo estudantes.csv como tabela.

matrícula	Nome	comida.favorita	PlanoDeRefeição	IDADE	peso
1	Jorge	Acarajé	Regime	18	76
2	Laís	Macarrão	Livre	23	65
3	Matheus	Carne	Regime	22	70
4	Laura	Frango	Livre	21	68
5	Nathália	Peixe	Regime	21	66

Quando temos um arquivo do tipo `csv`, podemos importá-lo para o R usando a função `read_csv()`. O primeiro argumento é o mais importante: o *caminho* para o arquivo. Você pode pensar no caminho como o *endereço* do arquivo, ou seja, é o local em que ele está armazenado.

Se o arquivo estiver no seu computador, é necessário escrever o caminho em termos de diretório e pastas, além do nome do arquivo e sua extensão. Lembre-se que já fixamos nosso diretório de trabalho. Basta então escrever o restante do caminho, considerando que o arquivo está na pasta `dados`[1] e se chama `estudantes.csv`!

```
estudantes <- read_csv("dados/estudantes.csv")
## Rows: 5 Columns: 6
## -- Column specification --------------------------------------------------------
## Delimiter: ","
## chr (3): Nome, comida.favorita, PlanoDeRefeição
## dbl (3): matrícula, IDADE, peso
##
## i Use `spec()` to retrieve the full column specification for this data.
## i Specify the column types or set `show_col_types = FALSE` to quiet this message.
```

Por outro lado, você pode baixar o arquivo diretamente de algum *link* hospedado na internet! A vantagem dessa alternativa consiste no fato de quê você não precisará realizar novamente o *download* do arquivo no seu computador em caso de atualização do arquivo original – além, é claro, de tornar seu diretório de trabalho mais limpo.

[1] A pasta `dados` foi criada com intuito de aprimorar a organização do diretório de trabalho. Você **não** precisa tê-la em seu computador. Se você já fixou o diretório base, pode importar arquivos apenas com `read_csv("nome_do_arquivo.csv")`.

```
estudantes <- read_csv("https://raw.githubusercontent.com/ieufrjquant/intror/master/dados/est
```

Independente da forma com que você especifique o caminho para o arquivo ao executar a função `read_csv()`, note que ela exibe uma mensagem informando o número de linhas e colunas de dados, o delimitador que foi usado e as especificações das colunas (nomes das colunas organizadas pelo tipo de dados que a coluna contém).

Observe também que, em ambos os casos, atribuimos a tabela de dados ao objeto `estudantes`, ficando disponível para visualização no painel Environment. Quando for importar alguma tabela para o R, é importante que você atribua os dados a um objeto – cujo nome, como sabemos, é de livre escolha. Caso contrário, o arquivo será apenas lido no Console, ao invés de ficar efetivamente armazenado para manipulação[2]. Por fim, importante observar que o objeto criado terá estrutura de *data frame*.

Funções para outros tipos de arquivo delimitados (Opcional)

Depois de dominar `read_csv()`, usar as outras funções do readr é simples; é apenas uma questão de saber qual função buscar:

- `read_csv2()` lê arquivos separados por ponto e vírgula. Eles usam `;` em vez de `,` para separar campos e são comuns em países que usam `,` como marcador decimal.
- `read_tsv()` lê arquivos delimitados por tabulações.
- `read_delim()` lê arquivos com qualquer delimitador, tentando adivinhar automaticamente o delimitador se você não especificá-lo.
- `read_fwf()` lê arquivos de largura fixa. Você pode especificar campos por suas larguras com `fwf_widths()` ou por suas posições com `fwf_positions()`.
- `read_table()` lê uma variação comum de arquivos de largura fixa onde as colunas são separadas por espaços em branco.

6.2.2 O pacote readxl – lendo planilhas

Nesta seção, iremos nos concentrar em importar dados de *planilhas*, especificamente os que foram agrupados em planilhas de *Excel*. Veremos como importar todos os dados de uma planilha com apenas uma única aba, assim como de uma aba específica, caso exista mais de uma.

[2] É exatamente a mesma lógica de armazenamento vista no capítulo sobre objetos.

6.2.2.1 `read.xlsx()`

A maioria dos arquivos escritos em Excel hoje possui uma extensão do tipo `.xlsx`. Portanto, vamos focar na função do pacote `openxlsx` que melhor lide com planilhas desse tipo: `read.xlsx()`. Como no caso anterior, note que o objeto criado terá estrutura de um *data frame*.

6.2.2.1.1 Planilha

Esse caso se aplica quando você desejar importar *todos* os dados que estão na *primeira e única* aba de uma planilha. O procedimento é muito parecido com o que fizemos no caso de arquivos delimitados: precisaremos do endereço para o arquivo que desejamos importar, que pode ser um caminho de pastas no seu computador ou um *link* externo.

```
estudantes <- read.xlsx("dados/estudantes.xlsx")
estudantes
```

```
  matrícula     Nome comida.favorita PlanoDeRefeição IDADE peso
1         1    Jorge         Acarajé          Regime    18   76
2         2     Laís        Macarrão           Livre    23   65
3         3  Matheus           Carne          Regime    22   70
4         4    Laura          Frango           Livre    21   68
5         5 Nathália           Peixe          Regime    21   66
```

6.2.2.1.2 Aba específica

Para importar dados de uma aba específica de determinada planilha é necessário especificar, além do endereço do arquivo, o nome ou o índice da aba que você deseja. No exemplo abaixo, importamos os dados completos do *Maddison Project Database 2020*, que estão contidos na terceira aba da planilha disponibilizada pelos organizadores.

```
dados <- read.xlsx("https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/data/mpd2020.xlsx
                   sheet = "Full data")

dados <- read.xlsx("https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/data/mpd2020.xlsx
                   sheet = 3)

dados
```

```
  countrycode     country year gdppc  pop
1         AFG Afghanistan 1820    NA 3280
```

```
2         AFG Afghanistan 1870    NA 4207
3         AFG Afghanistan 1913    NA 5730
4         AFG Afghanistan 1950  1156 8150
5         AFG Afghanistan 1951  1170 8284
6         AFG Afghanistan 1952  1189 8425
 [ reached 'max' / getOption("max.print") -- omitted 21676 rows ]
```