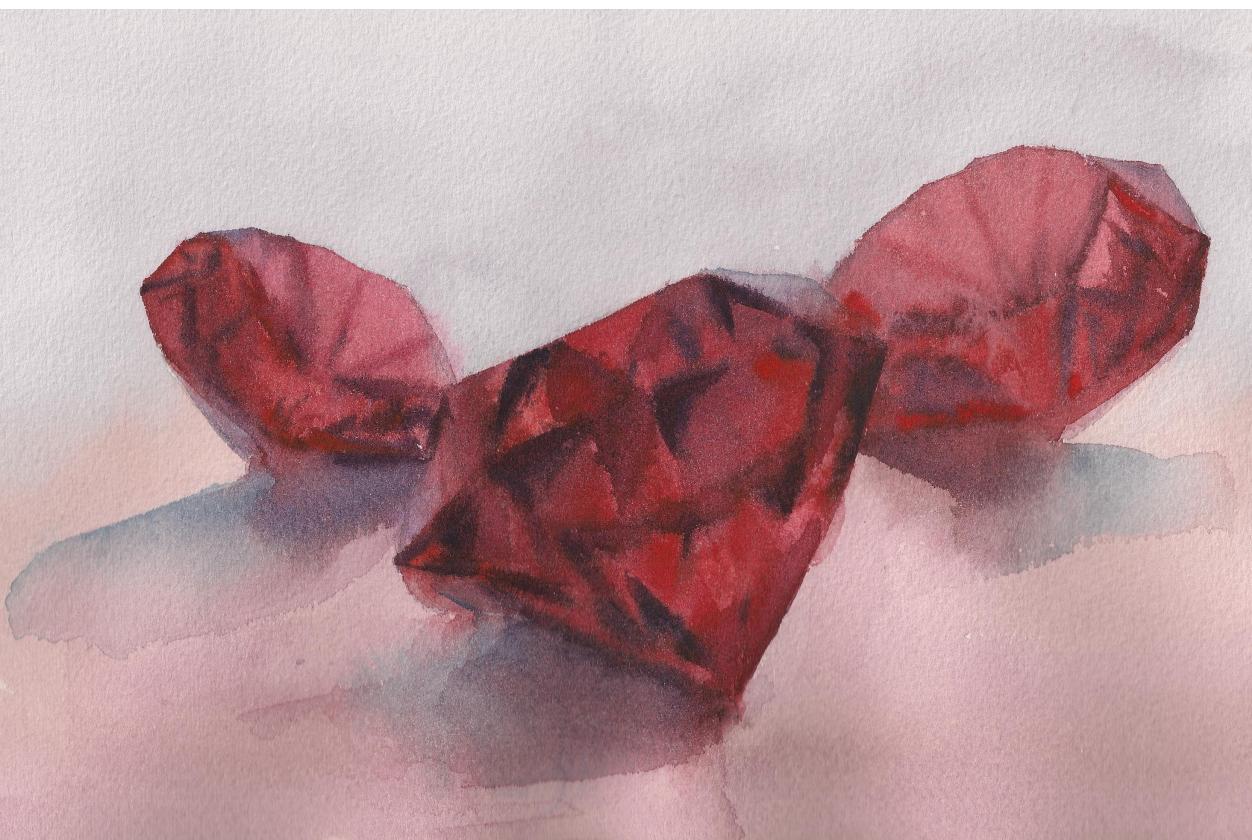


Conhecendo Ruby

Aprenda de forma prática e divertida

Aborda a versão 3.4 da linguagem



Eustáquio Rangel

Sumário

1	Sobre esse livro	1
2	Ruby	5
2.1	O que é Ruby?	5
2.2	Instalando Ruby	6
2.2.1	Ubuntu	6
2.2.2	OSX	6
2.2.3	Windows	6
2.2.4	RVM	6
	Instalando um interpretador Ruby	9
3	Básico da linguagem	13
3.1	Tipagem dinâmica	14
3.2	Tipagem forte	18
3.3	Tipos básicos	19
3.3.1	Inteiros	19
	Fixnums	19
3.3.2	Bignum	23
3.3.3	Ponto flutuante	26
3.3.4	BigDecimals	30
3.3.5	Datas	31
3.3.6	Horas	34
3.3.7	Racionais	36
3.3.8	Booleanos	38
3.3.9	Nulos	38
3.3.10	Strings	39
3.3.11	Substrings	43
3.3.12	Concatenando Strings	45
3.3.13	Encodings	45
3.3.14	Váriaveis são referências na memória	47
3.3.15	Congelando objetos explicitamente	48
3.3.16	Alguns métodos e truques com Strings	51
3.3.17	Símbolos	52
3.3.18	Expressões regulares	53
	Grupos	56

Grupos nomeados	58
Caracteres acentuados	59
Timeout	60
3.3.19 Arrays	61
3.3.20 Duck Typing	70
3.3.21 Ranges	71
3.3.22 Hashes	74
3.3.23 Blocos de código	80
3.3.24 Conversões de tipos	81
3.3.25 Conversões de bases	82
3.3.26 Tratamento de exceções	83
Disparando exceções	86
Descobrindo a exceção anterior	87
Criando nossas próprias exceções	88
Comparando exceções	88
Utilizando catch e throw	90
3.4 Estruturas de controle	92
3.4.1 Condicionais	92
if	92
unless	94
case	94
Splat	96
Pattern matching	98
Loops	103
Comentários mágicos	104
while	105
for	106
until	108
3.4.2 Operadores	109
Operadores aritméticos	109
Operadores de atribuição	109
Operadores unários	110
Operadores lógicos	111
Operadores de manipulação de bits	115
3.5 Procs e lambdas	118
3.6 Iteradores	124
3.6.1 Selecionando elementos	127
3.6.2 Selecionando os elementos que não atendem uma condição	129
3.6.3 Processando e alterando os elementos	129
3.6.4 Detectando condição em todos os elementos	130
3.6.5 Detectando se algum elemento atende uma condição	131
3.6.6 Detectar e retornar o primeiro elemento que atende uma condição	131
3.6.7 Detectando os valores máximo e mínimo	132
3.6.8 Acumulando os elementos	135
3.6.9 Dividir a coleção em dois Arrays obedecendo uma condição	137
3.6.10 Percorrendo os elementos com os índices	138
3.6.11 Ordenando uma coleção	139

3.6.12	Combinando elementos	139
3.6.13	Percorrendo valores para cima e para baixo	141
3.6.14	Filtrando com o grep	141
3.6.15	Encadeamento de iteradores	143
	Números randômicos	146
3.7	Métodos	148
3.7.1	Retornando valores	148
3.7.2	Enviando valores	149
3.7.3	Enviando e processando blocos e Procs	156
3.7.4	Valores são transmitidos por referência	160
3.7.5	Interceptando exceções direto no método	161
3.7.6	Métodos destrutivos e predicados	162
3.7.7	Enviando opções na linha de comando	166
4	Classes e objetos	171
4.1	Classes abertas	182
4.2	Aliases	184
4.3	Inserindo e removendo métodos	185
4.4	Metaclasses	186
4.5	Variáveis de classe	191
4.5.1	Interfaces fluentes	194
4.5.2	DSLs	195
4.6	Variáveis de instância de classe	197
4.7	Herança	199
4.8	Duplicando de modo raso e profundo	206
4.8.1	Brincando com métodos dinâmicos e hooks	210
4.9	Delegação	213
4.10	Métodos parecidos com operadores	213
4.11	Executando blocos em instâncias de objetos	224
4.12	Closures	224
4.13	Suporte para verificação estática	226
4.13.1	Gerando o arquivo RBS	227
4.13.2	Verificando a tipagem	228
4.14	Prism	232
5	Módulos	235
5.1	Mixins	235
5.1.1	Refinements	248
5.2	Namespaces	251
5.3	TracePoint	253
6	RubyGems	257
6.1	Comandos	258
6.2	Gerenciando com um Gemfile	259
6.3	Utilizando a gem instalada	260
6.4	Tail call optimization	267
7	Threads	271

7.1	Fibers	284
7.1.1	Continuations	291
7.2	Processos em paralelo	293
7.3	Benchmarks	300
7.4	Ractors	304
8	JIT	313
8.1	MJIT	313
8.2	RJIT	313
8.3	Habilitando o YJIT	314
9	Entrada e saída	317
9.1	Arquivos	317
9.2	FileUtils	324
9.3	Arquivos Zip	324
9.4	CSV	326
9.4.1	Criando	326
9.4.2	Lendo	327
9.5	XML	331
9.6	XSLT	336
9.7	JSON	338
9.8	YAML	339
9.9	TCP	343
9.10	UDP	347
9.11	SMTP	349
9.12	POP3	351
9.13	FTP	352
9.14	HTTP	353
9.15	HTTPS	361
9.16	SSH	362
9.17	Processos do sistema operacional	364
9.17.1	Backticks	364
9.17.2	System	364
9.17.3	Exec	365
9.17.4	IO.popen	365
9.17.5	Open3	366
9.18	XML-RPC	367
9.18.1	Python	370
9.18.2	PHP	371
9.18.3	Java	373
10	JRuby	375
10.1	Utilizando classes do Java de dentro do Ruby	376
10.2	Usando classes do Ruby dentro do Java	380
11	Banco de dados	381
11.1	Abrindo a conexão	381
11.2	Consultas que não retornam dados	382

11.3 Atualizando um registro	383
11.4 Apagando um registro	384
11.5 Consultas que retornam dados	385
11.6 Comandos preparados	387
11.7 Metadados	387
11.7.1 ActiveRecord	388
12 Extensões em C	391
12.1 Utilizando libs externas	396
12.1.1 Escrevendo o código em C da lib	396
12.2 Utilizando a lib compartilhada	398
13 Garbage collector	401
13.1 Isso não é um livro de C mas	406
13.2 Isso ainda não é um livro de C, mas	407
13.2.1 Pequeno detalhe: nem toda String usa malloc/free	408
14 Testes	415
14.1 Modernizando os testes	422
14.1.1 Randomizando os testes	423
14.1.2 Testando com specs	425
14.1.3 Benchmarks	426
14.2 Mocks	427
14.3 Stubs	429
14.4 Expectations	429
14.5 Testes automáticos	432
14.6 Diferentes formatos de saída	433
14.7 Debugging	436
15 Criando gems	439
15.1 Criando a gem	439
15.2 Testando a gem	442
15.3 Construindo a gem	443
15.4 Publicando a gem	444
15.5 Extraíndo uma gem	446
15.6 Assinando uma gem	446
15.6.1 Criando um certificado	446
15.6.2 Adaptando a gem para usar o certificado	447
15.6.3 Construindo e publicando a gem assinada	448
15.6.4 Utilizando a gem assinada	448
15.6.5 Sempre utilizando gems assinadas	449
16 Rake	451
16.1 Definindo uma tarefa	451
16.2 Namespaces	453
16.3 Tarefas dependentes	455
16.4 Executando tarefas em outros programas	456
16.5 Arquivos diferentes	457

16.6 Tarefas com nomes de arquivo	459
16.7 Tarefas com listas de arquivos	461
16.8 Regras	463
16.9 Estendendo	464
17 Gerando documentação	467
17.1 Rdoc	467
17.2 YARD	473
18 Desafios	479
18.1 Desafio 1	479
18.2 Desafio 2	479
18.3 Desafio 3	479
18.4 Desafio 4	480
18.5 Desafio 5	480
18.6 Desafio 6	480
18.7 Desafio 7	481
19 Empresas	483

Copyright © 2025 Eustáquio Rangel de Oliveira Jr.

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocópia, gravação, mídia magnética ou algum outro modo, sem permissão por escrito do detentor do copyright.

Esse livro foi escrito todo usando \LaTeX , retornando de volta às suas raízes de 2004. Essa versão foi gerada em 26 de março de 2025, rodando em um sistema operacional Linux 6.11.0-21-generic

Os arquivos de código-fonte utilizados no livro podem ser acessados no [repositório do Github](https://github.com/taq/conhecendo-ruby-files).¹

O contato com o autor pode ser feito pelo e-mail taq@eustaquierangel.com

Ilustração da capa: Aquarela de [Ana Carolina Otero Rangel](#).

¹<https://github.com/taq/conhecendo-ruby-files>

Capítulo 1

Sobre esse livro

O conteúdo que você tem agora nas mãos é a evolução do meu conhecido "Tutorial de Ruby", lançado em Janeiro de 2005, que se transformou em 2006 no primeiro livro de Ruby do Brasil, "Ruby - Conhecendo a Linguagem", da Editora Brasport, cujas cópias se esgotaram e, como não vai ser reimpresso, resolvi atualizar e lançar material nos formatos de ebook que agora você tem em mãos.

Quando comecei a divulgar Ruby aqui no Brasil, seja pela internet, seja por palestras em várias cidades, eram poucas pessoas que divulgavam e a linguagem era bem desconhecida, e mesmo hoje, vários anos após ela pegar tração principalmente liderada pela popularidade do framework Rails, que sem sombra de dúvidas foi o principal catalizador da linguagem, ainda continua desconhecida de grande parte das pessoas envolvidas ou começando com desenvolvimento de sistemas, especialmente a molecada que está começando a estudar agora em faculdades.

Como eu sou mais teimoso que uma mula, ainda continuo promovendo a linguagem por aí, disponibilizando esse material para estudos, não por causa do tutorial, do livro ou coisa do tipo, mas porque ainda considero a linguagem muito boa, ainda mais com toda a evolução que houve em todos esses anos, em que saímos de uma performance mais sofrível (mas, mesmo assim, utilizável) nas versões 1.8.x até os avanços das versões 1.9.x, 2.x e agora, as 3.x.

Esse livro vai ser baseado nas versões **3.x**, mas em qualquer versão **2.x** *a maior parte do código* é perfeitamente utilizável, *a não ser quando comentado explicitamente que é um recurso de uma versão mais recente*.

Espero que o material que você tem em mãos sirva para instigar você a conhecer mais sobre a linguagem (aqui não tem nem de longe tudo o que ela disponibiliza) e a conhecer as ferramentas feitas com ela. É uma leitura direta e descontraída, bem direto ao ponto. Em alguns momentos eu forneço alguns "ganchos" para alguma coisa mais avançada do que o escopo atual, e até mostro algumas, mas no geral, espero que seja conteúdo de fácil digestão.

Durante o livro, faço alguns "desafios", que tem a sua resposta no final do livro. Tentem fazer sem colar!

CAPÍTULO 1. SOBRE ESSE LIVRO

Estou quebrando a página se o bloco de código for maior que o espaço que sobra, para evitar ficar um pouco de código em uma página e um pouco em outra. Isso atrapalha quando vamos copiar e colar o código do livro e acredito que muito pouca gente está imprimindo o livro digital para uma versão física, mas mesmo assim, mesmo com algumas páginas extras, acredito que ainda compensa para não ficar com código espalhado entre as páginas.

Esse material também serve como base para os treinamentos de Ruby on Rails que ministramos na minha empresa, a Bluefish. Se precisar de cursos de Ruby e Ruby on Rails, remoto ou presencial, ou precisar de consultoria em projetos que utilizam essa ferramenta, entre em contato conosco através de contato@bluefish.com.br.

Mais detalhes do curso em <https://www.bluefish.com.br/curso-ruby-on-rails>.

Se você encontrar algum erro, alguma sugestão de conteúdo ou quiser dar um alô, envie um e-mail para taq@eustaquierangel.com. Desde já, agradeço.

A versão mais recente desse livro é distribuída através da LeanPub em <https://leanpub.com/conhecendo-ruby>, onde pode ser adquirido gratuitamente ou, se assim desejar, fazer uma contribuição com algum valor (obrigado!!!), bastando deslizar o seletor de valores.

Como na Leanpub são utilizados Dólares (USD), se você quiser contribuir em Reais (BRL), pode enviar um Pix de qualquer valor utilizando como chave o meu e-mail taq@eustaquierangel.com ou clicando no QR code abaixo:



O livro também estará disponível em outros lugares como a Amazon.

Um grande abraço!

Parcerias

Procurei algumas parcerias para incentivar o leitor a continuar a aprender mais sobre a linguagem Ruby e o incrível mundo do desenvolvimento de software. Abaixo seguem algumas dessas parcerias, todas a que já agradeço imensamente a oportunidade e vantagens oferecidas.

Pragmatic Programmers

A turma da [Pragmatic Programmers](#) é referência consolidada no mercado com material excelente sobre desenvolvimento de software, e foi de onde inclusive comprei o meu primeiro livro sobre Ruby, o popular livro da picareta ("pickaxe"), "[Programming Ruby](#)" e foram muito gentis em fornecer um cupom de até 35% de desconto em qualquer *e-book* do catálogo (menos o clássico "[The Pragmatic Programmer](#)", que é somente distribuído e não publicado por eles e vale **muito** a leitura). Basta adicionar o seguinte código no seu carrinho de compras:

PragProgPromo

CAPÍTULO 1. SOBRE ESSE LIVRO

Capítulo 2

Ruby

2.1 O que é Ruby?

Usando uma pequena descrição encontrada na web, podemos dizer que:

Ruby é uma linguagem de programação interpretada multiparadigma, de tipagem dinâmica e forte, com gerenciamento de memória automático, originalmente planejada e desenvolvida no Japão em 1995, por Yukihiro "Matz" Matsumoto, para ser usada como linguagem de script. Matsumoto queria desenvolver uma linguagem de script que fosse mais poderosa do que Perl, e mais orientada a objetos do que Python. Ruby suporta programação funcional, orientada a objetos, imperativa e reflexiva. Foi inspirada principalmente por Python, Perl, Smalltalk, Eiffel, Ada e Lisp, sendo muito similar em vários aspectos a Python. Ruby está entre as 10 linguagens mais populares, de acordo com uma pesquisa conduzida pela RedMonk.

A implementação 1.8.7 padrão é escrita em C, como uma linguagem de programação de único passe. Não há qualquer especificação da linguagem, assim a implementação original é considerada de fato uma referência. Atualmente, há várias implementações alternativas da linguagem, incluindo YARV, JRuby, Rubinius, IronRuby, MacRuby e HotRuby, cada qual com uma abordagem diferente, com IronRuby, JRuby e MacRuby fornecendo compilação JIT e, JRuby e MacRuby também fornecendo compilação AOT. A partir das séries 1.9 em diante Ruby passou a utilizar por padrão a YARV (Yet Another Ruby VirtualMachine) substituindo a Ruby MRI (Matz's Ruby Interpreter)

Fonte: [Wikipedia](#)

2.2 Instalando Ruby

A instalação pode ser feita de várias maneiras, em diferentes sistemas operacionais, desde pacotes específicos para o sistema operacional, scripts de configuração ou através do download, compilação e instalação do código-fonte. Abaixo vão algumas dicas, mas não execute nenhuma delas pois vamos fazer a instalação de uma maneira diferente e mais moderna e prática.

2.2.1 Ubuntu

Se você está usando o Ubuntu, pode instalá-la com os pacotes nativos do sistema operacional (mas espere um pouco antes de fazer isso, vamos ver outra forma):

```
$ sudo apt-get install ruby<versao>
```

2.2.2 OSX

Para instalá-la no OSX, pode utilizar o MacPorts:

```
$ port install ruby
```

2.2.3 Windows

E até no Windows tem um instalador automático, o [RubyInstaller](#). Mais detalhes para esse tipo de instalação podem ser conferidas no site oficial da linguagem.

¹

Particularmente eu não recomendo utilizar a linguagem no Windows, aí vai de cada um, mas já aviso que vão arrumar sarna para se coçarem. Uma ótima solução para utilizar no Windows é instalar o [WSL](#) e instalar a linguagem nele da forma que vamos ver a seguir.²

2.2.4 RVM

Vamos instalar Ruby utilizando a [RVM](#) - Ruby Version Manager, que é uma ferramenta de linha de comando que nos permite instalar, gerenciar e trabalhar com múltiplos ambientes Ruby, de interpretadores até conjunto de gems. Como alternativa ao RVM, temos também `rbenv` e `asdf`. Vamos utilizar a RVM, mas se mais tarde vocês quiserem investigar as outras alternativas, fiquem à vontade pois o comportamento é similar.³

A instalação da RVM é feita em ambientes onde existe um *shell* Unix (por isso ela não está disponível para Windows, nesse caso, verifique a ferramenta `pik`), sendo necessário apenas abrir um terminal rodando esse shell e executar:

¹<https://rubyinstaller.org>

²<https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/wsl/install-win10>

³<https://rvm.io>

```
$ curl -L https://get.rvm.io | bash
```

Isso irá gerar um diretório em nosso *home* (abreviado a partir de agora como `~`) parecida com essa:

```
$ ls ~/.rvm
total 92K
.
..
archives
bin
config
environments
examples
gems
gemsets
help
lib
LICENCE
log
patches
README
rubies
scripts
src
tmp
wrappers
```

Gerando também com o diretório de gems:

```
$ ls ~/.gem
total 28K
.
..
credentials
ruby
specs
```

Após a instalação, dependendo da versão da RVM que foi instalada, temos que inserir o comando `rvm` no path, adicionando no final do arquivo `~/.bashrc` (ou, dependendo da sua distribuição Linux, no `~/.bash_profile`), isso, claro, levando em conta que o seu *shell* é o Bash:

```
$ echo '[[ -s "$HOME/.rvm/scripts/rvm" ]] &&
```

```
. "$HOME/.rvm/scripts/rvm" >> ~/.bashrc
```

Talvez na versão que você esteja utilizando isso não seja mais necessário. Se você utiliza outro *shell*, por favor verifique as instruções correspondentes.

Para confirmar se é necessário ou se a RVM já se encontra corretamente configurada e instalada, podemos executar os seguintes comandos:

```
$ type rvm | head -n1
rvm é uma função

$ rvm -v
rvm 1.29.10-next (master) by Michal Papis, Piotr Kuczynski, Wayne E. Seguin
```

E dependendo da versão da RVM instalada, devemos verificar quais são as notas para o ambiente que estamos instalando a RVM, que no caso do Ubuntu vai retornar:

```
$ rvm notes
Notes for Linux ( DISTRIB_ID=Ubuntu
DISTRIB_RELEASE=11.04
DISTRIB_CODENAME=natty
DISTRIB_DESCRIPTION="Ubuntu 11.04" )

# NOTE: MRI stands for Matz's Ruby Interpreter (1.8.X, 1.9.X),
# ree stands for Ruby Enterprise Edition and rbx stands for Rubinius.

# curl is required.
# git is required.
# patch is required (for ree, some ruby head's).

# If you wish to install rbx and/or any MRI head (eg. 1.9.2-head)
# then you must install and use rvm 1.8.7 first.
# If you wish to have the 'pretty colors' again,
# set 'export rvm_pretty_print_flag=1' in ~/.rvmrc.
dependencies:

# For RVM
rvm: bash curl git

# For JRuby (if you wish to use it) you will need:
jruby: aptitude install curl sun-java6-bin sun-java6-jre
sun-java6-jdk

# For MRI & ree (if you wish to use it) you will need
# (depending on what you    # are installing):
```

```
ruby: aptitude install build-essential bison openssl libreadline5
libreadline-dev curl git zlib1g zlib1g-dev libssl-dev libsqlite3-0
libsqlite3-dev sqlite3 libxml2-dev
ruby-head: git subversion autoconf
# For IronRuby (if you wish to use it) you will need:
ironruby: aptitude install curl mono-2.0-devel
```

No caso de estar utilizando o Ubuntu e da versão retornar esse tipo de informação, devemos executar a seguinte linha recomendada, em um terminal:

```
$ sudo aptitude install build-essential bison openssl libreadline5
libreadline-dev curl git zlib1g zlib1g-dev libssl-dev libsqlite3-0
libsqlite3-dev sqlite3 libxml2-dev
```

Desse modo, satisfazemos todas as ferramentas necessárias para utilizar a RVM. Apesar dela citar nas instruções o aptitude, podemos usar sem problemas o apt-get (no caso de distribuições baseadas em pacotes .deb).

Nas últimas versões da RVM, executando

```
$ rvm requirements
```

vão ser instaladas as dependências necessárias, talvez requisitando acesso à mais permissões utilizando o sudo.

Atualmente estou dividindo o meu tempo entre uma distribuição Linux e o FreeBSD⁴ e a instalação da RVM foi bem tranquila.

Instalando um interpretador Ruby

Após instalar a RVM e suas dependências, agora é hora de instalarmos um interpretador Ruby. Vamos utilizar a versão mais atual. Para verificar qual é, visitem a página de downloads da linguagem e verifiquem qual é a versão estável, ou executem esse comando no terminal (levando em conta que já esteja instalado o utilitário curl, que é ferramenta essencial hoje em dia):

```
$ curl https://www.ruby-lang.org/pt/downloads/ 2> /dev/null |
grep -o "Ruby [0-9].[0-9].[0-9]" | sort | uniq | tail -n1
```

Ruby 3.4.1

⁴<https://www.freebsd.org>

Ali vimos que a última versão reconhecida (no momento em que estou escrevendo esse texto) é a **3.4.1**.

Dica

Se você adora utilizar o [Postman](#) e não conhece ainda o `curl`, recomendo fortemente que dê uma olhada nessa ferramenta, que é muito poderosa.

Ferramentas extras

Ali acima eu utilizei alguns recursos de *shell scripting* para automatizar o processo de recuperar a versão mais recente estável da linguagem. Aprender *shell scripting* é uma coisa muito interessante hoje em dia pois as ferramentas disponíveis em um terminal (que ainda assusta muita gente adepta do "next-next-finish") são imensamente poderosas e podem economizar muito tempo gasto fazendo de outra maneira.

"Malditos sejam, ó Terra e Mar, pois o Demônio manda a besta com fúria, porque ele sabe que o tempo é curto. Deixe aquele que ousa tentar entender o número da besta pois ele é um número humano. E seu número é ... next next finish!"

Levando em conta que `<versão>` é a última versão que encontramos acima, podemos executar no terminal:

```
$ rvm install <versão>
Installing Ruby from source to:
/home/taq/.rvm/rubies/ruby-<versão>
this may take a while depending on your cpu(s)...
#fetching
#downloading ruby-<versão>, this may
take a while depending on your connection...
...
```

Após instalado, temos que ativar a versão na RVM e verificar se ficou ok, digitando o comando `rvm` seguido do número da versão para ativá-la, o que pode ser conferido logo depois com o comando `ruby -v`:

```
$ rvm <versão>
$ ruby -v
```

```
ruby <versão> [i686-linux]
```

Olhem só a diferença rodando no FreeBSD:

```
$ ruby -v  
ruby <versão> [x86_64-freebsd14.0]
```

Uma coisa que enche o saco é ficar toda santa hora indicando qual a versão que queremos rodar. Para evitar isso, vamos deixar a versão instalada como o padrão do sistema:

```
$ rvm use <versão> --default  
Using /home/taq/.rvm/gems/ruby-<versão>
```

Outra opção para gerenciar qual versão está ativa, é criar um arquivo chamado `.ruby-version`, indicando dentro o número da versão que queremos ativar:

```
$ echo <versão> > .ruby-version  
$ cat .ruby-version  
<versão>
```

Importante notar que essa versão vai ser ativada somente quando navegarmos para o diretório onde o arquivo se encontra. Ou seja, toda vez que utilizamos, por exemplo, o comando `cd` para irmos para o diretório onde o arquivo se encontra, a versão especificada vai ser ativada.

A partir da versão 2.1, começou a ser empregado o versionamento semântico, onde é adotado o esquema de MAIOR.MENOR.AJUSTE no número da versão, sendo:

- Maior (*major*) - existem incompatibilidades de API
- Menor (*minor*) - adicionadas funcionalidades de modo compatível com versões anteriores
- Ajuste (*patch*) - correções de bugs de modo compatível com versões anteriores

Com tudo instalado e configurado, podemos prosseguir.

Várias versões, vários interpretadores

Convenhamos, não é toda linguagem por aí que permite instalar várias versões e vários interpretadores da linguagem e permitem alterar entre elas de maneira prática. Usando uma ferramenta como a RVM (e similares) permitem uma facilidade em lidar com seus projetos tanto de versões legadas e muito antigas como projetos de ponta utilizando as versões mais recentes e talvez ainda nem liberadas como estáveis.

Capítulo 3

Básico da linguagem

Vamos conhecer agora alguns dos recursos, características, tipos e estruturas básicas da linguagem. Eu sempre cito em palestras e treinamentos uma frase do [Alan Perlis](#), que é:

A language that doesn't affect the way you think about programming, is not worth knowing.

Ou, traduzindo:

Não compensa aprender uma linguagem que não afeta o jeito que você pensa sobre programação.

O que vamos ver (pelo menos é a minha intenção) é o que Ruby tem de diferente para valer a pena ser estudada. Não vamos ver só como os `if's` e `while's` são diferentes, mas sim meios de fazer determinadas coisas em que você vai se perguntar, no final, "por que a minha linguagem preferida X não faz isso dessa maneira?".

3.1 Tipagem dinâmica

Ruby é uma linguagem de tipagem dinâmica. Como mencionado na Wikipedia:

Tipagem dinâmica é uma característica de determinadas linguagens de programação, que não exigem declarações de tipos de dados, pois são capazes de escolher que tipo utilizar dinamicamente para cada variável, podendo alterá-lo durante a compilação ou a execução do programa.

Algumas das linguagens mais conhecidas a utilizarem tipagem dinâmica são: Python, Ruby, PHP e Lisp (tá, essa última, infelizmente, nem tanto).

A tipagem dinâmica contrasta com a tipagem estática, que exige a declaração de quais dados poderão ser associados a cada variável antes de sua utilização. Na prática, isso significa que:

```
v = "teste"  
v.class  
=> String  
  
v = 1  
  
v.class  
=> Integer
```

Pudemos ver que a variável¹ v pode assumir como valor tanto uma String como um número (que nesse caso, é um Integer - mais sobre classes mais adiante), ao passo que, em uma linguagem de tipagem estática, como Java, isso não seria possível, com o compilador já não nos deixando prosseguir.

Vamos criar um arquivo chamado Estatica.java (ou peguem do repositório de código-fonte do livro, indicado nas primeiras páginas):

¹Variáveis são referências para áreas na memória

```
public class Estatica {  
    public static void main(String args[]) {  
        String v = "teste";  
        System.out.println(v);  
        v = 1;  
    }  
}
```

Código 3.1: Tipagem estática em Java

Tentando compilar:

```
$ javac Estatica.java  
  
Estatica.java:5: incompatible types  
found : int  
required: java.lang.String  
v = 1;  
^  
1 error
```

Algumas linguagens tem *type inference*, ou *inferência de tipo*, em que os tipos das variáveis são determinados pelo compilador ou interpretador analisando o código escrito, mas mesmo assim eles tem tipagem estática, pois o tipo do objeto vai ser determinado e esperado que seja o mesmo durante o escopo em que se encontra.

Vamos ver esse exemplo de `Kotlin`, que não vai compilar pois tentamos alterar o tipo determinado pelo compilador (que foi uma `String`) para um inteiro, algumas linhas abaixo:

```
val variable = "Oi"  
print(variable)  
variable = 1
```

Tentando compilar, vamos ter uma mensagem como:

```
error: the integer literal does not conform to the expected type String  
variable = 1  
^
```

Onde é demonstrado que o tipo que foi determinado pelo compilador para a variável `variable`

(tá, eu estava pouco criativo) foi `String` e foi verificado que depois tentamos alterar o tipo para um `Integer`, o que disparou a mensagem de erro e o erro de compilação, impedindo o código de ser utilizado.

O que é inferência de tipos? A inferência de tipos é um recurso que o interpretador (no caso de linguagens interpretadas, como Ruby) ou o compilador descubram o tipo de uma variável e/ou expressão, não precisando que o desenvolvedor determine isso no código, de forma a melhorar a quantidade de código e também de legibilidade.

Existem algumas ferramentas que tentam trabalhar com a inferência de tipos das variáveis de Ruby, conforme o código vai sendo percorrido, para dar retornos visuais indicando os tipos das variáveis de acordo com o contexto.

Para quem gosta e está acostumado com esse tipo de informação, pode ser de ajuda, mas conforme vamos nos acostumando com a natureza dinâmica de Ruby, arrisco a dizer que precisamos menos e menos de tais tipos de informação. E pensar que algum tempo atrás já até utilizamos prefixos nos nomes de variáveis para indicar o tipo delas.

Lógico que adivinhar as coisas enquanto estamos programando não é algo produtivo, mas se dependemos muito de recursos externos ou extras para entendermos o que está acontecendo no nosso código, tem alguma coisa errada. Se você ainda usa algo como [notação húngara](#)², não tem problema, mas já fica a dica que não vamos encontrar tão fácil esse tipo de convenção. Até a própria Microsoft, de onde essa convenção veio, passou a [não recomendar a mesma após algum tempo](#).³

Lembrando que estamos falando aqui dos *tipos* das variáveis, e não de alterar o valor delas após criadas. Isso é outro assunto que remete à *imutabilidade* que vamos ver no decorrer do livro. Variáveis mutáveis são uma das características do paradigma **imperativo**, um dos suportados por Ruby.

²https://en.wikipedia.org/wiki/Hungarian_notation

³<https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/design-guidelines/general-naming-conventions?redirectedfrom=MSDN>

Performance, segurança, etc

Existe alguma discussão que linguagens com tipagem estática oferecem mais "segurança", para o programador, pois, como no caso acima, o compilador executa uma crítica no código e nos aponta se existe algum erro. Particularmente, eu acredito que hoje em dia é delegada muita coisa desse tipo para os compiladores e ferramentas do tipo, removendo um pouco de preocupação do programador, sendo que também não adianta checar tipos se no final o comportamento do seu código pode não corresponder com o que é necessário dele, que é o cerne da questão. Nesse caso, prefiro utilizar metodologias como *Test Driven Development*, que vamos dar uma breve olhada mais para o final do livro, para garantir que o software esteja de acordo com o que esperamos dele.

Também existe a questão de performance, que o código compilado é muito mais rápido que o interpretado. Ruby melhorou **muito** na questão de performance nas versões 1.9 e 2.x, não a ponto de bater código compilado e *linkado* para a plataforma em que roda, mas hoje em dia a não ser que o seu aplicativo exija **muita** performance, isso não é mais um problema. Inclusive, podemos até rodar código Ruby na VM do Java, como veremos mais adiante com o uso de JRuby, e utilizar algumas técnicas que vão deixar Ruby dezenas de vezes mais rápida que Java, onde a implementação da mesma técnica seria dezenas de vezes mais complicada.

3.2 Tipagem forte

Ruby também tem tipagem forte. Segundo a Wikipedia:

Linguagens implementadas com tipos de dados fortes, tais como Java e Pascal, exigem que o tipo de dado de um valor seja do mesmo tipo da variável ao qual este valor será atribuído.

Isso significa que:

```
i = 1
s = 'oi'
puts i + s
=> TypeError: String can't be coerced into Integer
```

Enquanto em uma linguagem como JavaScript, temos tipagem fraca:

```
i = 1;
s = "oi";
i + s;
=> "1oi"
```

Podemos ver que o que aconteceu foi uma *concatenação* das variáveis, o que é um comportamento não desejado nessa situação, mas JavaScript executou mesmo assim para não fazer a operação falhar.

Em exemplos anteriores do livro, utilizávamos PHP como exemplo de tipagem fraca, mas testando agora com a versão 8.3, foi comprovado que agora temos tipagem forte.

3.3 Tipos básicos

Não temos tipos primitivos em Ruby, somente abstratos, onde todos exibem comportamento de objetos. Em relação aos números, temos inteiros e de ponto flutuante, onde a linguagem divide automaticamente, nas internas, os inteiros em Fixnums e Bignums, que são diferentes somente pelo tamanho do número, sendo convertidos automaticamente.

A partir da versão 2.4 , os inteiros foram todos convertidos em `Integer`, facilitando em um nível mais alto, para o desenvolvedor e mantendo o comportamento anterior em um nível mais baixo, para o interpretador, se for necessário identificar qual o tipo exato. Vamos ver alguns deles agora.

Alerta de coisa antiga



A partir da versão 3.2 não temos mais as constantes `Fixnum` e `Bignum`, que separam os inteiros como descrito abaixo, mas o contexto histórico é muito importante para entender como funciona um pouco das internas da linguagem e para ver como conseguiram otimizar alguns tipos "primitivos" em Ruby e contar vantagem para algum amigo e até para desenferrujar ou entender um pouco os conceitos de operações combinando e deslocando bits para lá e para cá.

3.3.1 Inteiros

Os inteiros são os números mais convencionais que temos, sendo que a linguagem os separa *internamente* em dois subtipos. Para todos os efeitos, podemos levar em conta que todos são inteiros, sendo separados apenas pelo seu valor, como vamos ver logo a seguir:

```
> v = 1
=> 1
> v.class
=> Integer
```

Fixnums

Aqui vamos ver como é feita a separação interna dos inteiros de forma similar às versões *antes* das versões 2.4.x da linguagem, para efeito didático de ver como que alguns "primitivos" são controlados pela linguagem de forma a não sobrecarregarem o processamento e ainda exibir comportamento de objetos mesmo para números inteiros.

Os Fixnums são números inteiros de 62 bits de comprimento (ou 1 `word` do processador menos 2 bits), usando 1 bit para armazenar o sinal e 1 bit para indicar que a referência corrente é um

Fixnum (mais sobre isso logo abaixo, mencionando `immediate values`), resultando em um valor máximo de armazenamento, para máquinas de 64 bits, costumeiras hoje em dia, de 62 bits.

Para isso vamos abrir o interpretador de comandos do Ruby, o `irb`.

O `irb` é uma aplicação REPL: Read, Eval, Print, Loop ^a, ou seja, lê o que digitamos, avalia, imprime o resultado e faz um loop esperando novos *inputs*. Facilita bastante para executarmos e testarmos código sem a necessidade de salvar em um arquivo, ideal para código pequeno em uma linguagem interpretada como é o caso de Ruby.

^a<https://pt.wikipedia.org/wiki/REPL>

Para acioná-lo, abra um emulador de terminal (você está em um ambiente/sistema operacional que tem um, correto?) e digite `irb`, seguido dos seguintes comandos, levando em conta que o caracter `>` no começo da linha é o *prompt* de comando do `irb`. Por enquanto prestem atenção naquele número 1 que é retornado quando é feita a comparação com `0x1`, vamos explicar ele daqui a pouco:

```
$ irb
> (2 ** 62).class
=> Integer
> (2 ** 62).object_id & 0x1
=> 0
> ((2 ** 62) - 1)
=> 4611686018427387903
> ((2 ** 62) - 1).object_id & 0x1
=> 1
```

Dica

Podemos descobrir o tipo de objeto que uma variável aponta utilizando o método `class`, como no exemplo acima.

Dica

A representação de código sendo executado no `irb` vai ser a seguinte:

> prompt de comando, onde o código vai ser digitado e executado apertando `enter`
=> resultado do código executado

Quando for encontrado um cifrão (\$), significa que o código deve ser rodado no terminal do sistema operacional, como no exemplo, onde temos o comando `ruby` seguido pelo nome do arquivo, com a extensão `.rb`:

```
$ ruby teste.rb
```

Os Fixnums tem características interessantes que ajudam na sua manipulação mais rápida pela linguagem, que os definem como *immediate values*, que são tipos de dados apontados por variáveis que armazenam seus valores na própria referência e não em um objeto que teve memória alocada para ser utilizado, agilizando bastante o seu uso. Para verificar se uma referência se comporta dessa forma, vamos utilizar o método `object_id`, que é um valor único da referência na memória.

Dica

Todo objeto em Ruby pode ser identificado pelo seu `object_id`.

Por exemplo, vendo o `object_id` e o valor da referência:

```
> n = 1234
=> 1234

> n.object_id
=> 2469

> n.object_id >> 1
=> 1234
```

Imaginem o quanto economiza de processamento carregar o próprio valor ali e não precisar ir para algum outro ponto da memória!

Também podemos notar que esse comportamento é sólido verificando que o `object_id` de várias variáveis apontando para um mesmo valor continua sendo o mesmo:

```
> n1 = 1234
=> 1234

> n2 = 1234
=> 1234

> n1.object_id
=> 2469

> n2.object_id
=> 2469
```

Os Fixnums, como `immediate values`, também tem uma característica que permite identificá-los entre os outros objetos rapidamente: através de uma operação de `and` lógico, que foi o que fizemos acima, comparando com `0x1`, onde é verificado justamente o último bit, que é um dos 2 utilizados para controle, como explicado anteriormente.

Se o resultado for `1`, a referência aponta para um tipo de dado que é um `immediate value`, um jeito bem prático e rápido de poder identificar esses tipos de referências.

Fizemos isso no primeiro exemplo falando sobre os `Integers` e que vamos fazer novamente aqui:

```
> n = 1234
=> 1234

> n.object_id & 0x1
=> 1
```

Isso nos mostra um comportamento interessante: qualquer variável que aponta para um objeto ou algo como um `Fixnum` ou `immediate value`, que apesar de carregar o seu próprio valor e ser bem *light weight*, ainda mantém características onde podem ter acessados os seus métodos como qualquer outro tipo na linguagem, fazendo com que tenham comportamento de objeto alo-
cando espaço para os seus valores, porém, em um tipo muito mais leve.

Olhem, por exemplo, o número `1` (e qualquer outro número):

```
> 1.methods
=> [:to_s, :-, :, :-, :, :, :div, :, :modulo, :divmod, :fdiv, :,
:abs, :magnitude, :, :, :=>, :, :, :, :, :, :[], :, :, :to_f,
:size, :zero?, :odd?, :even?, :succ, :integer?, :upto, :downto, :times,
:next, :pred, :chr, :ord, :to_i, :to_int, :floor, :ceil, :truncate,
:round, :gcd, :lcm, :gcd lcm, :numerator, :denominator, :to_r,
:rationalize, :singleton_method_added, :coerce, :i, :, :eq?, :quo,
:remainder, :real?, :nonzero?, :step, :to_c, :real, :imaginary,
:imag, :abs2, :arg, :angle, :phase, :rectangular, :rect,
:polar, :conjugate, :conj, :pretty_print_cycle, :pretty_print,
:between?, :po, :poc, :pretty_print_instance_variables,
:pretty_print_inspect, :nil?, :, :!, :hash, :class, :singleton_class,
:clone, :dup, :initialize_dup, :initialize_clone, :taint, :tainted?,
:untaint, :untrust, :untrusted?, :trust, :freeze, :frozen?, :inspect,
:methods, :singleton_methods, :protected_methods, :private_methods,
:public_methods, :instance_variables, :instance_variable_get,
:instance_variable_set, :instance_variable_defined?, :instance_of?,
:kind_of?, :is_a?, :tap, :send, :public_send, :respond_to?,
:respond_to_missing?, :extend, :display, :method, :public_method,
:define_singleton_method, :__id__, :object_id, :to_enum, :enum_for,
:pretty_inspect, :ri, :equal?, :!, :!, :instance_eval,
:instance_exec, :__send__]
```

No exemplo acima, estamos vendo os métodos públicos de acesso de um Fixnum. Mais sobre métodos mais tarde!

3.3.2 Bignums

Como vimos acima, os Fixnums tem limites nos seus valores, dependendo da plataforma. Os Bignums são os números inteiros que excedem o limite imposto pelos Fixnums, ou seja, em um computador de 64 bits:

```
> (2 ** 62)
=> 4611686018427387904
> (2 ** 62).object_id & 0x1
=> 0
```

Uma coisa muito importante nesse caso, é que os Bignums **alocam memória**, diferentemente dos Fixnums e outros tipos que são immediate values!

Podemos ver isso criando algumas variáveis apontando para o mesmo valor de Bignums e vendo que cada uma tem um object_id diferente:

```
> b1 = (2 ** 62)
=> 4611686018427387904
> b2 = (2 ** 62)
=> 4611686018427387904
> b1.object_id
=> 320
> b2.object_id
=> 340
```

Tanto para Fixnums como para Bignums, para efeito de legibilidade, podemos escrever os números utilizando o sublinhado (_) como separador dos números:

```
> 1_234_567
=> 1234567

> 1_234_567_890
=> 1234567890
```

Isso ajuda bastante quando estamos trabalhando com números muito grandes, escrevendo-os direto no código, mas até mesmo com números menores, acima de 1000. Por exemplo, é mais fácil reconhecer o número utilizando

1122334

ou

1_122_334

Se vocês forem como eu, no primeiro número devem ter começado a agrupar em 3 dígitos de trás para frente, para perceber que o número se refere à 1 milhão e alguma coisa.

Com certeza fazendo referências visuais utilizando _, fica muito mais legível. Tenham compaixão com si mesmos e com quem vai ser o seu código mais tarde, deixando da maneira mais fácil possível.

Diferenciando Fixnums e Bignums a partir das versões 2.4.x

Só para fixar: como vimos anteriormente, somente os Fixnums que são immediate values, então isso nos permite diferenciar dois Integers a partir do and lógico do object_id (ro-dando em uma máquina de 64 bits):

```
> ((2 ** 62) - 1).object_id & 0x1
=> 1
> ((2 ** 62) - 0).object_id & 0x1
=> 0
```

Como podemos ver, somente o primeiro que retornou 1, indicando que a representação interna do Integer é um Fixnum.

Dica

Sempre prefiram um computador com 64 bits. Tá, como se fosse fácil achar algum de 32 bits ainda ...

Agora que sabemos como funciona as internas da linguagem, temos noção que são criados bem menos Bignums quando a word do processador é maior. Tudo bem que alguns valores desses só apareceriam se a sua aplicação estivesse analisando alguns números da "Operação Lava-Jato" e algumas outras parecidas, mas vocês entenderam a idéia.

No final das contas, os Fixnums e Bignums são apenas uma lembrança do passado, antes da versão 3.2, que ainda continuam ali como *immediate values*, mas que agora se concentram e são acessíveis somente como Integers. Tadinhos deles.



O símbolo matemático para os inteiros é \mathbb{Z} .

3.3.3 Ponto flutuante

Os números de ponto flutuante podem ser criados utilizando ... ponto, dã. Por exemplo:

```
> 1.23
=> 1.23

> 1.234
=> 1.234
```

Importante notar que os Floats **podem ou não ser** immediate values:

```
> f1 = 1.23
=> 1.23
> f2 = 4.2e100
=> 4.2e100
> f3 = 1.23
=> 1.23
> f4 = 4.2e100
=> 4.2e100
> f1.object_id
=> -27742173704602254
> f2.object_id
=> 260
> f3.object_id
=> -27742173704602254
> f4.object_id
=> 280
```

Como números de pontos flutuantes são feras meio revoltadas às vezes, podemos ter comportamento como:

```
> total = 0.0
=> 0.0
> 100.times { total += 0.01 }
=> 100
> total
=> 1.0000000000000007
```

Vejam que o número 100 retornado ali é a quantidade de repetições percorridas (vamos ver como funciona isso mais para frente) e não o número acumulado em `total`, que não ficou simplesmente como 1. Temos que tomar alguns cuidados extras com pontos flutuantes nesses casos e em arredondamentos. Poderíamos até utilizar algo do tipo:

```
> total.round(2)
=> 1.0
```

Ou, para apresentação, formatar utilizando `format`:

```
> format('%.2f', total)
=> "1.00"
```

A `String` de formatação apresentada acima, `'%.2f'`, no método `format` segue o mesmo formato utilizado pelos métodos `printf` e `sprintf` e cujas combinações [podem ser consultadas aqui](#)^a

^ahttps://docs.ruby-lang.org/en/master/format_specifications_rdoc.html

Podemos nos deparar com alguns tipos de comportamentos quando utilizando os `FLOATs`. Por exemplo, olhem essas divisões por 0:

```
> 1/0
(irb):1:in `/': divided by 0 (ZeroDivisionError)
> 1.0/0
=> Infinity
```

Se tentarmos dividir um inteiro por 0, vamos receber uma exceção do tipo `ZeroDivisionError`, mas se tentarmos dividir um ponto flutuante, vamos receber de volta um valor do tipo `Infinity`. Mas o que seria o `Infinity`? Vamos guardar o resultado em uma variável e verificar o tipo dela:

```
> v = 1.0/0
=> Infinity
> v.class
=> Float
```

Ué, é um `Float`? Mas de onde vem `Infinity`? Se tentarmos acessar como se fosse uma constante, vamos ter o seguinte erro:

```
> Infinity
(irb):24:in `<main>':: uninitialized constant Infinity (NameError)
```

Mas podemos acessar com `Float::INFINITY`:

```
> v = 1.0/0
=> Infinity
> v == Float::INFINITY
=> true
```

Temos um modo de verificar se uma referência é um valor infinito, utilizando o método `infinite?`:

```
> v.infinite?
=> 1
```

Mas de onde veio aquele `1`, não deveria ser um método que retorne um valor `boolean`, ou seja, `true` ou `false`? O detalhe é que podemos ter também valores infinitos **negativos**, como:

```
v = -1.0/0
=> -Infinity
> v.infinite?
=> -1
> v = 1
=> 1
> v.infinite?
=> nil
```

Podemos reparar que quando o valor infinito é negativo, o método `infinite?` retorna `-1`, e utilizando para um valor não-infinito, ele retorna `nil`. Também temos o método `finite?`, que retorna se um número é finito:

```
> v = 1.0/0
=> Infinity
> v.finite?
=> false
> v = 1
=> 1
> v.finite?
=> true
```

Recapitulando:

1. `1` no método `infinite?` retorna quando o valor é infinito positivo
2. `-1` no método `infinite?` retorna quando o valor é infinito negativo
3. `nil` no método `infinite?` retorna quando o valor não é infinito
4. o método `finite?` retorna se uma referência é um valor finito ou não

Vimos que dividindo um ponto flutuante por 0 retorna um valor infinito, correto? Mas o que acontece se dividir 0.0, sendo um ponto flutuante, por 0?

```
> v = 0.0/0
=> NaN
```

Opa, temos ali o retorno `NaN`, que significa *not a number*, ou seja, "não é um número", que podemos acessar de forma similar com `Float::NAN` e verificar com o método `nan?:`

```
> v = 0.0/0
=> NaN
> v.class
=> Float
> v == Float::NAN
=> false
> v.nan?
=> true
> v = 1.0
=> 1.0
> v.nan?
=> false
```

Todo esse comportamento segue o que foi definido na [IEEE 754](#), definida pela [IEEE](#), cuja definição do próprio site é

"Uma organização dedicada a promover inovação e excelência tecnológica para o benefício da humanidade, é a maior sociedade profissional técnica do mundo. Ela é projetada para servir profissionais envolvidos em todos os aspectos dos campos elétrico, eletrônico e de computação e áreas relacionadas de ciência e tecnologia que fundamentam a civilização moderna."

IEEE, pronunciado "Eye-triple-E", significa Institute of Electrical and Electronics Engineers. A organização é registrada sob esse nome e é o nome legal completo.

3.3.4 BigDecimals

Mas existe outra opção, deixando claro que **não estão incluídos automaticamente e vamos precisar requisitar explicitamente**: o tipo `BigDecimal`. Vamos ver o exemplo acima utilizando `BigDecimal`:

```
> require 'bigdecimal'  
=> true  
> total = BigDecimal(0.0, 2)  
=> 0.0  
> 100.times { total += 0.01 }  
=> 100  
> total  
=> 0.1e1  
> total.to_f  
=> 1.0
```

Para requisitar alguma coisa que não está disponível automaticamente na *standard lib* de Ruby, podemos utilizar o método `require`, seguido do nome do que queremos carregar para dentro do contexto de execução do programa. Para descobrirmos se vamos precisar do `require`, podemos acessar a [documentação da linguagem](#) e verificar se na URL consta "exts"(de *extensions*). Se constar, vamos precisar do `require`.^a

^a<https://ruby-doc.org/3.3.0/>

Já deixando claro que *qualquer* `BigDecimal` **não é** um *immediate value*, como podemos verificar:

```
> total.object_id >> 1 & 0x1  
=> 0
```

Ou seja, dependendo do seu uso, compensa alguns arredondamentos em `float` para economizar processamento, ou até utilizar racionais, como veremos daqui a pouco.

3.3.5 Datas

Vamos aproveitar o embalo de precisar requisitar recursos e vamos ver a classe `Date`. Caramba, mas qual a razão de não termos essa classe automaticamente disponibilizada? Como vamos ver logo à frente, temos a classe `Time`, que cobre basicamente o que precisamos com essa aqui.

Aqui vemos algumas opções de utilizar as datas, lembrando sempre de requisitar o módulo de datas antes de qualquer das operações abaixo.

Podemos requisitar utilizando:

```
> require 'date'
```

```
# retorna a data corrente
> Date.today
=> 2023-01-04

# cria a partir de valores de ano, mês e dia
> Date.new(2023, 1, 1)
=> #<Date: 2023-01-01 ((2459946j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# cria a partir de uma string
> Date.parse('2023-02-01')
=> #<Date: 2023-02-01 ((2459977j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# formata
> Date.parse('2023-02-01').strftime('%d/%m')
=> "01/02"

# converte em uma String no formato ISO-8601
> Date.parse('2023-02-01').iso8601
=> "2023-02-01"

# converte em String
> Date.parse('2023-02-01').to_s
=> "2023-02-01"
```

Podemos fazer aritmética com datas:

```
# incrementa 1 dia com +
> Date.parse('2023-02-01') + 1
=> #<Date: 2023-02-02 ((2459978j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# incrementa 1 mês com >>
> Date.parse('2023-02-01') >> 1
=> #<Date: 2023-03-01 ((2460005j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# decrementa 1 dia com -
> Date.parse('2023-02-01') - 1
=> #<Date: 2023-01-31 ((2459976j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# decrementa 1 mês com <<
> Date.parse('2023-02-01') << 1
=> #<Date: 2023-01-01 ((2459946j,0s,0n),+0s,2299161j)>
```

```
# próximo dia
> Date.parse('2023-02-01').next
=> #<Date: 2023-02-02 ((2459978j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# próximo dia, 1 como default
> Date.parse('2023-02-01').next_day
=> #<Date: 2023-02-02 ((2459978j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# próximo N dia
> Date.parse('2023-02-01').next_day(2)
=> #<Date: 2023-02-03 ((2459979j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# próximo mês, 1 como default
> Date.parse('2023-02-01').next_month
=> #<Date: 2023-03-01 ((2460005j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# próximo N mês
> Date.parse('2023-02-01').next_month(2)
=> #<Date: 2023-04-01 ((2460036j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# próximo ano, 1 como default
> Date.parse('2023-02-01').next_year
=> #<Date: 2024-02-01 ((2460342j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# próximo N ano
> Date.parse('2023-02-01').next_year(2)
=> #<Date: 2025-02-01 ((2460708j,0s,0n),+0s,2299161j)>
```

```
# mês passado, 1 como default
> Date.parse('2023-02-01').prev_month
=> #<Date: 2023-01-01 ((2459946j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# mês N passado
> Date.parse('2023-02-01').prev_month(2)
=> #<Date: 2022-12-01 ((2459915j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# ano passado, 1 como default
> Date.parse('2023-02-01').prev_year
=> #<Date: 2022-02-01 ((2459612j,0s,0n),+0s,2299161j)>

# ano N passado
> Date.parse('2023-02-01').prev_year(2)
=> #<Date: 2021-02-01 ((2459247j,0s,0n),+0s,2299161j)>
```

```
# ano
> Date.parse('2023-02-01').year
=> 2023
# mês
> Date.parse('2023-02-01').month
=> 2
# dia
> Date.parse('2023-02-01').day
=> 1
# dia do ano
> Date.parse('2023-02-01').yday
=> 32
# dia da semana, baseado em 0 a partir de Domingo
> Date.parse('2023-02-01').wday
=> 3
# verifica se a data é uma Quarta-feira. O resto dos dias estão disponíveis
# (em Inglês)
> Date.parse('2023-02-01').wednesday?
=> true
```

3.3.6 Horas

Para as horas, não precisamos do `require`, e além de alguns métodos bem parecidos com os das datas acima (como `year`, `month`, `day`, etc) temos alguns outros específicos para horas, além de que não temos o `parse` e podemos criar horas com o método `now` (que retorna data e hora corrente) ou o construtor `new`:

```
> Time.now
=> 2023-01-04 19:28:53.057388545 -0300

# cria somente com data e horas, minutos e segundos zerados
> Time.new('2023-02-01')
=> 2023-02-01 00:00:00 -0300

# cria com horas, minutos e segundos e transforma em uma String
> Time.new('2023-02-01 01:02:03').to_s
=> "2023-02-01 01:02:03 -0300"
```

Temos alguns métodos para *timezones*:

```
# retorna a timezone corrente
> Time.new('2023-02-01').zone
=> "-03"

# retorna a hora em UTC
> Time.new('2023-02-01').utc
=> 2023-02-01 03:00:00 UTC

# retorna o offset da timezone corrente
> Time.new('2023-02-01').utc_offset
=> -10800

# verifica se está em horário de verão
> Time.new('2023-02-01').dst?
=> false

# verifica se está em UTC
> Time.new('2023-02-01').utc?
=> false

# converte em hora local
> Time.new('2023-02-01').localtime
=> 2023-02-01 00:00:00 -0300

# converte de volta em UTC
> Time.new('2023-02-01').localtime.gmtime
=> 2023-02-01 03:00:00 UTC

# formata
> Time.new('2023-02-01 12:01:00').strftime("%d/%m/%Y %H:%M")
=> "01/02/2023 12:01"
```

Também podemos fazer aritmética com as horas, sendo que a unidade para manipular são segundos:

```
# 10 segundos para frente
> Time.new('2023-02-01 12:01:00') + 10
=> 2023-02-01 12:01:10 -0300

# 10 segundos para trás
> Time.new('2023-02-01 12:01:00') - 10
=> 2023-02-01 12:00:50 -0300

# diferença em segundos
> (Time.new('2023-02-01 12:01:00') + 10) - (Time.new('2023-02-01 12:01:00') - 10)
=> 20.0
```

Para as opções de formatação tanto de Date como de Time, podemos consultar [a documentação](#).

ção da linguagem.⁴

3.3.7 Racionais

De acordo com a [Wikipedia](#):

Em matemática, um número racional é todo número que pode ser representado por uma fração $\frac{a}{b}$ de dois números inteiros, um numerador a e um denominador não nulo b . Como b pode ser igual a 1, todo número inteiro também é um número racional. O termo racional surge do fato de $\frac{a}{b}$ representar a razão ou proporção entre os inteiros a e b .

O conjunto dos números racionais é representado por \mathbb{Q} (ou alternativamente por \mathbb{Q}), sendo o uso da letra "Q" derivado da palavra latina *quotiē(n)s*, cujo significado é "quantas vezes".

Ou seja, nossos bons e velhos números representados por frações, como aprendemos na escola.

Que estado do Brasil vai dos números irracionais aos complexos? Piauí. Pi-ao-i. Tum-dum-tss.

Podemos criar racionais (não os M.C.s) utilizando explicitamente a classe `Rational`:

```
> Rational(1,3)
=> (1/3)

> Rational(1,3) * 9
=> (3/1)
```

Ou, a partir da versão 1.9 de Ruby, utilizar `to_r` em uma `String`:

⁴https://ruby-doc.org/3.3.0 strftime_formatting_rdoc.html

```
> '1/3'.to_r * 9  
=> (3/1)
```

Ou mesmo utilizando o sufixo `r` no final do número:

```
> 1/3r  
=> (1/3)  
  
> 1/3r + 2/3r  
=> (1/1)
```

Dica

Podemos converter um número racional para inteiro:

```
> (1/3.to_r * 10).to_i  
=> 3
```

Ou ponto flutuante, o que nesse caso, faz mais sentido:

```
> (1/3.to_r * 10).to_f  
=> 3.333333333333335
```

Se quisermos arredondar:

```
> (1/3.to_r * 10).to_f.round(2)  
=> 3.33
```

Fazendo a utilização de racionais onde utilizamos anteriormente `BigDecimal`, o resultado é mais preciso:

```
> total = 0.0r
=> (0/1)
> 100.times { total += 1/100r }
=> 100
> total
=> (1/1)
> total.to_f
=> 1.0
> total.object_id >> 1 & 0x1
=> 0
```

Vejam que apesar dos números racionais também não serem *immediate values*, como os `BigDecimal`, eles já estão presentes para utilização sem a necessidade da requisição explícita e são bem mais leves em termos de processamento.

3.3.8 Booleanos

Temos mais dois *immediate values* que são os booleanos, os tradicionais `true` e `false`, indicando como `object_id`, respectivamente, 2 e 0:

```
> true.object_id
=> 2

> false.object_id
=> 0
```

3.3.9 Nulos

O tipo nulo em Ruby é definido como `nil`. Ele também é um *immediate value*, com o valor fixo de 4 no seu `object_id`:

```
> nil.object_id
=> 4
```

Temos um método para verificar se uma variável armazena um valor `nil`, chamado `nil?`:

```
> v = 1  
=> 1  
  
> v.nil?  
=> false  
  
> v = nil  
=> nil  
  
> v.nil?  
=> true
```

Reparam que `nil` é diferente de `false`, pois equivale à **nada**, mas igual no sentido que pode ser utilizado para comparações *booleanas* onde é diferente de `true`, significando **ausência de informação**.

3.3.10 Strings

Strings são cadeias de caracteres, que podemos criar delimitando esses caracteres com aspas simples ou duplas, como por exemplo "azul" ou 'azul', podendo utilizar simples ou duplas dentro da outra como "o céu é 'azul'" ou 'o céu é "azul"' e "escapar" utilizando o caracter \:

```
puts "o céu é 'azul'"  
puts "o céu é \"azul\""  
puts 'o céu é "azul"'  
puts 'o céu é \'azul\''
```

Código 3.2: Escapando strings

Resultado:

```
o céu é 'azul'  
o céu é "azul"  
o céu é "azul"  
o céu é 'azul'
```

Também podemos criar Strings longas, com várias linhas, usando o conceito de heredoc, onde indicamos um terminador logo após o sinal de atribuição (igual) e dois sinais de menor («):

```
str = <<FIM
Criando uma String longa
com saltos de linha e
vai terminar logo abaixo.
FIM

puts str
```

Código 3.3: Heredocs

Resultado:

```
Criando uma String longa
com saltos de linha e
vai terminar logo abaixo.
```

O terminador tem que vir logo no começo da linha onde termina a String, e ser o mesmo indicado no começo. Nesse exemplo, foi utilizado o terminador FIM. Utilizar heredocs evita que façamos muitas linhas cheias de Strings uma concatenando com a outra.

Assim como o terminador sempre está no começo da linha, estão as linhas seguintes. Dá usar usar também essa sintaxe para mover o terminador:

```
str = <<-FIM
Criando uma String longa
com saltos de linha e
vai terminar logo abaixo.
    FIM

puts str
```

Código 3.4: Heredocs com espaços no terminador

Aqui movemos o **terminador** para outra posição fora do começo da linha (isso vai ser útil para usar em métodos), mas não resolve o problema de ter que alinhar todas as frases no começo da linha:

```
str = <<~FIM
    Criando uma String longa
    com saltos de linha e
    vai terminar logo abaixo.
    FIM
puts str
```

Código 3.5: Heredocs com espaços no terminador e linhas

Resultado:

```
Criando uma String longa
com saltos de linha e
vai terminar logo abaixo.
```

Para remover os espaços no começo da linha e nos permitir alinhar de forma consistente no código, podemos utilizar o operador *squiggly*, que nada mais é do que um til (~) antes do terminador:

```
str = <<~FIM
    Criando uma String longa
    com saltos de linha e
    vai terminar logo abaixo.
    FIM
puts str
```

Código 3.6: Heredocs com squiggly

Resultado:

```
Criando uma String longa
com saltos de linha e
vai terminar logo abaixo.
```

Podemos utilizar **interpolação de expressão**, que é converter o valor de uma variável para o seu conteúdo em `String` (mais sobre isso daqui a pouco) dentro de um heredoc:

```
extra = "após o conteúdo extra"
str = <<~FIM
    Criando uma String longa
    com saltos de linha e que
    vai terminar logo abaixo,
    #{extra}.
FIM

puts str
```

Código 3.7: Heredocs com interpolação de expressão

Resultado:

```
Criando uma String longa
com saltos de linha e que
vai terminar logo abaixo,
após o conteúdo extra.
```

Também podemos aplicar um método que trabalha com Strings logo após a definição do heredoc, como por exemplo, o método `upcase`, que transforma o conteúdo de uma String para maiúsculas:

```
str = <<~FIM.upcase
    Criando uma String longa
    com saltos de linha e
    vai terminar logo abaixo.
FIM

puts str
```

Código 3.8: Heredocs com métodos

```
CRIANDO UMA STRING LONGA
COM SALTOS DE LINHA E
VAI TERMINAR LOGO ABAIXO.
```

Para cada String criada, vamos ter espaço alocado na memória, tendo um `object_id` distinto para cada uma:

```
> s1 = "ola"  
=> "ola"  
  
> s2 = "ola"  
=> "ola"  
  
> s1.object_id  
=> 260  
  
> s2.object_id  
=> 280
```

Mas aqui tem um porém importante em termos de gerenciamento de memória, o que afeta diretamente a parte de performance. Se ao invés de abrirmos o `irb` da forma costumeira, utilizarmos essa forma:

```
$ RUBYOPT=--enable-frozen-string-literal irb
```

E executarmos o código acima novamente:

```
> s1 = "ola"  
=> "ola"  
  
> s2 = "ola"  
=> "ola"  
  
> s1.object_id  
=> 260  
  
> s2.object_id  
=> 260
```

Aqui entra um conceito de objetos *congelados* ou *imutáveis* que vamos ver mais para frente do livro, onde vamos ter mais explicações sobre isso. Por enquanto, vamos só guardar o fato de que ambas as `Strings` que são idênticas compartilham o mesmo `object_id`.

3.3.11 Substrings

Substrings são partes de uma `String` (antes eu havia escrito "pedaços" de uma `String`, mas ficou um lance muito `Tokyo Ghoul/Hannibal Lecter`, então achei "partes" mais bonito).

Para pegar algumas `substrings`, podemos tratar a `String` como um `Array`:

```
> str = "string"  
=> "string"  
  
> str[0..2]  
=> "str"  
  
> str[3..4]  
=> "in"  
  
> str[4..5]  
=> "ng"
```

Podendo também usar índices negativos para recuperar as posições relativas ao final da String:

```
> str[-4..3]  
=> "ri"  
  
> str[-5..2]  
=> "tr"  
  
> str[-4..-3]  
=> "ri"  
  
> str[-3..-1]  
=> "ing"  
  
> str[-3..]  
=> "ing"  
  
> str[-1]  
=> "g"  
  
> str[-2]  
=> "n"
```

Ou utilizar o método `slice`, com um comportamento um pouco diferente:

```
> str.slice(0,2)  
=> "st"  
  
> str.slice(3,2)  
=> "in"
```

Referenciando um caracter da String, temos algumas diferenças entre as versões 1.8.x e mai-

ores que 1.9.x do Ruby:

```
# Ruby 1.8.x
> str[0]
=> 115

# Ruby 1.9.x e maiores
> str[0]
=> "S"
```

O que ocorre é que o *encoding* utilizado é diferente. Mais sobre *encodings*, logo abaixo.

3.3.12 Concatenando Strings

Para concatenar Strings, podemos utilizar os métodos (sim, métodos, vocês não imaginam as bruxarias que dá para fazer com métodos em Ruby, como veremos adiante!) + ou «:

```
> nome = "Eustaquio"
=> "Eustaquio"

> sobrenome = "Rangel"
=> "Rangel"

> nome + " " + sobrenome
=> "Eustaquio Rangel"

> nome.object_id
=> 84406670

> nome << " "
=> "Eustaquio "

> nome << sobrenome
=> "Eustaquio Rangel"

> nome.object_id
=> 84406670
```

A diferença é que + nos retorna um novo objeto, enquanto « faz uma realocação de memória e trabalha no objeto onde o conteúdo está sendo adicionado, como demonstrado acima, sem gerar um novo objeto.

3.3.13 Encodings

A partir da versão 1.9 temos suporte para *encodings* diferentes para as Strings em Ruby. Nas versões menores, era retornado o valor do caractere na tabela ASCII. Utilizando um *encoding*

como o UTF-8, podemos utilizar (se desejado, claro!) qualquer caracter para definir até nomes de métodos!

Dica

Para utilizarmos *explicitamente* um *encoding* em um arquivo de código-fonte Ruby, temos que especificar o encoding logo na primeira linha do arquivo, utilizando, por exemplo, com UTF-8:

```
# encoding: utf-8
```

A partir da versão 2.x, esse "comentário mágico"("magic comment", como é chamado) não é mais necessário se o *encoding* for UTF-8. Se for outro *encoding*, é só inserir o comentário no arquivo.

Podemos verificar o *encoding* de uma `String`:

```
> "eustáquio".encoding  
=> #<Encoding:UTF-8>
```

Podemos definir o *encoding* de uma `String`:

```
> "eustáquio".encode "iso-8859-1"  
=> "eust\xElquio"  
  
> "eustáquio".encode("iso-8859-1").encoding  
=> #<Encoding:ISO-8859-1>
```

Reparam que não precisamos dos parenteses para chamar um método em Ruby, como no primeiro caso de `encode` acima, e utilizando no segundo? Vamos ver isso quando chegarmos na parte de métodos.

Temos também o método `b` que converte uma `String` para a sua representação "binária", ou seja, em ASCII:

```
> "eustáquio".b  
=> "eust\xC3\xA1quio"  
> "eustáquio".b.encoding  
=> #<Encoding:ASCII-8BIT>
```

3.3.14 Váriaveis são referências na memória

Em Ruby, os valores são transmitidos por referência, podendo verificar isso com `Strings`, constatando que as variáveis realmente armazenam referências na memória. Vamos notar que, se criarmos uma variável apontando para uma `String`, criamos outra apontando para a primeira (ou seja, para o mesmo local na memória) e se alterarmos a primeira, comportamento semelhante é notado na segunda variável:

```
> nick = "TaQ"  
=> "TaQ"  
  
> other_nick = nick  
=> "TaQ"  
  
> nick[0] = "S"  
=> "S"  
  
> other_nick  
=> "SaQ"
```

Para evitarmos que esse comportamento aconteça e realmente obter dois objetos distintos, podemos utilizar o método `dup`:

```
> nick = "TaQ"  
=> "TaQ"  
  
> other_nick = nick.dup  
=> "TaQ"  
  
> nick[0] = "S"  
=> "S"  
  
> nick  
=> "SaQ"  
  
> other_nick  
=> "TaQ"
```

3.3.15 Congelando objetos explicitamente

Se, por acaso quisermos de forma explícita que um objeto não seja modificado, podemos utilizar o método `freeze`, que vai disparar uma exceção do tipo `FrozenError` se tentarmos alterar o objeto de alguma forma:

```
> nick = "TaQ"  
=> "TaQ"  
  
> nick.freeze  
=> "TaQ"  
  
> nick[0] = "S"  
FrozenError (can't modify frozen String: "TaQ")
```

Não temos um método `unfreeze`, mas podemos gerar uma cópia do nosso objeto congelado com `dup`, e assim fazer modificações nessa nova cópia:

```
> nick = "TaQ"  
=> "TaQ"  
  
> nick.freeze  
=> "TaQ"  
  
> new_nick = nick.dup  
=> "TaQ"  
  
> new_nick[0] = "S"  
=> "SaQ"
```

Importante notar que é criada uma tabela de `Strings` congeladas, assim toda `String` congelada vai ser o mesmo objeto:

```
> s1 = "taq".freeze
=> "taq"

> s1.object_id
=> 10988480

> s2 = "taq".freeze
=> "taq"

> s2.object_id
=> 10988480
```

Lembram que foi comentado a questão de performance em objetos congelados? Pensem assim, agora ao invés de 2 `Strings`, temos somente uma, que vai atender às nossas necessidades ali nas duas variáveis. Além de dar mais velocidade para o gerenciamento de memória, vai nos dar mais segurança em transmitir essas referências entre métodos, sem efeitos colaterais muitas vezes indesejados. Quando começarmos a utilizar arquivos de código, vamos ver como utilizar um *magic comment* para ativar as `Strings` congeladas no arquivo inteiro.

Os objetos congelados também são chamados de "objetos imutáveis". Temos esse comportamento em algumas outras linguagens e esse comportamento é valorizado especialmente em linguagens funcionais, de onde não são exclusividade. Vamos ver um exemplo de `String` congelada/imutável em Java:

```
public class Imutavel {
    public static void main(String args[]) {
        String mutable = "conteúdo original";
        mutable = "essa string é mutável!";

        final String immutable = "conteúdo original";
        immutable = "essa string é imutável!";
    }
}
```

Código 3.9: Objetos imutáveis em Java

Tentando compilar:

```
$ javac Imutavel.java
Imutavel.java:7: error: cannot assign a value to final variable immutable
    immutable = "essa string é imutável!";
               ^
1 error
```

Podemos definir **todas as Strings** de um arquivo com código fonte como congeladas utilizando o "comentário mágico" `frozen_string_literal: true` no começo do arquivo:

```
# frozen_string_literal: true
```

Vamos ver um *benchmark* (mais sobre isso mais para frente) verificando as diferenças entre utilizar objetos congelados ou não, nesse caso, `Strings`:

```
require 'benchmark'

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report('alocando strings') do
    1_000_000.times { s = "alocando!" }
  end
end
```

Código 3.10: Benchmark com Strings e comentários mágicos

Rodando o código, desabilitando as `Strings` congeladas:

```
RUBYOPT=--disable-frozen-string-literal ruby code/basico/string_bench.rb
          user      system      total      real
alocando strings  0.071635  0.000047  0.071682 ( 0.071916)
```

E agora, com as `Strings` congeladas:

```
RUBYOPT=--enable-frozen-string-literal ruby code/basico/string_bench.rb
          user      system      total      real
alocando strings  0.040436  0.000000  0.040436 ( 0.040670)
```

Ali já caiu o tempo em 44%!

Além disso, código imutável é muito mais seguro de rodar em paralelo. Esse assunto vai ser discutido no Capítulo 7.

3.3.16 Alguns métodos e truques com Strings

```
> str = "tente"
> str["nt"] = "st"
=> "teste"

> str.size
=> 5

> str.upcase
=> "TESTE"

> str.upcase.downcase
=> "teste"

> str.sub("t", "d")
=> "deste"

> str.gsub("t", "d")
=> "desde"

> str.capitalize
=> "Desde"

> str.reverse
=> "etset"

> str.split("t")
=> ["","es","e"]

> str.scan("t")
=> ["t", "t"]

> str.scan(/^t/)
=> ["t"]

> str.scan(/./)
=> ["t", "e", "s", "t", "e"]
```

Alguns métodos acima, como `sub`, `gsub` e `scan` aceitam expressões regulares (vamos falar delas daqui a pouco na Subseção 3.3.18) e permitem fazer algumas substituições como essa:

```
> "apenas um [teste]".gsub(/\[\]/, { "[" => "(", "]" => ")" })
=> "apenas um (teste)"
```

Particularmente eu prefiro utilizar expressões regulares para fazer manipulações no começo e fim das `Strings`, mas se quisermos remover os prefixos e sufixos temos `delete_prefix` e

`delete_suffix`, demonstrados aqui com o `sub` logo após:

```
> "aprovado".delete_prefix("a")
=> "provado"

> "aprovado".delete_suffix("do")
=> "aprova"

> "aprovado".sub(/^a/, "")
=> "provado"

> "aprovado".sub(/do$/, "")
=> "aprova"
```

3.3.17 Símbolos

Símbolos, antes de mais nada, são instâncias da classe `Symbol`. Podemos pensar em um símbolo como uma marca, um nome, onde o que importa não é o que contém a sua instância, mas o seu nome.

Símbolos podem se parecer com um jeito engraçado de `Strings`, mas devemos pensar em símbolos como significado e não como conteúdo. Quando escrevemos "azul", podemos pensar como um conjunto de letras, mas quando escrevemos :azul, podemos pensar em uma marca, uma referência para alguma coisa.

Símbolos também compartilham o mesmo `object_id`, em qualquer ponto do sistema:

```
> :teste.class
=> Symbol

> :teste.object_id
=> 263928

> :teste.object_id
=> 263928
```

Como pudemos ver, as duas referências para os símbolos compartilham o mesmo objeto, enquanto que foram alocados dois objetos para as `Strings`. Uma boa economia de memória com apenas uma ressalva: símbolos não são objetos candidatos a limpeza automática pelo *garbage collector*, ou seja, se você alocar muitos, mas muitos símbolos no seu sistema, você poderá experimentar um nada agradável esgotamento de memória que com certeza não vai trazer coisas boas para a sua aplicação, ao contrário de `Strings`, que são alocadas mas liberadas quando não estão sendo mais utilizadas.

Outra vantagem de símbolos é a sua comparação. Para comparar o conteúdo de duas `Strings`, temos que percorrer os caracteres um a um e com símbolos podemos comparar os seus `object_ids` que sempre serão os mesmos, ou seja, uma comparação $O(1)$ (onde o tempo para completar é sempre constante e o mesmo e não depende do tamanho da entrada).

Imaginem o tanto que economizamos usando tal tipo de operação! Lógico que também podemos minimizar a alocação de `Strings` utilizando sempre o comentário mágico de `Strings` congeladas.

Existem até algumas discussões mais filosóficas a respeito dos símbolos, mas o melhor jeito de entendermos esses carinhos estranhos é os utilizando no nosso código e nos acostumando com eles.



"Ruby people, strange people"

3.3.18 Expressões regulares

Outra coisa muito útil em Ruby é o suporte para expressões regulares (*regexps*). Elas podem ser facilmente criadas das seguintes maneiras:

```
> regex1 = /^[0-9]/
=> /^[0-9]/

> regex2 = Regexp.new("^[0-9]")
=> /^[0-9]/

> regex3 = %r{^[0-9]}
=> /^[0-9]/
```

Para fazermos testes com as expressões regulares, podemos utilizar os operadores `=~` ("igual o tiozinho quem vos escreve") que indica se a expressão "casou" e `!~` que indica se a expressão não "casou", por exemplo:

```
> "1 teste" =~ regex1
=> 0

> "1 teste" =~ regex2
=> 0

> "1 teste" =~ regex3
=> 0

> "outro teste" !~ regex1
=> true

> "outro teste" !~ regex2
=> true

> "outro teste" !~ regex3
=> true

> "1 teste" !~ regex1
=> false

> "1 teste" !~ regex2
=> false

> "1 teste" !~ regex3
=> false
```

Atenção: a partir da versão 3.2, o operador `=~` não funciona mais para outros objetos que não sejam Strings.

No caso das expressões que "casaram", foi retornada a posição da String onde houve correspondência. Também podemos utilizar, a partir da versão 2.4, o método `match?`:

```
> regex1.match? "1 teste"
=> true

> regex1.match? "outro teste"
=> false
```

O detalhe é que o método `match?`, que retorna somente um `boolean` indicando se a expressão "casou" ou não (diferente do `=~` que retorna `onde` casou) é até **3 vezes mais rápido!** Então é preferível utilizar ele se você não precisa saber onde foi o ponto exato que a expressão "casou", somente se ela "casou" ou não.

Podemos fazer truques bem legais com expressões regulares e `Strings`, como por exemplo, dividir a nossa `String` através de uma expressão regular, encontrando todas as palavras que começam com r:

```
> "o rato roeu a roupa do rei de Roma".scan(/r[a-z]+/i)
=> ["rato", "roeu", "roupa", "rei", "Roma"]
```

Fica uma dica que podemos utilizar alguns modificadores no final da expressão regular, no caso acima, o `/i` indica que a expressão não será *case sensitive*, ou seja, levará em conta caracteres em maiúsculo ou minúsculo.

Outra dica interessante é o construtor `%r`, mostrado acima. Quando temos barras para "es-
capar" dentro da expressão regular, ele nos permite economizar alguns caracteres, como nesse exemplo:

```
> /\Ahttp://\/(www\.)?eustaquiangel\.com\z/.match? "http://eustaquiangel.com"
=> true

> %r{http://(www\.)?eustaquiangel\.com}.match? "http://eustaquiangel.com"
=> true
```

Também podemos utilizar interpolação de expressão dentro da expressão regular:

```
> host = "eustaquiangel.com"
=> "eustaquiangel.com"

> %r{\Ahttp://(www\.)?#{host}\z}.match? "http://eustaquiangel.com"
=> true
```

Dica

Reparam que eu usei os marcadores de início de linha \A e de fim de linha \z. Geralmente costumamos utilizar os caracteres circunflexo e cifrão, mas tem um pequeno grande problema: esses marcadores não levam em conta a quebra de linha (\n) dentro da String:

```
> /^\\w+$/ .match?("hello world")
=> false

> /^\\w+$/ .match?("hello\\nworld")
=> true
```

Enquanto que utilizando \A e \z, funciona perfeitamente:

```
> /\A\\w+\\z/.match?("hello\\nworld")
=> false
```

Grupos

Podemos utilizar grupos nas expressões regulares, utilizando (e) para delimitar o grupo, e \$<número> para verificar onde o grupo "casou". Não é uma prática muito utilizada, fica mais legível até utilizar grupos nomeados (que já vamos ver) mas está aí se precisar:

```
> "Alberto Roberto" =~ /(\w+) (\ ) (\w+)/
=> 0

> $1
=> "Alberto"

> $2
=> " "

> $3
=> "Roberto"
```

Também podemos utilizar \$<número> para fazer alguma operação com os resultados da expressão regular assim:

```
> "Alberto Roberto".sub(/(\w+) (\ ) (\w+)/, '\3 \1')
=> "Roberto Alberto"
```

Ali no resultado temos os grupos identificados nas variáveis `$1`, `$2` e `$3`, que podem ser úteis em alguns casos como o demonstrado acima, mas também temos a desestruturação dos resultados, onde utilizando `match`, podemos fazer algo como:

```
> "Alberto Roberto".match(/(\w+) \s (\w+)/) => nome, sobrenome
=> nil
3.3.0 :142 > nome
=> "Alberto"
3.3.0 :143 > sobrenome
=> "Roberto"
```

Nesse caso, definimos apenas 2 grupos (o espaço no meio não é mais um grupo) e foram atribuídos os grupos encontrados nas variáveis do lado direito.

Podemos capturar grupos que existem ou não no final. Aqui podemos ver que o conteúdo ficou vazio:

```
> "Alberto Roberto".match(/(\w+) \s (\w+) \s? (.*) ?/) => nome, sobrenome, resto
=> nil
> nome
=> "Alberto"
> sobrenome
=> "Roberto"
> resto
=> ""
```

E aqui concentrou todo o restante:

```
> "Alberto Roberto da Silva".match(/(\w+) \s (\w+) \s? (.*) ?/) => nome, sobrenome, resto
=> nil
> nome
=> "Alberto"
> sobrenome
=> "Roberto"
> resto
=> "da Silva"
```

A partir das versões 2.x, o **Onigmo** é o novo *engine* de expressões regulares da versão 2.0. Ela parece ser bem baseada em Perl e aqui tem vários recursos que podem estar presentes nesse *engine*. Como exemplo:

```
regexp = /^([A-Z])?[a-z]+(?:1)[A-Z]| [a-z])$/  
p regexp =~ "foo"    #=> 0  
p regexp =~ "fOO"   #=> nil  
p regexp =~ "FoO"   #=> 0
```

No código acima pudemos ver que foi utilizado o método `p`, que é similar ao método `inspect`, que inspeciona o conteúdo de uma variável sem tentar converter em texto, como uma `String`, quando utilizamos o método `puts`. Vamos dar uma olhada nos jeitos de inspecionar aquela variável `regexp` e notar as diferenças:

```
> p regexp  
/^([A-Z])?[a-z]+(?:1)[A-Z]| [a-z])$/  
=> /^([A-Z])?[a-z]+(?:1)[A-Z]| [a-z])$/  
  
> puts regexp  
(?-mix:^([A-Z])?[a-z]+(?:1)[A-Z]| [a-z])$)  
=> nil  
  
> regexp.inspect  
=> "/^([A-Z])?[a-z]+(?:1)[A-Z]| [a-z])$/"
```

Como regra, se quisermos a visualização do objeto como texto (o que às vezes não nos dá muita informação), podemos utilizar `puts`. Quando quisermos ver as internas do objeto, utilizamos `p`, se quisermos armazenar essa descrição de forma textual, utilizamos `inspect`.

Ali é declarado o seguinte: `(?(cond) yes | no)` (reparem no primeiro `?` e em `|`, que funcionam como o operador ternário `? e :`), onde se `cond` for atendida, é avaliado `yes`, senão, `no`, por isso que `foo`, iniciando e terminando com caracteres minúsculos, casa com `no`, `fOO` com maiúsculo `no` final não casa com `nada` e `Foo` casa com `yes`.

Grupos nomeados

Melhor do que utilizar os marcadores mostrados acima, podemos utilizar **grupos nomeados** em nossas expressões regulares, como por exemplo:

```
> matcher = /(?:<objeto>\w{5})(.*)(?:<cidade>\w{4})$/ .match("o rato roeu a roupa do rei de
Roma")
> matcher[:objeto]
=> "roupa"
> matcher[:cidade]
=> "Roma"
```

O formato de captura é `(?:<nome_do_grupo>)`, onde `nome_do_grupo` vai ser a chave da Hash (já vamos ver esse tipo de objeto), convertida em um símbolo, e vai conter tudo o que a expressão regular que estiver dentro dos parenteses "casar".

A partir da versão 2.4, temos o método `named_captures` que nos retorna uma Hash com os valores que foram capturados:

```
> matcher = /(?:<objeto>\w{5})(.*)(?:<cidade>\w{4})$/ .match("o rato roeu a roupa do rei de
Roma")
=> #<MatchData "roupa do rei de Roma" objeto:"roupa" cidade:"Roma">
> matcher.named_captures
=> {"objeto"=>"roupa", "cidade"=>"Roma"}
```

Caracteres acentuados

E se precisarmos utilizar caracteres com acento nas expressões? Por exemplo, eu juro que o meu nome está correto, mas:

```
> "eustáquio".match? /\A\w+\z/
=> false
```

Para resolver esse problema, podemos utilizar tanto as propriedades de caracteres⁵:

```
> "eustáquio".match? /\A\p{Latin}+\z/
=> true
```

⁵<http://ruby-doc.org/core-2.1.5/Regexp.html#class-Regexp-label-Character+Properties>

como a indicação de que os caracteres são Unicode:

```
> "eustáquio".match? /\A(?)\w+\z/  
=> true
```

Timeout

A partir da versão 3.2 temos o método `timeout`, que nos permite definir um tempo máximo para as expressões serem avaliadas. Mas para que diabos queremos isso? Imaginem uma situação em que a aplicação vai demorar muito tempo para avaliar uma determinada expressão com algum conteúdo enviado pelo usuário, e nós sabemos que usuários podem enviar de tudo se não tomarmos cuidado, certo? Pegando o exemplo baseado na documentação da linguagem (se você tiver um computador *muito* rápido, pode ter que aumentar o número de caracteres):

```
> Regexp.timeout = 0.1  
> /^a*b?a*$/. =~ "a" * 5_000_000 + "x"  
=> Regexp match timeout (Regexp::TimeoutError)
```

A configuração do `timeout` acima é *global*. Se quisermos definir por expressão regular, podemos especificar `timeout` na expressão:

```
> Regexp.timeout = 1.0  
> /^a*b?a*$/. =~ "a" * 5_000_000 + "x"  
=> nil  
  
> expr = Regexp.new("^a*b?a*$", timeout: 0.1)  
=> /^a*b?a*$/  
> expr =~ "a" * 5_000_000 + "x"  
=> Regexp match timeout (Regexp::TimeoutError)
```

Um recurso bem interessante quando temos alguma expressão regular mais complicada, é que podemos dividir a expressão por linha e inserir comentários em cada linha:

```
> regex = %r{
\w+\s\w+\s-\s          # nome e sobrenome
\d{1,2}\s-\s           # idade, de 1 até 99
\d{3}.\d{3}.\d{3}-\d{2} # CPF
}x
=>
/
...
> "antonio silva - 40 - 111.222.333-44".match? regex
=> true
> "antonio - 40 - 111.222.333-44".match? regex
=> false
> "antonio silva - 401 - 111.222.333-44".match? regex
=> false
> "antonio silva - 401 - 111.222.333".match? regex
=> false
```

Importante notar que utilizamos `%r` com o `x` no final, que significa que estamos habilitando o modo estendido das expressões regulares, e também que todos os espaços em branco nesse modo é descartado, tendo que especificar de forma explícita com `\s`.

3.3.19 Arrays

Arrays podemos definir como objetos que contém coleções de referências para outros objetos. Vamos ver um Array simples com números:

```
> array = [1, 2, 3, 4, 5]
=> [1, 2, 3, 4, 5]
```

Em Ruby os Arrays podem conter tipos de dados diferentes também, como esse onde misturamos inteiros, flutuantes e Strings:

```
> array = [1, 2.3, "oi"]
=> [1, 2.3, "oi"]
```

Dica

Para criarmos Arrays de Strings o método convencional é:

```
array = ["um", "dois", "tres", "quatro"]
=> ["um", "dois", "tres", "quatro"]
```

mas temos um atalho que nos permite economizar digitação com as aspas, que é o `%w` e pode ser utilizado da seguinte maneira:

```
array = %w(um dois tres quatro)
=> ["um", "dois", "tres", "quatro"]
```

e também podemos utilizar `%i` para criar um Array de símbolos:

```
%i(um dois tres quatro)
=> [:um, :dois, :tres, :quatro]
```

Os delimitadores podem ser tanto `()` como vimos acima, como também `[]` ou mesmo `{}`, dependendo do conteúdo que estiver dentro, se for algum dos delimitadores. Podem ser alterados à vontade.

Podemos também criar Arrays com tamanho inicial pré-definido utilizando o tamanho na criação do objeto:

```
> array = Array.new(5)
=> [nil, nil, nil, nil, nil]
```

Para indicar qual valor ser utilizado ao invés de `nil` nos elementos do Array criado com tamanho definido, podemos usar:

```
> array = Array.new(5, 0)
=> [0, 0, 0, 0, 0]
```

Vamos verificar um efeito interessante, criando um Array com tamanho de 5 e algumas Strings como o valor de preenchimento:

```
> array = Array.new(5, "oi")
=> ["oi", "oi", "oi", "oi", "oi"]
```

Foi criado um `Array` com 5 elementos, mas são todos os mesmos elementos. Duvidam? Olhem só:

```
> array[0].upcase!
=> "OI"

> array
=> ["OI", "OI", "OI", "OI", "OI"]
```

Dica

Se tentarmos fazer esse exemplo com a opção de `Strings` congeladas, esse exemplo **não vai funcionar!**

Foi aplicado um método destrutivo (que altera o próprio objeto da referência, não retornando uma cópia dele no primeiro elemento do `Array`, que alterou *todos os outros elementos*, pois são *o mesmo objeto*). Para evitarmos isso, podemos utilizar um bloco (daqui a pouco mais sobre blocos!) para criar o `Array`:

```
> array = Array.new(5) { "oi" }
=> ["oi", "oi", "oi", "oi", "oi"]

> array[0].upcase!
=> "OI"

> array
=> ["OI", "oi", "oi", "oi", "oi"]
```

Pudemos ver que agora são objetos distintos.

Agora vamos ter nosso primeiro uso para blocos de código, onde o bloco vai ser passado para o construtor do `Array`, que cria elementos até o número que especificamos transmitindo o valor do elemento atual (no caso do `Array` que vamos criar, 1, 2, 3, 4 e 5) para o bloco.

Os `Arrays` tem uma característica interessante que vários outros objetos de Ruby tem: eles são **iteradores**, ou seja, objetos que permitem percorrer uma coleção de valores, pois incluem o módulo (`hein?` mais adiante falaremos sobre módulos no Capítulo 5) `Enumerable`, que inclui essa facilidade.

Como parâmetro para o método que vai percorrer a coleção, vamos passar um bloco de código e vamos ver na prática como que funciona isso. Dos métodos mais comuns para percorrer uma coleção, temos `each`, que significa "cada", e que pode ser lido "para cada elemento da coleção do meu objeto, execute esse bloco de código", dessa maneira:

```
> array = [1, 2, 3, 4, 5]
> array.each { |numero| puts "O Array tem o numero " + numero.to_s }

=> O Array tem o numero 1
=> O Array tem o numero 2
=> O Array tem o numero 3
=> O Array tem o numero 4
=> O Array tem o numero 5
```

Ou seja, para cada elemento do `Array`, foi executado o bloco - atenção aqui - passando o elemento corrente como argumento, recebido pelo bloco pela sintaxe `|<parâmetro>|` (o caractere `|` é o *pipe* no Linux), que ali chamamos de `numero`. Podemos ver que as instruções do nosso bloco, que no caso só tem uma linha (e foi usada a convenção de `{ e }`), foram executadas com o valor recebido no parâmetro, convertendo o mesmo para uma `String`, com `to_s`.

Dica

Temos um atalho em Ruby que nos permite economizar conversões dentro de `Strings`. Ao invés de usarmos `to_s` como mostrado acima, podemos utilizar o que é conhecido como **interpolação de expressão** com a sintaxe `#{objeto}`, onde tudo dentro das chaves vai ser transformado em `String` acessando o seu método `to_s`, como já demonstrado anteriormente. Ou seja, poderíamos ter escrito o código do bloco como:

```
{ |numero| puts "O Array tem o numero #{numero}" }
```



"Temos rubis aqui, Georgie!"

A partir da versão 3.4, quando tivermos apenas um parâmetro para ser enviado para o bloco, se desejarmos, não precisamos explicitar o mesmo com a sintaxe `|<parâmetro>|` como visto acima. Apesar do nome do parâmetro ser importante para identificar o tipo de valor que está sendo enviado, podemos utilizar agora `it` (ah-há, agora fez sentido a imagem acima) que será, de forma implícita, onde o valor será enviado para o bloco.

Assim, a partir da versão 3.4, vamos poder escrever o bloco acima dessa forma, já também com a interpolação de expressão:

```
array.each { puts "O Array tem o numero #{it}" }
```

Como já estamos utilizando uma versão igual ou maior que 3.4, nos próximos blocos que tiverem somente um parâmetro, vamos começar a chamá-los de `it`.

Para quem conhece [Kotlin](#)⁶, o `it` deve parecer familiar:

```
val list = (1..5).toList();

list.forEach {
    println(it);
}
```

E não se preocupem: se acharam o código em [Kotlin](#) mais elegante, vamos chegar em algo parecido daqui a pouco, na Subseção 3.3.21, que é muito parecido com o código em [Kotlin](#) acima (Ruby veio primeiro!).

Uma coisa que pode acontecer quando começarmos a utilizar a versão 3.4 no final do ano (sai uma versão nova em todo Natal!) é que se tivermos um método chamado `it` no mesmo contexto que estamos utilizando o parâmetro implícito do bloco. Nesse caso, podemos ter um *warning* como:

⁶<https://kotlinlang.org>

```
warning: 'it' calls without arguments will refer to the first block param  
in Ruby 3.4;  
use it() or self.it
```

Se houver conflito, a própria mensagem já nos indica como resolver: utilizar de forma explícita o método, e não o parâmetro implícito, chamando como `it()` ou `self.it`. Só seguir o que está escrito ali e ser feliz, tomando cuidado com os métodos chamados `it` que podem estar espalhados em nosso código.

Voltando ao tópico principal. Podemos pegar sub-arrays utilizando o formato `[início..fim]` ou o método `take`, o que nos retorna um subconjunto do conjunto apontado:

```
> a = %w(john paul george ringo)  
=> ["john", "paul", "george", "ringo"]  
  
> a[0..1]  
=> ["john", "paul"]  
  
> a[1..2]  
=> ["paul", "george"]  
  
> a[1..3]  
=> ["paul", "george", "ringo"]  
  
> a[0]  
=> "john"  
  
> a[-1]  
=> "ringo"  
  
> a.first  
=> "john"  
  
> a.last  
=> "ringo"  
  
> a.take(2)  
=> ["john", "paul"]
```

Reparam no pequeno truque de usar `-1` para acessar o último elemento, o que pode ficar bem mais claro utilizando o método `last` (e `first` para o primeiro elemento).

Agora que vimos como um iterador funciona, podemos exercitar alguns outros. Para adicionar elementos em um `Array`, podemos utilizar o método `push` ou o `«` (lembrem desse, nas `Strings`?), desse modo:

```
> a = %w(john paul george ringo)
> a.push("stu")
=> ["john", "paul", "george", "ringo", "stu"]

> a << "george martin"
=> ["john", "paul", "george", "ringo", "stu", "george martin"]
```

Para adicionar elementos no começo de um `Array`, podemos utilizar `unshift`:

```
> a = %w(john paul george ringo)
=> ["john", "paul", "george", "ringo"]

> a.unshift("stu")
=> ["stu", "john", "paul", "george", "ringo"]
```

Se preferirmos, podemos utilizar os *aliases* de `unshift` e `push`, `prepend` e `append`:

```
> a = %w(john paul george)
=> ["john", "paul", "george"]

> a.prepend("stu")
=> ["stu", "john", "paul", "george"]

> a.append("ringo")
=> ["stu", "john", "paul", "george", "ringo"]
```

Os *aliases* nada mais são do que "apelidos" para um determinado método, onde o método apelidado é invocado sem alterações. Apesar de ser mais de um jeito de fazer a mesma coisa, às vezes os *aliases* deixam mais explícito o funcionamento de um método que poderia ter um nome não tão comprehensível.

Se quisermos criar um novo `Array` a partir de outros, deixando seus elementos únicos, podemos utilizar `union`:

```
> ["a", "b", "c"].union ["c", "d", "a"]
=> ["a", "b", "c", "d"]
```

Esse método só definido na versão 2.6 da linguagem, mas antes podíamos (e ainda podemos) utilizar o operador `bitwise OR |` para o mesmo comportamento:

```
> ["a", "b", "c"] | ["c", "d", "a"]
=> ["a", "b", "c", "d"]
```

Para saber os elementos que são diferentes entre um `Array` e outro, também na versão 2.6 foi introduzido o método `difference`, que também era utilizado o operador `-` para a mesma finalidade:

```
> ["a", "a", "b", "b", "c", "c", "d", "e"].difference ["a", "b", "d"]
=> ["c", "c", "e"]

> ["a", "a", "b", "b", "c", "c", "d", "e"] - ["a", "b", "d"]
=> ["c", "c", "e"]
```

E para completar, saber os elementos que são comuns entre um `Array` e outro, na versão 2.7 foi introduzido o método `intersection`, que também era utilizado o operador `bitwise AND &` para a mesma finalidade:

```
> ["a", "b", "c", "d"].intersection ["b", "d"]
=> ["b", "d"]

> ["a", "b", "c", "d"] & ["b", "d"]
=> ["b", "d"]
```

Se quisermos pesquisar em `Arrays` dentro de `Arrays`, podemos utilizar o método `dig`:

```
> array = [0, [1, [2, 3]]]
=> [0, [1, [2, 3]]]

> array[1][1][0]
=> 2

> array.dig(1, 1, 0)
=> 2
```

3.3.20 Duck Typing



Pudemos ver que o operador/método « funciona de maneira similar em `Strings` e `Arrays`, e isso é um comportamento que chamamos de **Duck Typing**, baseado no **duck test**, de **James Whitcomb Riley**, que diz o seguinte:

Se parece com um pato, nada como um pato, e faz barulho como um pato, então provavelmente é um pato.

Isso nos diz que, ao contrário de linguagens de tipagem estática, onde o tipo do objeto é verificado em tempo de compilação, em Ruby nos interessa se um objeto é capaz de exibir algum comportamento esperado, não o tipo dele.

Se você quer fazer uma omelete, não importa que animal que está botando o ovo (galinha, pata, avestruz, Tiranoossauro Rex, etc), desde que você tenha um jeito/método para botar o ovo.

"Mas como vou saber se um determinado objeto tem um determinado método?" Isso é fácil de verificar utilizando o método `respond_to?`:

```
> String.new.respond_to?(:<<)
=> true

> Array.new.respond_to?(:<<)
=> true
```

"Mas eu realmente preciso saber se o objeto em questão é do tipo que eu quero. O método « é suportado por `Arrays`, `Strings`, `Integers` mas tem comportamento diferente nesses últimos!". Nesse caso, você pode verificar o tipo do objeto utilizando `kind_of?`:

```
> String.new.kind_of?(String)
=> true

> 1.kind_of?(Integer)
=> true

> 1.kind_of?(Numeric)
=> true

> 1.kind_of?(Bignum)
=> false
```

De qualquer forma, o conceito de *duck typing* de Ruby nos remete ao princípio de substituição de Liskov, que é o "L"em **SOLID**,⁷ que estabelece que

A visão de "subtipo" defendida por Liskov e Wing é baseada na noção da substituição; isto é, se S é um subtipo de T, então os objetos do tipo T, em um programa, podem ser substituídos pelos objetos de tipo S sem que seja necessário alterar as propriedades deste programa.

É basicamente o contrato de interfaces, sem precisar das interfaces. Se o objeto responde e pode fazer o que é necessário, não precisa ser de um tipo específico.

3.3.21 Ranges

Ranges são intervalos em que existe a *intenção* de criar um intervalo, não a sua *instanciação*, ou seja, definimos os limites, mas não criamos os objetos dentro desses limites.

Nos limites podemos definir incluindo ou não o último valor referenciado. Vamos exemplificar isso com o uso de iteradores, dessa maneira:

⁷https://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio_da_substitui%C3%A7%C3%A3o_de_Liskov

```
> range1 = (0..10)
=> 0..10

> range2 = (0...10)
=> 0...10

> range1.each { |it| print "#{it} " }
=> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

=> 0..10
> range2.each { |it| print "#{it} " }

=> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
=> 0...10
```

Como pudemos ver, as Ranges são declaradas com um valor inicial e um valor final, separadas por dois ou três pontos, que definem se o valor final vai constar ou não no intervalo.

A partir da versão 3.3, temos o método `overlap`, que nos permite verificar se uma Range se sobrepõe à outra:

```
> r1 = (0..10)
=> 0..10
> r2 = (5..15)
=> 5..15
> r3 = (11..15)
=> 11..15
> r1.overlap?(r2)
=> true
> r1.overlap?(r3)
=> false
```

Dica

Para se lembrar qual das duas opções que incluem o valor, se lembre que nesse caso **menos é mais**, ou seja, **com dois pontos temos mais valores**.

Um truque legal é que podemos criar Ranges com Strings:

```
> ("a".."z").each { |it| print "#{it} " }
=> a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

=> "a".."z"
> ("ab".."az").each { |it| print "#{it} " }

=> ab ac ad ae af ag ah ai aj ak al am an ao ap aq ar as at au av aw ax ay az
=> "ab".."az"
```

Outro bem legal é converter uma Range em um Array, mas atenção: aqui saímos da *intenção* de ter os objetos para a *instanciação* dos objetos, ou seja, não tentem fazer isso com um intervalo de milhões de objetos:

```
> ("a".."z").to_a
=> ["a", "b", "c", "d", "e", "f", "g", "h", "i", "j", "k", "l", "m", "n", "o",
    "p", "q", "r", "s", "t", "u", "v", "w", "x", "y", "z"]
```

As Ranges também podem ser infinitas, com um valor inicial e sem o valor final:

```
> range = (10..
=> 10..

> range.take(5)
=> [10, 11, 12, 13, 14]
```

Novamente, fica o conselho de não tentar fazer a instanciação de todos os objetos para um Array, até porque para o caso de Ranges infinitas isso irá gerar uma exceção do tipo RangeError.

A partir da versão 3.3 temos o método `reverse_each`, que nos permite pegar elementos do final até o começo da Range, no exemplo abaixo, com o começo infinito:

```
> (...10).reverse_each.take(3)
=> [10, 9, 8]
> (...10).reverse_each.take(11)
=> [10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]
> (...10).reverse_each.take(15)
=> [10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, -4]
```

E também temos o método `overlap`, que nos permite verificar se uma Range está contida de

alguma forma dentro de outra:

```
> (7..15).overlap?(5..10)
=> true
> (10..15).overlap?(5..10)
=> true
> (11..15).overlap?(5..10)
=> false
```

3.3.22 Hashes

As Hashes são, digamos, Arrays indexados, com chaves e valores, que podem ser quaisquer tipos de objetos, sendo o valor especificado no lado esquerdo, o operador de atribuição do valor sendo => (mais sobre ele mais adiante) e o valor do lado direito, como por exemplo:

```
> hash = { :john => "guitarra e voz", :paul => "baixo e voz", :george => "guitarra", :
  ringo => "bateria" }
=> { :john=>"guitarra e voz", :paul=>"baixo e voz", :george=>"guitarra", :ringo=>"bateria
  "}
```

Alerta de coisa antiga

A partir de Ruby 1.9.x as Hashes mantém a ordem dos elementos do jeito que foram criadas, porém em algumas versões do Ruby 1.8.x essa ordem é aleatória, então é bom dar uma revisada em algum código perdido antigo que pode estar gastando tempo e processamento ordenando as Hashes.



Coisas do tempo do Lauro Antigo.

Depois de declaradas, podemos buscar os seus valores através de suas chaves, que no caso acima, são símbolos:

```
> hash[:paul]
=> "baixo e voz"

> hash[:ringo]
=> "bateria"

> hash[:stu]
=> nil
```

O pessoal que vem de outras linguagens, como por exemplo Python, pode estranhar aquele último comando onde pedimos uma chave que não existe e foi retornado `nil`.

Em um `dict` de Python isso retornaria um erro com a exceção `KeyError`. Em Ruby temos um comportamento *permissivo* que retorna um valor nulo e não a exceção.

Se quisermos manter um comportamento mais estrito como em Python, podemos utilizar o método `fetch` da seguinte maneira:

```
hash.fetch(:stu)
=> in `fetch': key not found: :stu (KeyError)
```

Reparam que inclusive é o mesmo nome de exceção. Se quisermos ser mais permissivos e fornecer um valor default, podemos enviar logo após a chave:

```
> hash.fetch(:stu, 'baixo')
=> "baixo"
```

Utilizar símbolos como chaves de `Hashes` é uma operação costumeira em Ruby. Se utilizarmos `Strings`, elas serão tratadas como `Strings` congeladas, o que podemos verificar comparando os seus `object_ids`:

```
> h1 = { "name" => "John" }
=> {"name"=>"John"}

> h2 = { "name" => "Paul" }
=> {"name"=>"Paul"}

> h1.keys.first.object_id
=> 12256640

> h2.keys.first.object_id
=> 12256640
```

Vamos ver um exemplo de como podemos armazenar diversos tipos tanto nas chaves como nos valores de uma Hash:

```
> hash = { "integer" => 1, :float => 1.23, 1 => "um" }
=> {"fixnum"=>1, :float=>1.23, 1=>"um"}

> hash["integer"]
=> 1

> hash[:float]
=> 1.23

> hash[1]
=> "um"
```

Podemos criar Hashes com valores default:

```
> hash = Hash.new(0)
=> {}

> hash[:um]
=> 0

> hash[:dois]
=> 0
```

Nesse caso, quando o valor da chave ainda não teve nada atribuído e é requisitado, é retornado o valor default que especificamos em `new`, que foi 0. Vamos testar com outro valor:

```
> hash = Hash.new(Time.now)
=> {}

> hash[:um]
=> Tue Jun 05 23:53:22 -0300 2011

> hash[:dois]
=> Tue Jun 05 23:53:22 -0300 2011
```

No caso acima, passei `Time.now` no método `new` da `Hash`, e toda vez que tentei acessar um dos valores que ainda não foram atribuídos, sempre foi retornado o valor da data e hora de quando initializei a `Hash`. Para que esse valor possa ser gerado dinamicamente, podemos passar um bloco para o método `new`:

```
> hash = Hash.new { Time.now }
=> {}

> hash[:um]
=> 2008-12-31 11:31:28 -0200

> hash[:dois]
=> 2008-12-31 11:31:32 -0200

> hash[:tres]
=> 2008-12-31 11:31:36 -0200
```

Hashes são bastante utilizadas como parâmetros de vários métodos do Rails.

Como utilizamos **muito** símbolos como chaves de Hashes, podemos criar dessa maneira:

```
> hash = {john: "guitarra e voz", paul: "baixo e voz", george: "guitarra",
ringo: "bateria"}
=> {:john=>"guitarra e voz", :paul=>"baixo e voz", :george=>"guitarra",
:ringo=>"bateria"}
```

Reparam que o operador "rocket"(=>) sumiu e por convenção esse tem sido o método utilizado desde então. Se você quer ser *vintage*, continue usando o "rocket", se quiser ser *cool*, adote a forma nova. E fique de olho quando for *vintage* te transformar automaticamente em *cool*, tem uma galerinha aí cheia dessas firulas ...

Temos um atalho para criar hashes com o valor de variáveis com o mesmo nome do símbolo da chave. Ao invés de fazer isso:

```
> a = 1  
=> 1  
> b = 2  
=> 2  
> h = {a: a, b: b}  
=> {:a=>1, :b=>2}
```

Podemos fazer:

```
> a = 1  
=> 1  
> b = 2  
=> 2  
> h = {a:, b:}  
=> {:a=>1, :b=>2}
```

Isso para o caso dessas variáveis já estiverem declaradas e tiverem o seu uso necessário em algum outro ponto. Do contrário, o mais simples é o mais fácil:

```
> h = {a: 1, b: 2}  
=> {:a=>1, :b=>2}
```

Lembre-se: amigos não deixam amigos escreverem código sem utilidade. Dá LER, além de dor de cabeça.

Se desejarmos transformar as chaves de uma Hash, podemos utilizar o método `transform_keys`:

```
> hash = { john: "guitarra e voz", paul: "baixo e voz", george: "guitarra",
ringo: "bateria" }
=> { :john=>"guitarra e voz", :paul=>"baixo e voz", :george=>"guitarra",
:ringo=>"bateria" }

> hash.transform_keys { |it| it.to_s.upcase }
=> { "JOHN"=>"guitarra e voz", "PAUL"=>"baixo e voz", "GEORGE"=>"guitarra",
"RINGO"=>"bateria" }
```

Se desejarmos *outra* Hash apenas com as chaves selecionadas, podemos utilizar `slice`, que mantém a original intocada:

```
> hash = { john: "guitarra e voz", paul: "baixo e voz", george: "guitarra",
ringo: "bateria" }
=> { :john=>"guitarra e voz", :paul=>"baixo e voz", :george=>"guitarra", :ringo=>"bateria" }

> hash.slice(:john, :paul)
=> { :john=>"guitarra e voz", :paul=>"baixo e voz" }

> hash
=> { :john=>"guitarra e voz", :paul=>"baixo e voz", :george=>"guitarra",
:ringo=>"bateria" }
```

Podemos utilizar, assim como em Arrays, o método `dig` para "cavar" nas estruturas das Hashes:

```
> hash = { a: { b: { c: 3 } } }
=> { :a=>{ :b=>{ :c=>3 } } }

> hash[:a][:b][:c]
=> 3

> hash.dig(:a, :b, :c)
=> 3
```

E também podemos combinar 2 Hashes com o método `merge`:

```
> h1 = { a: 1 }
=> {:a=>1}
> h2 = { b: 2 }
=> {:b=>2}
h3 = h1.merge(h2)
=> {:a=>1, :b=>2}
```

3.3.23 Blocos de código

Um conceito interessante do Ruby são blocos de código (similares ou sendo a mesma coisa em certos sentidos que funções anônimas, *closures*, *lambdas* etc).

Vamos ir aprendendo mais coisas sobre eles no decorrer do curso, na prática, mas podemos adiantar que blocos de código são uma das grande sacadas de Ruby e são muito poderosos quando utilizados com iteradores.

Por convenção os blocos com uma linha devem ser delimitados por { e } e com mais de uma linha com `do ... end` (duende???), mas nada lhe impede de fazer do jeito que mais lhe agradar.

Como exemplo de blocos, temos:

```
> { "Oi, mundo" }
```

e

```
> do
>   puts "Oi, mundo"
>   puts "Aqui tem mais linhas!"
> end
```

Esses blocos podem ser enviados para métodos e executados pelos iteradores de várias classes. Imaginem como pequenos pedaços de código que podem ser manipulados e enviados entre os métodos dos objetos (tendo eles próprios, comportamento de métodos).

Blocos são um recurso muito importante em Ruby e vamos ver mais sobre o seu uso daqui a pouco.

3.3.24 Conversões de tipos

Agora que vimos os tipos mais comuns, podemos destacar que temos algumas métodos de conversão entre eles, que nos permitem transformar um tipo (mas não o mesmo objeto, será gerado um novo) em outro.

Alguns dos métodos:

```
# Integer para Float
> 1.to_f
=> 1.0

# Integer para String
> 1.to_s
=> "1"

# String para Integer
> "1".to_i
=> 1

# String inválida para Integer
> "a".to_i
=> 0

# String inválida para Integer, dando erro
> Integer("a")
=> ArgumentError (invalid value for Integer(): "a")

# String para flutuante
> "1".to_f
=> 1.0

# String para símbolo
> "azul".to_sym
=> :azul

# Array para String
> [1, 2, 3, 4, 5].to_s
=> "[1, 2, 3, 4, 5]"

# Array para String, com delimitador
> [1, 2, 3, 4, 5].join(",")
=> "1,2,3,4,5"

# Range para Array
> (0..10).to_a
=> [0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

# Hash para Array
> { john: "guitarra e voz" }.to_a
=> [ [:john, "guitarra e voz"] ]
```

3.3.25 Conversões de bases

De inteiro para binário:

```
> 2.to_s(2)
=> "10"
```

De binário para decimal:

```
> "10".to_i(2)
=> 2

> 0b10.to_i
=> 2
```

De inteiro para hexadecimal:

```
> 10.to_s(16)
=> "a"
```

De hexadecimal para inteiro:

```
> 0xa.to_i
=> 10
```

3.3.26 Tratamento de exceções

Exceções nos permitem "cercar" erros que acontecem no nosso programa (afinal, ninguém é perfeito, não é mesmo?) em um objeto que depois pode ser analisado e tomadas as devidas providências ao invés de deixar o erro explodir dentro do nosso código levando à resultados indesejados.

Vamos gerar um erro de propósito para testar isso.

Lembram-se que Ruby tem uma tipagem forte, onde não podemos misturar os tipos de objetos? Vamos tentar misturar:

```
begin
  numero = 1
  string = "oi"
  numero + string
rescue StandardError => exception
  puts "Ocorreu um erro: #{exception}"
end
```

Código 3.11: Tratando exceções

Rodando o programa, temos:

```
$ ruby exc.rb
Ocorreu um erro: String can't be coerced into Integer
```

O programa gerou uma exceção no código contido entre `begin` e `rescue` interceptando o tipo de erro tratado pela exceção do tipo `StandardError`, em um objeto que foi transmitido para `rescue`, através da variável `exception`, onde pudemos verificar informações sobre o erro, imprimindo-o como uma `String`.

Se ocorrer uma exceção e ela não for tratada, vai ser propagada para fora do contexto onde ocorreu. Se for no contexto principal, o programa pode terminar a sua execução.

Se não quisermos especificar o tipo de exceção a ser tratada, podemos omitir o tipo, e verificar a classe da exceção gerada dessa maneira:

```
begin
  numero = 1
  string = "oi"
  numero + string
rescue => exception
  puts "Ocorreu um erro do tipo #{exception.class}: #{exception}"
end
```

Código 3.12: Tratando exceções com tipo especificado

Rodando o programa, temos:

```
$ ruby exc2.rb
Ocorreu um erro do tipo TypeError: String can't be coerced into Integer
```

Podemos utilizar `ensure` como um bloco para ser executado depois de todos os `rescues`:

```
begin
  numero = 1
  string = "oi"
  numero + string
rescue => exception
  puts "Ocorreu um erro do tipo #{exception.class}: #{exception}"
ensure
  puts "Lascou tudo."
end
puts "Fim de programa."
```

Código 3.13: Tratando exceções com garantia de execução

Rodando o programa:

```
$ ruby exc3.rb
Ocorreu um erro do tipo TypeError: String can't be coerced into Integer
Lascou tudo.
Fim de programa.
```

Isso é particularmente interessante se houver algum problema dentro de algum bloco de `rescue`:

```

begin
  numero = 1
  string = "oi"
  numero + string
rescue => exception
  puts "Ocorreu um erro do tipo #{exception.class}: #{exception}"
  puts msg
ensure
  puts "Lascou tudo."
end
puts "Fim de programa."

```

Código 3.14: Tratando exceções com garantia de execução - mesmo

Rodando o programa:

```

$ ruby exc4.rb
Ocorreu um erro do tipo TypeError: String can't be coerced into Integer
Lascou tudo.
exc4.rb:7: undefined local variable or method `msg' for
main:Object (NameError)

```

Podemos ver que foi gerada uma nova exceção dentro do bloco do `rescue` e apesar do comando final com a mensagem “Fim de programa” não ter sido impressa pois a exceção “jogou” o fluxo de processamento para fora, o bloco do `ensure` foi executado.

Se por acaso desejarmos tentar executar o bloco que deu problema novamente, podemos utilizar `retry`:

```

numero1 = 1
numero2 = "dois"
begin
  puts numero1 + numero2
rescue => exception
  puts "Ops, problemas aqui (#{exception.class}), vou tentar de novo."
  numero2 = 2
  retry
end

```

Código 3.15: Tratando exceções com retry

Rodando o programa:

```
$ ruby retry.rb
Ops, problemas aqui (TypeError), vou tentar de novo.
3
```

Se desejarmos ter acesso a `backtrace` (a lista hierárquica das linhas dos programas onde o erro ocorreu), podemos utilizar:

```
numero1 = 1
numero2 = "dois"
begin
  puts numero1 + numero2
rescue => exception
  puts "Ops, problemas aqui (#{exception.class}), vou tentar de novo."
  puts exception.backtrace
  numero2 = 2
  retry
end
```

Código 3.16: Tratando exceções com backtrace

Rodando o programa:

```
$ ruby backtrace.rb
Ops, problemas aqui (TypeError), vou tentar de novo.
backtrace.rb:4:in `+'
backtrace.rb:4
3
```

Disparando exceções

Podemos disparar exceções utilizando `raise`:

```
numero1 = 1
numero2 = 1

begin
  puts numero1 + numero2
  raise Exception.new("esperava 3") if numero1+numero2!=3
rescue => exception
  puts "Ops, problemas aqui (#{exception.class}), vou tentar de novo."
end
```

Código 3.17: Disparando exceções com `raise`

Temos um *alias* para `raise`, que é `fail`. Era costume utilizar `raise` para indicar que o erro veio de alguma fonte externa (alguma lib) e redispitar a exceção, e `fail` para indicar que a exceção vem do seu próprio código, mas isso meio que caiu em desuso e é uma das coisas verificadas no [guia de estilo da linguagem](#).^a

^a<https://rubystyle.guide/>

O [guia de estilo da linguagem](#), de acordo com a própria descrição, serve para o seguinte propósito:

"Este guia de estilo Ruby recomenda práticas recomendadas para que programadores Ruby do mundo real possam escrever código que possa ser mantido por outros programadores Ruby do mundo real. Um guia de estilo que reflete o uso no mundo real é usado, enquanto um guia de estilo que segue um ideal que foi rejeitado pelas pessoas que deveria ajudar corre o risco de não ser usado - não importa quanto bom seja."

Lembram-se quando mencionamos o Rubocop na Subseção 3.6.15? As regras são fornecidas pelo guia de estilo.

Descobrindo a exceção anterior

Podemos descobrir qual foi a exceção que foi disparada anteriormente utilizando `cause`, que nos dá acesso as *nested exceptions* (a partir da versão 2.1):

```
begin
  begin
    raise 'foo'
  rescue Exception => foo
    raise 'bar'
  end
rescue Exception => bar
  puts "a causa de #{bar} foi #{bar.cause}"
end
```

Código 3.18: Descobrindo a exceção anterior

Para versões anteriores, dá para utilizar ou a `gem cause`⁸.

⁸<https://github.com/ConradIrwin/cause>

Alerta de carro na frente dos bois

Vamos ver ali abaixo um conceito de herança que vamos nos aprofundar somente quando começarmos a ver como que definimos nossas próprias classes no Capítulo 4. Para não perder o embalo falando de exceções, vamos fazer esse pequeno desvio do futuro e quando chegarmos na parte de classes lá no Capítulo 4 vamos ter uma explicação melhor.

Criando nossas próprias exceções

Se por acaso quisermos criar nossas próprias classes de exceções, é muito fácil, basta criá-las herdando de `StandardError`, que é classe base de todas as outras exceções.

Vamos criar uma exceção que vamos disparar se um nome for digitado errado, `NameNotEqual`:

```
class NameNotEqual < StandardError
  def initialize(current, expected)
    super "Você digitou um nome inválido (#{current})! Era esperado #{expected}."
  end
end

begin
  correct = "eustaquio"
  puts "Digite o meu nome: "
  name = gets.chomp

  raise NameNotEqual.new(name, correct) if name != correct

  puts "Digitou correto!"
rescue NameNotEqual => e
  puts e
end
```

Código 3.19: Criando nossas próprias exceções customizadas

Rodando o programa e digitando qualquer coisa diferente de "eustaquio":

```
$ ruby customexceptions.rb
Digite o meu nome:
barizon
Você digitou um nome inválido (barizon)! Era esperado eustaquio.
```

Comparando exceções

Podemos fazer comparações entre duas exceções, como:

```
> Exception.new == Exception.new  
=> true
```

Elas vão ser diferentes se tiverem mensagens diferentes:

```
> Exception.new("hello") == Exception.new("world")  
=> false
```

Que funciona com a nossa exceção customizada demonstrada acima:

```
> NameNotEqual.new("eustaquio", "rangel") ==  
NameNotEqual.new("eustaquio", "rangel")  
=> true  
  
> NameNotEqual.new("eustaquio", "rangel") ==  
NameNotEqual.new("taq", "rangel")  
=> false
```

Uma coisa interessante para se notar em exceções customizadas é que geralmente sabemos ali no código onde que elas podem estar sendo disparadas, diferente de outras que podem estar vindo da linguagem mesmo ou de alguma *lib* que estamos utilizando, e ver a *backtrace* é algo muito importante.

Mas nas nossas, como vamos saber na maior parte do tempo onde elas podem estar sendo disparadas, podemos omitir a *backtrace* e ter alguma economia no processamento.

Para isso, podemos enviar um *Array* vazio logo no final do método *raise*, que aqui vamos ver com uma sintaxe diferente de *new*, disparando a exceção customizada *CustomException* e já comparando com ou sem o *Array* vazio no final:

```
require 'benchmark'

class CustomException < StandardError
end

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report('com backtrace') do
    100_000.times do
      raise CustomException, 'Deu erro aqui'
    rescue
    end
  end

  bm.report('sem backtrace') do
    100_000.times do
      raise CustomException, 'Deu erro aqui', []
    rescue
    end
  end
end
```

Código 3.20: Disparando exceções sem backtrace

Vamos ter algo como:

	user	system	total	real
com backtrace	0.121672	0.000000	0.121672	(0.121671)
sem backtrace	0.083429	0.000000	0.083429	(0.083432)

Já tivemos uma economia de 32%!

Utilizando catch e throw

Também podemos utilizar `catch` e `throw` para terminar o processamento quando nada mais é necessário, indicando através de um `Symbol` para onde o controle do código deve ser transferido (opcionalmente com um valor), indicado com `catch`, usando `throw`:

```
def get_input
  puts "Digite algo (número termina):"
  resp = gets

  throw :end_of_response, resp if resp.chomp.match? /^\d+$/ 

  resp
end

num = catch(:end_of_response) do
  while true
    get_input
  end
end

puts "Terminado com: #{num}"
```

Código 3.21: Tratando exceções com catch e throw

Rodando o programa:

```
$ ruby catchthrow.rb
Digite algo (número termina):
oi
Digite algo (número termina):
123
Terminado com: 123
```

3.4 Estruturas de controle

3.4.1 Condicionais

if

É importante notar que tudo em Ruby acaba no fim – `end` – e vamos ver isso acontecendo bastante com nossas estruturas de controle.

Vamos começar vendo nosso velho amigo `if`:

```
i = 10
if i == 10
  puts "i igual 10"
else
  puts "i diferente de 10"
end
```

Código 3.22: If

Rodando o programa:

```
$ ruby if.rb
i igual 10
```

```
This is the end
Beautiful friend
This is the end
My only friend, the end
```

Uma coisa bem interessante em Ruby é que podemos escrever isso de uma forma que podemos “ler” o código, se, como no caso do próximo exemplo, estivermos interessados apenas em imprimir a mensagem no caso do teste do `if` ser verdadeiro:

```
> puts "i igual 10" if i == 10
=> i igual 10
```

Isso é chamado de **modificador de estrutura**.

Também temos mais um nível de teste no `if`, o `elsif`:

```
i = 10

if i > 10
  puts "maior que 10"
elsif i == 10
  puts "igual a 10"
else
  puts "menor que 10"
end
```

Código 3.23: Elseif

Rodando o programa:

```
$ ruby elsif.rb
igual a 10
```

Podemos capturar a saída do teste diretamente apontando uma variável para ele:

```
i = 10

result =
if i > 10
  "maior que 10"
elsif i == 10
  "igual a 10"
else
  "menor que 10"
end

result
```

Código 3.24: Capturando a saída de um if

Rodando o programa:

```
$ ruby captureif.rb
"igual a 10"
```

Interessante notar que o `if`, que pode se parecer com um *statement*, uma instrução, tem o

seu comportamento igual de uma *expressão*, que foi avaliada e no final retornou o valor que foi avaliado. Várias instruções em Ruby, os populares *syntax sugar*, são, na verdade, expressões, que retornam valores, que podem ou não serem capturados e utilizados.

unless

O `unless` é a forma negativa do `if`, e como qualquer teste negativo, pode trazer alguma confusão no jeito de pensar sobre eles. Particularmente gosto de evitar testes negativos quando pode-se fazer um bom teste positivo.

Vamos fazer um teste:

```
> nome = nil  
> puts "Olá, desconhecido!" unless nome
```

O que aconteceu ali é que imprimimos a mensagem *a não ser* que a variável `nome` tenha algum conteúdo válido (diferente de `nil` e `false`).

Seria basicamente um `if !nome`. A forma de `if` negativo pode dar algum nó na cabeça algumas vezes, mas é bem útil em outras.

case

Podemos utilizar o `case` para fazer algumas comparações interessantes. Vamos ver como testar com Ranges:

```
i = 10  
  
case i  
when 0..5  
  puts "entre 0 e 5"  
when 6..10  
  puts "entre 6 e 10"  
else  
  puts "hein?"  
end
```

Código 3.25: Case

Rodando o programa:

```
$ ruby case.rb  
entre 6 e 10
```

No caso do `case` (redundância detectada na frase), a primeira coisa que ele compara é o tipo do objeto, nos permitindo fazer testes como:

```
i = 10

case i
when Integer
  puts "Número!"
when String
  puts "String!"
else
  puts "hein???"
```

Código 3.26: Comparando tipos com case

Rodando o programa:

```
$ ruby casetype.rb
Número!
```

Para provar que esse teste tem precedência, podemos fazer:

```
i = 10

case i
when Integer
  puts "Número!"
when (0..100)
  puts "entre 0 e 100"
end
```

Código 3.27: Precedência em case

Rodando o programa:

```
$ ruby caseprec.rb
Número!
```

A estrutura `case` compara os valores de forma invertida, como no exemplo acima, `Integer ===` e não `i === Integer`, não utilizando o operador `==` e sim o operador `====`, que é implementado das seguintes formas:

Para **módulos** e **classes** (que vamos ver mais à frente), é comparado se o valor é uma instância do módulo ou classe ou de um de seus descendentes. No nosso exemplo, `i` é uma instância de `Integer`. Por exemplo:

```
> Integer === 1  
=> true  
  
> Integer === 1.23  
=> false
```

Para expressões regulares, é comparado se o valor "casou" com a expressão:

```
> /[0-9]/ === "123"  
=> true  
  
> /[0-9]/ === "abc"  
=> false
```

Para `Ranges`, é testado se o valor se inclui nos valores da `Range` (como no método `include?`):

```
> (0..10) === 1  
=> true  
  
> (0..10) === 100  
=> false
```

Splat

Convém dedicarmos um tempo para explicar um operador bem útil em Ruby, que é o operador `splat` (asterisco, `*`)

Quando usamos o `splat` na frente do nome de uma variável que se comporta como uma coleção, ele "explode" os seus valores, retornando os elementos individuais:

```

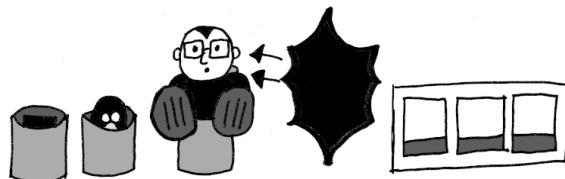
> array = %w(um dois tres)
=> ["um", "dois", "tres"]

> p *array
=> "um"
=> "dois"
=> "tres"
=> nil

> hash = { :um => 1, :dois => 2, :tres => 3 }
=> { :um => 1, :dois => 2, :tres => 3 }

> p *hash
=> [:tres, 3]
=> [:um, 1]
=> [:dois, 2]
=> nil

```



E quando utilizamos antes de um nome de uma variável, ele "suga" os valores excedentes, agindo como um "buraco negro". Testando com uma atribuição simples:

```

> array = [1, 2, 3, 4]
=> [1, 2, 3, 4]

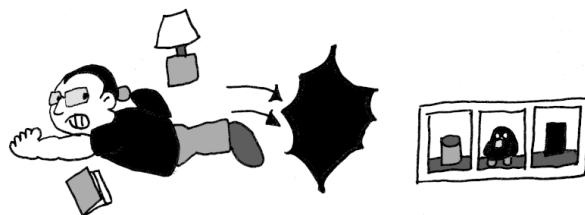
> a, b, *c = *array
=> [1, 2, 3, 4]

> a
=> 1

> b
=> 2

> c
=> [3, 4]

```



Pattern matching

O recurso de *pattern matching* foi apresentado por Kazuki Tsujimoto na [RubyKaigi 2019](#), onde foi utilizada uma definição de "[Learn You a Haskell for Great Good!](#)", de Miran Lipovaca:

"A correspondência de padrões (pattern matching) consiste em especificar padrões aos quais alguns dados devem estar em conformidade e em seguida, verificar se isso ocorre e desconstruir os dados de acordo com esses padrões."

Vamos ver um exemplo utilizando o exemplo de atribuição com o operador `splat` como visto acima.

Podemos utilizar uma sintaxe recente para fazer esse tipo de operação, que é a *one line pattern matching*:

```
> [1, 2, 3, 4] => [a, b, *c]
=> nil

> a
=> 1

> b
=> 2

> c
=> [3, 4]
```

Esse tipo de operação pode ser chamada de **desestruturação**, a extração para variáveis dos valores de um objeto.

Isso é útil para operações com o `splat`, como por exemplo, tentando utilizar uma Hash no lado direito do `splat`:

```
> hash = { a: 1, b: 2, c: 3, d: 4 }
=> {:a=>1, :b=>2, :c=>3, :d=>4}

a, b, *c = *hash
=> [:a, 1], [:b, 2], [:c, 3], [:d, 4]

> a
=> [:a, 1]

> b
=> [:b, 2]

3> c
=> [:c, 3], [:d, 4]
```

Nesse caso, cada variável ficou com um par de chave e valor da Hash. Utilizando o *one-line pattern matching*, podemos fazer:

```
> hash => { a:, b:, **c }
=> nil

> a
=> 1

> b
=> 2

> c
=> {:c=>3, :d=>4}
```

Vejam que foram criadas variáveis cujos nomes são as chaves da Hash utilizada do lado direito do pattern matching. Importante notar que as chaves tem que "casar" com o que foi definido do lado direito, senão vamos ter um erro de *matching*:

```
> hash => { a:, b:, e:}
key not found: :e (NoMatchingPatternError)
```

Vamos utilizar o nosso amigo `case` para algo como:

```

valores = [1, 2, 3]

case valores
  in [a]
    puts "O valor é #{a}"
  in [a, b]
    puts "Os valores são: #{a} e #{b}"
  in [a, b, c]
    puts "Os valores são: #{a}, #{b} e #{c}"
end

```

Código 3.28: Pattern matching com arrays

Rodando o exemplo:

```
Os valores são: 1, 2 e 3
```

Reparam no primeiro `case` que temos 3 elementos `Array`, que combinou com o `in` que tem as três variáveis `a`, `b` e `c`.

Reparam que conseguimos além de fazer o "encaixe", também identificar valores dentro do `Array`:

```

traducoes = [:br, 'Bom dia', :en, 'Good morning']

case traducoes
  in [:br, texto_br, :es, texto_es]
    puts "'#{texto_br}' em Espanhol é '#{texto_es}'"
  in [:br, texto_br, :en, texto_en]
    puts "'#{texto_br}' em Inglês é '#{texto_en}'"
  else
    puts "Sem tradução"
end

```

Código 3.29: Pattern matching com arrays e identificando elementos

Rodando o exemplo:

```
'Bom dia' em Inglês é 'Good morning'
```

Nesse caso com símbolos e `Strings`, `:br` (no índice 0) e `:en` (no índice 2) combinaram com a expressão da segunda cláusula `in`. Poderíamos ter utilizado `Hashes` também, que vai dar o

mesmo resultado anterior:

```
traducoes = { original: :br, texto_original: 'Bom dia', destino: :en, texto_traduzido: 'Good morning' }

case traducoes
in { original: :br, texto_original: texto_original, destino: :es, texto_traduzido: texto_traduzido }
  puts "'#{texto_original}' em Espanhol é '#{texto_traduzido}'"
in { original: :br, texto_original: texto_original, destino: :en, texto_traduzido: texto_traduzido }
  puts "'#{texto_original}' em Inglês é '#{texto_traduzido}'"
else
  puts "Sem tradução"
end
```

Código 3.30: Pattern matching com Hashes

Podemos utilizar o operador `splat` fazendo com que os resultados sejam concentrados em uma variável:

```
valores = [1, 2, 3]

case valores
in [a, *b]
  puts "O valor de a é #{a}"
  puts "b vale:"
  p b
end
```

Código 3.31: Pattern matching com splat

Rodando o exemplo:

```
O valor de a é 1
b vale:
[2, 3]
```

Se por acaso quisermos ignorar um "marcador" do padrão, podemos utilizar o sublinhado (*underscore*) de forma a aproveitar somente o conteúdo que está fora dos sublinhados, no caso o conteúdo vai ser inserido na variável `dois` que está definida.

```
valores = [1, 2, 3]

case valores
  in [_, dois, _]
    puts "O segundo valor é #{dois}"
end
```

Código 3.32: Pattern matching ignorando posições

Rodando o exemplo:

```
O segundo valor é 2
```

O formato com o *pin operator*(^) faz a avaliação da variável ao invés de atribuir o valor nela.

Pegando como exemplo o código abaixo onde [1, 2, 2], a é atribuída com 1, b com 2, e agora como temos ^b, ao invés do terceiro elemento do Array ser atribuído à variável, é verificado se o valor do terceiro elemento do Array combina com o valor já atribuído anteriormente à variável, o que procede.

```
case [1, 2, 2]
  in [a, b, ^b]
    puts "Os valores com pin são: #{a} e #{b}"
end
```

Código 3.33: Pattern matching com o pin operator

Rodando o exemplo:

```
Os valores com pin são: 1 e 2
```

Utilizando a atribuição de seta *arrow assignment*, podemos armazenar em uma variável o padrão que combinou.

```
traducoes = [:br, 'Bom dia', :en, 'Good morning']

case traducoes
  in [Symbol, String, Symbol, String] => found
    p found
end
```

Código 3.34: Pattern matching com arrow assignment

Rodando o exemplo:

```
[:br, "Bom dia", :en, "Good morning"]
```

Loops

Antes de vermos os *loops*, vamos deixar anotado que temos algumas maneiras de interagir dentro de um *loop*:

1. `break` - sai do loop
2. `next` - vai para a próxima iteração
3. `return` - sai do loop e do método onde o loop está contido
4. `redo` - repete o loop do início, sem reavaliar a condição ou pegar o próximo elemento

Vamos ver exemplos disso logo na primeira estrutura a ser estudada, o `while`.

Dica

A partir desse ponto vamos utilizar um editor de texto para escrevermos nossos exemplos, usando o `irb` somente para testes rápidos com pouco código. Você pode utilizar o editor de texto que quiser, desde que seja um editor mas não um processador de textos. Não vá utilizar o Microsoft Word © para fazer os seus programas, use um editor como o [Vim](#), [Neovim](#), [Emacs](#) ou [Visual Studio Code](#). Edite o seu código, salve em um arquivo com a extensão `.rb` e execute da seguinte forma (onde \$ é o *prompt* do terminal): ^{a b c d}

```
$ ruby meuarquivo.rb
```

Os arquivos com os códigos dos exemplos estão disponíveis [em um repositório](#). Se você for utilizar algum dos Vim's, fique de olho [na minha conta no X](#) onde volta e meia eu dou umas dicas sobre eles, que são os meus editores favoritos. ^{e f}

^a<https://www.vim.org>

^b<https://neovim.io>

^c<https://www.gnu.org/software/emacs/>

^d<https://code.visualstudio.com>

^e<https://github.com/taq/conhecendo-ruby-files>

^f<https://twitter.com/taq>

Comentários mágicos

Aqui fica uma dica de que podemos utilizar um "comentário mágico", que já vimos anteriormente, para policiar os nossos arquivos de código fonte.

Ruby vai ler o seu código independente do bom alinhamento do código (não força igual Python, mas vamos ser legais e lembrar que tem **pessoas** lendo o seu código, além de computadores executando, beleza? Isso faz parte de uma filosofia/metodologia de *Clean Code*, que eu recomendo fortemente. Vamos ver um exemplo de código desalinhado que funciona:

```
v = 1
if v == 1
  puts 'Valor é igual a 1!'
end
```

Código 3.35: Código desalinhado que funciona

Rodando o código:

```
$ ruby not_aligned_working.rb
Valor é igual a 1!
```

Agora vamos inserir o comentário mágico `warn_indent: true` e testar novamente:

```
# warn_indent: true

v = 1
if v == 1
  puts 'Valor é igual a 1!'
end
```

Código 3.36: Código desalinhado que funciona

Rodando o código:

```
$ ruby not_aligned_working_warning.rb
not_aligned_working_warning.rb:6: warning: mismatched indentations at
'end' with 'if' at 4
Valor é igual a 1!
```

Pudemos ver que recebemos um alerta sobre a indentação estar incorreta. Alguns outros comentários mágicos que temos:

- **# encoding: utf-8**: encoding define o *encoding* do arquivo corrente para o especificado. No exemplo, foi especificado utf-8.
- **# frozen_string_literal: true**: mostrado anteriormente, especifica que as Strings são todas congeladas, ou seja, não podem ser alteradas.
- **# typed: false**: habilita ou não a checagem de tipos, nesse caso, desabilitando com false. A checagem de tipos pode ser feita utilizando ferramentas como [Sorbet](#), [Steep](#), [TypeProf](#), etc.

De volta agora às estruturas de controle.

while

Faça enquanto:

```
i = 0

while i < 5
  puts i
  i += 1
end
```

Código 3.37: While

Rodando:

```
$ ruby while.rb  
0  
1  
2  
3  
4
```

for

O `for` pode ser utilizado junto com um iterador para capturar todos os seus objetos e enviá-los para o loop (que nada mais é do que um bloco de código):

```
for i in (0..5)  
  puts i  
end
```

Código 3.38: For

Rodando:

```
$ ruby for.rb  
0  
1  
2  
3  
4  
5
```

Vamos aproveitar que é um *loop* bem simples e utilizar os comandos para interagir mostrados acima (mesmo que os exemplos pareçam as coisas mais inúteis e sem sentido do mundo - mas é para efeitos didáticos, gente!), menos o `return` onde precisaríamos de um método e ainda não chegamos lá.

Vamos testar primeiro o `break`:

```
for i in (0..5)
  break if i == 3
  puts i
end
```

Código 3.39: For com break

Rodando:

```
$ ruby for.rb
0
1
2
```

Agora o next:

```
for i in (0..5)
  next if i == 3
  puts i
end
```

Código 3.40: For com next

Rodando:

```
$ ruby next.rb
0
1
2
4
5
```

Agora o redo:

```
for i in (0..5)
  redo if i == 3
  puts i
end
```

Código 3.41: For com redo

Rodando:

```
$ ruby for.rb
0
1
2
for.rb:2: Interrupt
from for.rb:1:in `each'
from for.rb:1
```

Se não interrompermos com `Ctrl+C`, esse código vai ficar funcionando para sempre, pois o `redo` avaliou o *loop* novamente mas sem ir para o próximo elemento do iterador.

until

O "faça até que" pode ser utilizado dessa maneira:

```
i = 0

until i==5
  puts i
  i += 1
end
```

Código 3.42: Until

Rodando:

```
$ ruby until.rb
0
1
2
3
4
```

Dica

Não temos os operadores `++` e `--` em Ruby. Utilize `+=` e `-=`.

3.4.2 Operadores

Temos visto já alguns operadores até agora, e nessa parte vamos detalhar eles melhor.

Operadores aritméticos

Os operadores aritméticos não tem segredo:

```
> 1 + 2
=> 3
> 2 - 1
=> 1
> 2 * 3
=> 6
> 4 / 2
=> 2
> 5 % 2
=> 1
> 5 ** 2
=> 25
> v ** 2
=> 625
```

Notar o operador `%`, que é operador de resto de divisão, como no caso acima onde o resto da divisão de 5 (inteiro) por 2 (também inteiro), é 1 e o operador `**`, que é utilizado para exponenciar o valor da esquerda utilizando o valor da direita.

Operadores de atribuição

Podemos utilizar esses outros operadores para atribuir, incrementar, decrementar, multiplicar, dividir, retornar o resto e exponenciar:

```
> v = 1
=> 1
> v += 2
=> 3
> v -= 1
=> 2
> v *= 5
=> 10
> v %= 4
=> 2
> v **= 3
=> 8
> v
=> 8
```

Operadores unários

Os unários são utilizados *antes* da referência, transformam o valor da referência, o que nesse caso é a única manipulada, ou seja, eles operam em apenas um valor. Vamos ver um exemplo utilizando inteiros:

```
> a = 1
=> 1
> a = -a
=> -1
> a = +a
=> -1
> a = -a
=> 1
> ar = *a
=> [1]
```

Utilizando `-`, o valor da referência é multiplicado por `-1`, `+` por `+1` (por isso que resultou novamente em `-1`) e no último caso, é criado um `Array` com o único elemento sendo o valor da referência.

Em `booleanos`, o operador `!` converte o valor para o valor inverso:

```
> a = false  
=> false  
> a = !a  
=> true  
> a = !a  
=> false
```

E também temos o `!!`, que tenta converter o valor da referência em um *booleano*, sendo verdadeiro se não for nulo ou falso:

```
> !!0  
=> true  
> !!1  
=> true  
> !!"teste"  
=> true  
> !!1.23  
=> true  
> !!true  
=> true  
> !!false  
=> false  
> !!nil  
=> false
```

Para `Strings`, o operador `+` cria uma cópia nova de uma `String` congelada:

```
> str = "teste".freeze  
=> "teste"  
> str.object_id  
=> 770820  
> str2 = +str  
=> "teste"  
> str2.object_id  
=> 986020
```

Operadores lógicos

Temos operadores lógicos em Ruby em duas formas: `!`, `&&` e `||` e `not`, `and` e `or`. Eles se diferenciam pela precedência: os primeiros tem precedência mais alta que os últimos sobre os operadores de atribuição. Exemplificando:

```
> a = 1  
=> 1  
  
> b = 2  
=> 2  
  
> c = a && b  
=> 2  
  
> c  
=> 2  
  
> d = a and b  
=> 2  
  
> d  
=> 1
```

A variável `c` recebeu o resultado correto de `a && b`, 2 e a expressão também retornou 2, que foi o resultado avaliado, onde seria a mesma coisa escrito como `c = (a && b)`, enquanto que a variável `d` recebeu a atribuição do valor de `a`, 1 e seria a mesma coisa escrito como `(d = a) and b`, retornando na expressão o valor 2, que foi o resultado do `and` após a atribuição em `d`, nos mostrando como funciona a precedência.

Podemos ver como funciona o operador `||` ("or") usando uma expressão como:

```
a = 1  
b = 2  
c = a || b  
puts c  
=> 1
```

O operador avalia o valor mais à direita somente se o valor mais a esquerda não for falso. Vamos ver um exemplo se `a` for nulo (ou `false`), ou seja, não-verdadeiro:

```
a = nil  
b = 2  
c = a || b  
puts c  
=> 2
```

O que ocorreu é a chamada operação de "curto-circuito", ou [avaliação de McCarthy](#),⁹, na qual o segundo argumento é apenas executado ou avaliado se o primeiro argumento não for suficiente para determinar o valor da expressão ([John McCarthy](#),¹⁰ que entre outras coisas, criou a linguagem de programação [Lisp](#)¹¹ e o termo "inteligência artificial").¹²

Outro exemplo de "curto-circuito" é o operador `||=` (chamado de "ou igual" ou "pipe duplo igual", que funciona da seguinte maneira:

```
> a = nil
=> nil

> a ||= 10
=> 10

> a
=> 10

> a ||= 20
=> 10

> a
=> 10
```

O que ocorre ali é o seguinte: é atribuído o valor à variável **apenas se o valor dela for `false` ou `nil`, do contrário, o valor é mantido**. Essa é uma forma de curto-circuito pois seria a mesma coisa que:

```
a || a = 10
```

que no final das contas retorna `a` se o valor for diferente de `false` e `nil` ou, do contrário, faz a atribuição do valor para a variável. Seria basicamente:

```
a || (a = 10)
```

O inverso do operador `||=` existe, é o operador `&&=`, que faz a atribuição somente se a variável tem valor definido e não falso ou nulo:

⁹https://pt.wikipedia.org/wiki/Avalia%C3%A7%C3%A3o_de_curto-circuito

¹⁰https://pt.wikipedia.org/wiki/John_McCarthy

¹¹<https://pt.wikipedia.org/wiki/Lisp>

¹²<http://scihi.org/john-mccarthy-artificial-intelligence>

```
> a = nil  
=> nil  
> a &&= 10  
=> nil  
> a  
=> nil  
> a = false  
=> false  
> a &&= 10  
=> false  
> a  
=> false  
> a = 20  
=> 20  
> a &&= 10  
=> 10  
> a  
=> 10
```

Dica

Temos um método chamado `defined?` que testa se a referência que passamos para ele existe. Se existir, ele retorna uma descrição do que é ou `nil` se não existir. Exemplo:

```
> a, b, c = (0..2).to_a  
=> [0, 1, 2]  
  
> defined? a  
=> "local-variable"  
  
> defined? b  
=> "local-variable"  
  
> defined? String  
=> "constant"  
  
> defined? l.next  
=> "method"
```

Desafio 1

Declare duas variáveis, `x` e `y`, com respectivamente 1 e 2 como valores, com apenas uma linha. Agora inverta os seus valores também com apenas uma linha de código. O que vamos fazer aqui é uma **atribuição em paralelo**. Resposta no final do livro!

Um operador um pouco diferente

Temos em Ruby o operador `flip-flop`, que segue um comportamento parecido com o *flip-flop* que temos em eletrônica, onde é memorizado um estado, onde ele é avaliado como `true` quando avalia a primeira condição como `true` e continua assim até avaliar a segunda condição como `true`, quando passa a retornar `false` até que a primeira condição avalie como `true` novamente.

É um negócio meio complicado de explicar, mas vamos verificar um exemplo dele quando estivermos vendo leitura de arquivos, vai ficar mais fácil de entender.

Operadores de manipulação de bits

Já vimos um desses operadores quando conferidos o `object_id` de um objeto, lá no começo do livro. Os operadores de manipulação de bits agem deslocando e combinando os bits de um determinado valor. Vamos pegar como exemplo o número 100, que em binário é `1100100` e aplicar alguns dos operadores nele:

```
> v1 = 100  
=> "1100100"
```

Vamos executar um deslocamento à esquerda, que faz com que o bit seja "movido" para o lado esquerdo, preenchendo o lado direito com 0. Reparem que foi utilizado o número 1 para executar o deslocamento (em `v1 << 1`), mas podemos deslocar quantas posições quisermos, bastando alterar o número 1:

```
> (v1 << 1).to_s(2)  
=> "11001000 # resulta em 200"
```

Vamos executar um deslocamento à direita, o que faz com que o bit seja "movido" para o lado direito, *cortando o bit*. Reparem que no deslocamento à esquerda o resultado sempre vai ser maior (o bit "cresce") e no resultado à direita sempre vai ser menor (o bit "reduz"). Uma coisa interessante nesses casos que fizemos, utilizando um bit de deslocamento, é que os valores são o dobro e a metade do valor original:

```
> (v1 >> 1).to_s(2)
=> "110010" # resulta em 50
```

Agora vamos, ao invés de deslocar, combinar. Vamos utilizar outra variável, com valor de 27:

```
> v2 = 27
> v2.to_s
=> "11011"
```

Fazendo agora a combinação com AND (onde utilizamos `&`, que vai somente deixar o bit como 1 se ambos forem 1, no caso, vai zerar o resultado, pois:

```
1100100
& 0011011
-----
0000000
```

```
> (v1 & v2).to_s(2)
=> "0" # retorna 0
```

Agora combinando com OR (utilizando `|`, que vai deixar o bit como 1 se algum dos utilizados for 1, do contrário, é 0 e nesse caso, vai ativar todos os bits, resultando em 127:

```
#    1100100
# | 0011011
# -----
#    1111111
```

```
> (v1 | v2).to_s(2)
=> "1111111" # retorna 127
```

E agora a combinação `XOR` (onde utilizamos `^`, que vai somente deixar o bit como 1 quando *apenas um dos bits* é 1, no caso dos valores utilizados, vamos ter um valor igual o `AND`):

```
1100100  
^ 0011011  
-----  
1111111
```

Para verificar o comportamento adequado, vamos trocar a variável `v2` para outro valor que possa demonstrar o comportamento do `XOR`, como 5 (que em formato binário é 101, onde é retornado 97):

```
1100100  
^ 0000101  
-----  
1100001
```

```
> (v1 ^ v2).to_s(2)  
=> "1100001" # retorna 97
```

E por fim, o operador `NOT` (onde utilizamos `~`), e nesse caso tem algumas pegadinhas: o `NOT` é um operador unário, ou seja, opera somente com 1 valor, então não vamos utilizar 2 como estávamos fazendo até agora. E também ele inverte os bits do valor em questão, fazendo com que 0 vire 1 e vice-versa. Vamos dar uma olhada com a nossa variável `v1`, que tem o valor 100 ainda:

```
~ 1100100  
-----  
0011011
```

E utilizando o `NOT`, armazenando o resultado em `v3`:

```
> v3 = ~v1  
=> -101  
> v3.to_s(2)  
=> "-1100101" # resulta em -101
```

Ué, tem algo errado ali. Os bits não foram invertidos! Antes de explicar, fica uma regra: o valor de NOT sempre vai retornar o valor mais 1, multiplicado por -1, que é parte do que é explicado logo a seguir:

```
(v1 + 1) * -1
```

Mas vamos investigar o que aconteceu. O problema é que o método `to_s` é meio estranho quando precisa representar números negativos em outra base. Como vimos, o valor é -101, é negativo e números negativos no hardware do computador, basicamente não existem. É utilizado o [complemento de 2](#) para fazer a representação do número.

Para encurtar a história, vamos precisar saber a representação binária do número sem utilizar o método `to_s` e para isso, vamos utilizar o método `[]` da classe `Fixnum`, que retorna o bit do inteiro na posição que especificarmos. Para limitar o resultado, vamos consultar somente os N bits do tamanho binário de `v1`:

```
> (v1.to_s(2).size - 1).downto(0).map { |n| v3[n] }.join  
=> "0011011"
```

Agora sim, os bits se encontram invertidos. Vejam que se não limitarmos ali o tamanho do *loop*, toda a parte esquerda do número vai ser composta de bits 1, parte do que é utilizado para representar o número negativo no computador. Olhem que interessante `v1` e `v3`:

```
> (32).downto(0).map { |n| v1[n] }.join  
=> "00000000000000000000000000001100100"  
> (32).downto(0).map { |n| v3[n] }.join  
=> "1111111111111111111111110011011"
```

3.5 Procs e lambdas

Procs são blocos de código que podem ser associados à uma variável, dessa maneira:

```
> vezes3 = Proc.new { |it| it * 3 }
=> #<Proc:0xb7d959c4@(irb):1>

> vezes3.call(3)
=> 9

> vezes3.call(4)
=> 12

> vezes3.call(5)
=> 15
```

Comportamento similar pode ser alcançado usando `lambda`:

```
> vezes5 = lambda { |it| it * 5 }
=> #<Proc:0xb7d791d4@(irb):5>

> vezes5.call(5)
=> 25

> vezes5.call(6)
=> 30

> vezes5.call(7)
=> 35
```

Pudemos ver que precisamos executar `call` para chamar a `Proc`, mas também podemos utilizar o atalho `[]`:

```
> vezes5[8]
=> 40
```

E também o atalho `.`, menos comum:

```
> vezes5.(5)
=> 25
```

Podemos utilizar uma `Proc` como um bloco, mas para isso precisamos converte-la usando `&`:

```
> (1..5).map &vezes5  
=> [5, 10, 15, 20, 25]
```

Dica

Fica uma dica aqui sobre o fato de Procs serem *closures*, ou seja, códigos que criam uma cópia do seu ambiente. Quando estudarmos métodos vamos ver um exemplo prático sobre isso na Seção 4.12.

Importante notar duas diferenças entre Procs e lambdas.

A **primeira** diferença, é a *verificação de argumentos*. Em lambdas a verificação é feita e gera uma exceção:

```
> pnew = Proc.new { |x, y| puts x + y }  
=> #<Proc:0x8fdaf7c@(irb):7>  
  
> lamb = lambda { |x, y| puts x + y }  
=> #<Proc:0x8fd7aac@(irb):8 (lambda)>  
  
> pnew.call(2, 4, 11)  
6  
=> nil  
  
> lamb.call(2, 4, 11)  
ArgumentError: wrong number of arguments (3 for 2)
```

A **segunda** diferença é o jeito que elas retornam. O retorno de uma Proc retorna de dentro de onde ela está, como nesse caso:

```
def testando_proc
  p = Proc.new { return "Bum!" }
  p.call
  "Nunca imprime isso."
end

puts testando_proc
```

Código 3.43: Retornando de uma Proc

Rodando:

```
$ ruby procret.rb
Bum!
```

Enquanto que em uma lambda, retorna para onde foi chamada:

```
def testando_lambda
  l = lambda { return "Oi!" }
  l.call
  "Imprima isso."
end

puts testando_lambda
```

Código 3.44: Retornando de uma lambda

Rodando:

```
$ ruby lambret.rb
Imprima isso.
```

Temos suporte também à sintaxe "stabby proc/lambda", onde podemos utilizar -> indicando que vamos definir o corpo da lambda, opcionalmente indicando quais são seus parâmetros:

```
> p = ->(x, y) { x * y }

> puts p.call(2,3)
=> 6
```

E também ao método `curry`, que decompõe uma lambda em uma série de outras lambdas.

Por exemplo, podemos ter uma lambda que faça multiplicação:

```
> mult = ->(n1, n2) { n1 * n2 }
=> #<Proc:0x8fef1fc@(irb):13 (lambda)

> mult.(2, 3)
=> 6
```

Definida, podemos utilizar o método `curry` no final e ter o seguinte resultado:

```
> mult = ->(n1, n2) { n1 * n2 }.curry
=> #<Proc:0x8ffe4e0 (lambda)

> mult.(2).(3)
=> 6
```

Reparam que o método `call` (na forma de `.()`) foi chamado **duas vezes**, primeiro com 2 e depois com 3, pois o método `curry` inseriu uma lambda dentro da outra, como se fosse:

```
> mult = ->(x) { ->(y) { x * y } }
=> #<Proc:0x901756c@(irb):23 (lambda)

> mult.(2).(3)
=> 6
```

Isso pode ser útil quando você deseja criar uma lambda a partir de outra, deixando um dos parâmetros fixo, como por exemplo:

```

> mult = ->(n1, n2) { n1 * n2 }.curry
=> #<Proc:0x901dd40 (lambda)>

> dobro = mult.(2)
=> #<Proc:0x901c058 (lambda)>

> triplo = mult.(3)
=> #<Proc:0x9026904 (lambda)>

> dobro.(8)
=> 16

> triplo.(9)
=> 27

```

Lambdas não mantém estado, são *stateless*, ou seja, a saída depende quase somente dos valores dos parâmetros de entrada. Digo quase somente pois elas também podem ser *closures*, como vamos ver mais a frente, e também podem depender de estado **externo**.



3.6 Iteradores

Agora que conhecemos os tipos básicos de Ruby, podemos focar nossa atenção em uma característica bem interessante deles: muitos, senão todos, tem coleções ou características que podem ser percorridas por métodos iteradores.

Um iterador percorre uma determinada coleção, que o envia o valor corrente, executando algum determinado procedimento, que em Ruby é enviado como um bloco de código e contém o módulo (`hein?`) `Enumerable`, que dá as funcionalidades de que ele precisa.

Nós não focamos em *como percorrer a coleção* e sim *no que vai ser feito* com cada elemento da coleção.

Dos métodos mais comuns para percorrer uma coleção, temos `each`, que significa "cada", e que pode ser lido "para cada elemento da coleção do meu objeto, execute esse bloco de código", dessa maneira:

```
> [1, 2, 3, 4, 5].each { |it| puts "o array contém o número #{it}" }

=> o array contém o número 1
=> o array contém o número 2
=> o array contém o número 3
=> o array contém o número 4
=> o array contém o número 5
```

Ou seja, para cada elemento do `Array`, foi executado o bloco - atenção aqui - passando o elemento corrente como parâmetro, recebido pelo bloco pela sintaxe `|<parâmetro>|`. Podemos ver que as instruções do nosso bloco, que no caso só tem uma linha, foram executadas com o valor recebido como parâmetro.

Aqui percebemos uma característica de Ruby como uma linguagem que suporta também o paradigma **declarativo**, pelo modo como escrevemos o código, focando mais no que tem que ser feito, não essencialmente em como fazer, e também de quebra também suporta o sub-paradigma **funcional**, por ter utilizado uma função/método, como no caso do `each`, que é uma **high order function**,¹³, cuja definição estabelece que:

¹³https://en.wikipedia.org/wiki/Higher-order_function

Em matemática e ciência da computação, uma *high order function*, ou função de ordem superior (HOF), é uma função que executa pelo menos um dos seguintes:

- Aceita uma ou mais funções como argumentos (ou seja, um parâmetro processual, que é um parâmetro de um procedimento que é em si um procedimento),
- Retorna uma função como resultado.

Não retornamos no caso uma função como resultado, mas `each` aceitou um bloco de código, que é um parâmetro de procedimento, o que nesse caso deixa o código muito mais limpo e enxuto, ainda mais que cabe em apenas uma linha.

Código em apenas uma linha deve ter uma função prática e elegante. Não tentem fazer caber tudo em uma linha gigante só para falar que é uma linha só e ficar impraticável de entender!

Se fossemos utilizar o paradigma **imperativo**, que Ruby também suporta, onde é mais verboso focado em *como fazer*, seria feito dessa forma:

```
array = [1, 2, 3, 4, 5]
count = 0

while count < array.size
  puts "o array contém o número #{array[count]}"
  count += 1
end
```

Também funciona, mas comparado com o jeito declarativo, é mais feio que bater no vendedor de maçã do amor da pracinha.

Como nos prezamos a escrever código bem legal (né?), fica mais tranquilo optarmos para o declarativo.

Quando você pede uma corrida com um carro de aplicativo, *declarativamente* diz de onde quer sair e onde quer chegar, não especificando quais rotas que o motorista vai percorrer. Pode ser que nesse caso já esteja claro o caminho a ser percorrido, sem precisar de instruções detalhadas de como chegar lá.

Mas se o caminho não for conhecido, o GPS pode *imperativamente* mostrar os passos necessários para chegar lá, indicando a cada ponto o que será necessário fazer.

Imagine perguntar para o motorista "por onde vamos até o aeroporto?" e ele responder "vamos pegar a Washington Luís" ou "viramos à direita em 300 metros, seguimos reto por 500 metros, viramos à esquerda em 200 metros, pegamos a primeira saída, etc". Se você quiser saber os mínimos detalhes, tudo bem, seja imperativo, senão, pode ser declarativo mesmo que vai chegar da mesma forma (talvez vai demorar um pouco mais até escutar tudo).

Esse mesmo código declarativo pode ser ainda mais otimizado e refatorado para ficar mais de acordo com a sua finalidade. Não precisamos de um *loop* de 1 até 5? A maneira mais adequada seria criar uma `Range` com esse intervalo e executar nosso iterador nela:

```
> (1..5).each { |it| puts "a range contem o numero #{it}" }

=> range contem o numero 1
=> range contem o numero 2
=> range contem o numero 3
=> range contem o numero 4
=> range contem o numero 5
```

Inclusive, podemos também utilizar `times` em um `Integer`, que se comporta como uma coleção nesse caso, começando em 0:

```
5.times { |it| puts "numero #{it}" }

=> numero 0
=> numero 1
=> numero 2
=> numero 3
=> numero 4
```

Um `Array` só faria sentido nesse caso se os seus elementos não seguissem uma ordem lógica que pode ser expressa em um intervalo de uma `Range`! Quaisquer sequências que podem ser

representadas fazem sentido em usar uma `Range`. Se por acaso quiséssemos uma lista de números de 1 até 21, em intervalos de 2, podemos utilizar:

```
> (1..21).step(2).each { |it| puts "numero #{it}" }

=> numero 1
=> numero 3
=> numero 5
=> numero 7
=> numero 9
=> numero 11
=> numero 13
=> numero 15
=> numero 17
=> numero 19
=> numero 21
```

Em Rails utilizamos bastante a estrutura `for <objeto> in <coleção>`, da seguinte forma:

```
> col = %w(uma lista de Strings para mostrar o for)
> for str in col
>     puts str
> end

=> uma
=> lista
=> de
=> Strings
=> para
=> mostrar
=> o
=> for
```

Apesar que já fica a dica: de acordo com o guia de estilo, é melhor utilizar a forma com `each` do que `for ... in`.

3.6.1 Selecionando elementos

Vamos supor que queremos selecionar alguns elementos que atendam alguma condição nos nossos objetos, por exemplo, selecionar apenas os números pares de uma coleção:

```
> (1..10).select { |it| it.even? }
=> [2, 4, 6, 8, 10]
```

Podemos utilizar ao invés de `select`, `filter`, que é apenas um *alias* que pode ficar mais confortável para quem está chegando agora vindo de outras linguagens.

Vamos testar com uma Hash:

```
{ 1 => "um", 2 => "dois", 3 => "tres" }.select { |chave, valor| valor.length > 2 }
=> {2=>"dois", 3=>"tres"}
```

Temos também o conceito de *lazy evaluation*. Reparem no método `lazy` antes do `select`:

```
natural_numbers = Enumerator.new do |yielder|
  number = 1

  loop do
    yielder.yield number
    number += 1
  end
end

p natural_numbers.lazy.select { |it| it.odd? }.take(5).to_a
=> [1, 3, 5, 7, 9]
```

Vamos ver esse tal de `yield` mais para frente. Por enquanto pensem que ele está passando aquele número para frente, para o `Enumerator` criado.

Se não utilizássemos `lazy`, íamos precisar de um `CTRL+C`, pois o conjunto de números naturais é infinito, e a seleção nunca pararia para que fossem pegos os 5 elementos.

3.6.2 Selecionando os elementos que não atendem uma condição

O contrário da operação acima pode ser feito com `reject`:

```
> (0..10).reject { |it| it.even?}  
=> [1, 3, 5, 7, 9]
```

Nada que a condição alterada do `select` também não faça.

3.6.3 Processando e alterando os elementos

Vamos alterar os elementos do objeto com o método `map`, primeiro transformando no dobro do valor de cada elemento:

```
> (0..10).map { |it| it * 2 }  
=> [0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20]
```

Aqui podemos ver que temos alguns conceitos matemáticos envolvidos. Essa operação acima poderia ser descrita como dobrar cada elemento da seleção dos elementos de um conjunto (que é a `Range`) que fazem parte dos números naturais representados aqui pelo símbolo \mathbb{N} .

Os números naturais são considerados sendo os números inteiros positivos e utilizamos aqui o número 1 em sobreescrito para deixar claro que o número 0 não está incluído no conjunto, agora o definindo como os números inteiros, selecionando os números menores ou iguais a 10:

$$S = \{2.x | x \in \mathbb{N}_1, x \leq 10\}$$

Podemos deixar mais explícito que queremos os inteiros utilizando \mathbb{Z} :

$$S = \{2.x | x \in \mathbb{Z}, x \leq 10\}$$

Esse tipo de operação é conhecido geralmente em matemática como notação de definição de conjunto (*set builder, set comprehension*), e em linguagens de programação como **compreensão de lista**(*list comprehension*) ^a, sendo:

- $2.x$ = função de saída
- x = variável
- \mathbb{Z} = conjunto de entrada
- $x \leq 10$ = predicado

^ahttps://pt.wikipedia.org/wiki/Compreens%C3%A3o_de_lista

E agora transformando os elementos com um bloco customizado:

```
> %w(um dois tres quatro cinco seis sete oito nove dez).map { |it| "numero #{it}" }
=> ["numero um", "numero dois", "numero tres", "numero quatro",
%"numero cinco", "numero seis", "numero sete", "numero oito", "numero nove",
%"numero dez"]

> { 1 => "um", 2 => "dois", 3 => "tres" }.map { |chave, valor| "numero #{valor}" }
=> ["numero um", "numero dois", "numero tres"]
```

3.6.4 Detectando condição em todos os elementos

Vamos supor que desejamos detectar se todos os elementos da coleção atendem uma determinada condição com o método `all?`:

```
> (0..10).all? { |it| it > 1 }
=> false

> (0..10).all? { |it| it > 0 }
=> false
```

3.6.5 Detectando se algum elemento atende uma condição

Vamos testar se algum elemento atende uma determinada condição com o método `any?`:

```
> (0..10).any? { |it| it == 3 }
=> true

> (0..10).any? { |it| it == 30 }
=> false
```

Nesse caso específico, poderíamos ter escrito dessa forma também:

```
> (0..10).include?(3)
=> true

> (0..10).include?(30)
=> false
```

Apesar da facilidade com um teste simples, o método `any?` é muito prático no caso de procurarmos, por exemplo, um determinado objeto com um determinado valor de retorno em algum de seus métodos.

3.6.6 Detectar e retornar o primeiro elemento que atende uma condição

Se além de detectar quisermos retornar o elemento que atende à uma condição, podemos utilizar o método `detect`:

```
> (0..10).detect { |it| it > 0 && it % 4 == 0}
=> 4
```

3.6.7 Detectando os valores máximo e mínimo

Podemos usar `max` e `min` para isso:

```
> (0..10).max  
=> 10  
  
> (0..10).min  
=> 0
```

É interessante notar que podemos passar um bloco onde serão comparados os valores para teste através do operador `<=>` (conhecido por "starship" ou "navinha"):

```
> %w(joao maria antonio).max { |elemento1, elemento2| elemento1.length <=> elemento2.  
  length }  
=> "antonio"  
  
> %w(joao maria antonio).min { |elemento1, elemento2| elemento1.length <=> elemento2.  
  length }  
=> "joao"
```

Dica

O operador `<=>` compara o objeto da esquerda com o objeto da direita e retorna -1 se o objeto à esquerda for menor, 0 se for igual e 1 se for maior do que o da direita:

```
1 <=> 2 => -1  
1 <=> 1 => 0  
1 <=> -1 => 1
```



Olhem que interessante comparando valores de Hashes:

```
> { joao: 33, maria: 30, antonio: 25 }.max { |elemento1, elemento2| elemento1[1] <=> elemento2[1] }
=> [:joao, 33]

> { joao: 33, maria: 30, antonio: 25 }.min { |elemento1, elemento2| elemento1[1] <=> elemento2[1] }
=> [:antonio, 25]
```

Desafio 2

Tem uma mágica de conversão escondida ali. Você consegue descobrir qual é?

A partir da versão 2.4, a diferença entre os métodos `min` e `max` é brutal. Vamos rodar o seguinte código em ambas as versões (ok, a parte de *benchmarks* ainda está bem na frente aqui no livro, mas vamos considerar somente os resultados aqui):

```
require 'benchmark'

a = (1..1_000_000).to_a.shuffle

Benchmark.bm do |x|
  x.report("min:") { 1000.times { a.min } }
  x.report("max:") { 1000.times { a.max } }
end
```

Código 3.45: Comparando valores mínimos e máximos de uma Range

Primeiro no Ruby 2.3.x:

```
$ ruby code/basico/minmax.rb
      user      system      total      real
min: 60.410000  0.020000  60.430000 ( 60.438673)
max: 59.420000  0.030000  59.450000 ( 59.461824)
```

Agora no Ruby 2.4.x:

```
$ ruby code/basico/minmax.rb
      user      system      total      real
min: 1.750000  0.000000  1.750000 ( 1.753964)
max: 1.940000  0.000000  1.940000 ( 1.943247)
```

E Ruby 3.4.1:

```
      user      system      total      real
min: 0.853238  0.000103  0.853341 ( 0.857975)
max: 0.844312  0.000000  0.844312 ( 0.848529)
```

Uau. De 60 segundos para menos de 1! Esses métodos estão sendo aprimorados desde a versão 2.4, utilizando métodos novos e mais eficientes de comparação. Alguns dos *commits* podem ser vistos [aqui](#) e [aqui](#).

Um método que utiliza o operador `<=>` é o método `clamp`, que tem no seu retorno a garantia que um determinado valor esteja em uma determinada `Range`. Por exemplo:

```
> 10.clamp(1, 5)
=> 5

> 10.clamp(5, 15)
=> 10

> 10.clamp(15, 25)
=> 15
```

Ali aconteceu o seguinte:

1. Foi tentado encaixar 10 entre 1 e 5. Como 10 não está na faixa, foi retornado o (maior) número mais próximo de 10, 5.
2. Foi tentado encaixar 10 entre 5 e 15, o que é perfeitamente possível, retornando 10.

3. Foi tentado encaixar 10 entre 15 e 25. Como 10 não está na faixa, foi retornado o (menor) número mais próximo de 10, 15.

Isso funciona com qualquer tipo de objeto e `Ranges`, como por exemplo com `Strings`:

```
> "c".clamp("a" .. "e")
=> "c"

> "c".clamp("e" .. "f")
=> "e"

> "c".clamp("a" .. "b")
=> "b"
```

3.6.8 Acumulando os elementos

Podemos acumular os elementos com `inject`, onde vão ser passados um valor acumulador e o valor corrente pego do iterador. Se desejarmos saber qual é a soma de todos os valores da nossa `Range`:

```
> (0..10).inject { |soma, valor| soma + valor }
=> 55
```

Podemos passar também um valor inicial:

```
> (0..10).inject(100) { |soma, valor| soma + valor }
=> 155
```

No método `inject`, são enviados dois argumentos, o `acumulador` (no caso, `soma`) e logo após o valor corrente da coleção (no caso, `valor`).

E também podemos passar o método que desejamos utilizar para combinação como um símbolo:

```
> (0..10).inject(:+)
=> 55

> (0..10).inject(100, :+)
=> 155
```

Para o pessoal que adora JavaScript, temos um *alias* simpático para `inject`, `reduce`:

```
> (0..10).reduce(:+)
=> 55

> (0..10).reduce(100, :+)
=> 155
```

Os métodos `inject` e `reduce` são indicados para quando precisamos reduzir a coleção em um valor simples, como Strings e números. Quando precisamos de algo mais complexo, podemos utilizar `each_with_object`:

```
dobro = (0..10).each_with_object({}) { |valor, hash| hash[valor] = valor * 2 }
=> {0=>0, 1=>2, 2=>4, 3=>6, 4=>8, 5=>10, 6=>12, 7=>14, 8=>16, 9=>18, 10=>20}
```

Reparam que no caso do nome do método `each_with_object` ele já entrega a ordem dos argumentos a serem enviados, que é a inversa de `reduce`: "cada com objeto", ou seja, o valor corrente é o primeiro valor enviado e o "acumulador" é o segundo.

O método `each_with_object` pode ser útil para contar coisas, como no exemplo (alguém lembra do longa dos Simpsons?):

```
> %w(forte forte fraco forte fraco forte).each_with_object(Hash.new(0)) { |valor,
   hash| hash[val
or] += 1 }
=> {"forte"=>4, "fraco"=>3}
```

O que pode ser encurtado em situações mais simples utilizando o método `tally`:

```
%w(forte forte fraco forte fraco fraco forte).tally  
=> {"forte"=>4, "fraco"=>3}
```

E se quisermos somar os elementos, a partir da versão 2.4, temos o método `sum`:

```
> (1..10).sum  
=> 55  
  
> (1..10).sum(100)  
=> 155
```

Aqui outra curiosidade matemática. Para calcular a soma de um intervalo de inteiros, a linguagem utiliza um método descoberto por Carl Friedrich Gauss quando, segundo reza a lenda do alto dos seus 8 anos de idade, ele respondeu muito rápido na escola qual era a soma dos 100 primeiros números naturais (\mathbb{N}). O que ele descobriu na sua cabecinha foi essa fórmula:

Basicamente é: multiple o maior número do intervalo por ele mesmo mais 1 e divida por 2.

$$S = \frac{n(n + 1)}{2}$$

Podemos calcular dessa forma e até se o menor número não for 1, utilizando o seguinte código:

```
start_val = 1  
end_val = 10  
((end_val + start_val) * (end_val - start_val + 1)) / 2
```

3.6.9 Dividir a coleção em dois Arrays obedecendo uma condição

Vamos separar os números pares dos ímpares usando `partition`:

```
> (0..10).partition { |it| it.even? }
=> [[0, 2, 4, 6, 8, 10], [1, 3, 5, 7, 9]]
```

E se tentarmos utilizar o método `even?` enviando como símbolo, como demonstrado como :+ acima?

```
> (0..10).partition(:even?)
=> ArgumentError (wrong number of arguments (given 1, expected 0))
```

Ops, ocorreu um erro. A razão é que o método `partition` espera que seja enviado um *bloco de código* e não um método. Para fazer a conversão, podemos utilizar o caracter & antes do símbolo, o que vai criar um bloco de código que vai ter o teste com o método especificado:

```
> (0..10).partition(&:even?)
=> [[0, 2, 4, 6, 8, 10], [1, 3, 5, 7, 9]]
```

3.6.10 Percorrendo os elementos com os índices

Vamos ver onde cada elemento se encontra com `each_with_index`:

```
> (0..10).each_with_index { |item, indice| puts "#{item} indice #{indice}" }

=> 0 indice 0
=> 1 indice 1
=> 2 indice 2
=> 3 indice 3
=> 4 indice 4
=> 5 indice 5
=> 6 indice 6
=> 7 indice 7
=> 8 indice 8
=> 9 indice 9
=> 10 indice 10
```

3.6.11 Ordenando uma coleção

Vamos ordenar um Array de Strings usando `sort`:

```
> %w[joao maria antonio].sort
=> ["antonio", "joao", "maria"]
```

Podemos ordenar de acordo com algum critério específico, passando um bloco e usando `sort_by`:

```
> %w[antonio maria joao].sort_by { |it| it.length }
=> ["joao", "maria", "antonio"]
```

3.6.12 Combinando elementos

Podemos combinar elementos com o método `zip`:

```
> (1..10).zip((11..20))
=> [[1, 11], [2, 12], [3, 13], [4, 14], [5, 15], [6, 16], [7, 17], [8, 18], [9, 19], [10, 20]]

> (1..10).zip((11..20),(21..30))
=> [[1, 11, 21], [2, 12, 22], [3, 13, 23], [4, 14, 24], [5, 15, 25], [6, 16, 26], [7, 17, 27], [8, 18, 28], [9, 19, 29], [10, 20, 30]]
```

Também podemos usar `combination`:

```
> a = %w[john paul george ringo]
=> ["john", "paul", "george", "ringo"]

> a.combination(2)
=> #<Enumerable::Enumerator:0xb7d711a0>

> a.combination(2).to_a
=> [["john", "paul"], ["john", "george"], ["john", "ringo"], ["paul", "george"],
["paul", "ringo"], ["george", "ringo"]]

a.combination(2) { |it| puts "combinando #{it[0]} com #{it[1]}" }

=> combinando john com paul
=> combinando john com george
=> combinando john com ringo
=> combinando paul com george
=> combinando paul com ringo
=> combinando george com ringo
```

Ou permutation:

```
> a = %w[john paul george ringo]
=> ["john", "paul", "george", "ringo"]

> a.permutation(2)
=> #<Enumerable::Enumerator:0xb7ce41c4>

> a.permutation(2).to_a
=> [[["john", "paul"], ["john", "george"], ["john", "ringo"], ["paul", "john"],
["paul", "george"], ["paul", "ringo"], ["george", "john"], ["george", "paul"],
["george", "ringo"], ["ringo", "john"], ["ringo", "paul"], ["ringo", "george"]]

> a.permutation(2) { |it| puts "combinando #{it[0]} com #{it[1]}" }

=> combinando john com paul
=> combinando john com george
=> combinando john com ringo
=> combinando paul com john
=> combinando paul com george
=> combinando paul com ringo
=> combinando george com john
=> combinando george com paul
=> combinando george com ringo
=> combinando ringo com john
=> combinando ringo com paul
=> combinando ringo com george
```

Ou product:

```
> beatles = %w[john paul george ringo]
=> ["john", "paul", "george", "ringo"]

> stooges = %w[moe larry curly shemp]
=> ["moe", "larry", "curly", "shemp"]

beatles.product(stooges)
=> [["john", "moe"], ["john", "larry"], ["john", "curly"], ["john", "shemp"],
["paul", "moe"], ["paul", "larry"], ["paul", "curly"], ["paul", "shemp"],
["george", "moe"], ["george", "larry"], ["george", "curly"], ["george",
"shemp"], ["ringo", "moe"], ["ringo", "larry"], ["ringo", "curly"], ["ringo",
"shemp"]]
```

3.6.13 Percorrendo valores para cima e para baixo

Podemos usar `upto`, `downto` e `step`:

```
> 1.upto(5) { |it| print it, " " }
=> 1 2 3 4 5
=> 1

> 5.downto(1) { |it| print it, " " }
=> 5 4 3 2 1
=> 5

> 1.step(10,2) { |it| print it, " " }
=> 1 3 5 7 9
=> 1
```

3.6.14 Filtrando com o grep

Um método muito útil para coleções é o método `grep` (mesmo nome do utilitário de linha de comando - muito útil, por sinal). Podemos, por exemplo, encontrar determinadas `Strings` em um `Array`, no exemplo abaixo, todas as que tem comprimento entre 3 e 7 caracteres:

```
> %w[eustaquio rangel].grep(/\A\w{3,7}\z/)
=> ["rangel"]
```

Selecionar todos os elementos que sejam iguais ao informado:

```
> [1, 0, 1, 1, 0].grep(0)
=> [0, 0]
```

Encontrar os objetos de uma determinada classe ou módulo:

```
> [1, "String", 1.23, :aqui].grep(Numeric)
=> [1, 1.23]
```

Selecionar os valores de uma determinada faixa, no exemplo abaixo, criando um Array com 10 elementos preenchidos por números de até 10, selecionando somente os únicos que estão entre 5 e 10:

```
> Array.new(10) { rand(10) }.grep(5..10).uniq
=> [7, 5]
```

Utilizando uma lambda para selecionar determinada condição (no exemplo, as Strings cujo comprimento é maior que 3):

```
> lamb = ->(str) { str.length > 3 }
=> #<Proc:0x00000003101ff0@(irb):47 (lambda)>

> %w(eustaquio taq rangel).grep(lamb)
=> ["eustaquio", "rangel"]
```

E que tal fazer um sorteador de números da Megasena (se alguém ganhar, lembra de mim!) em apenas uma linha?

```
> (1..60).to_a.shuffle.take(6)
=> [47, 8, 49, 19, 58, 22]

> (1..60).to_a.shuffle.take(6)
=> [38, 17, 16, 29, 28, 37]

> (1..60).to_a.shuffle.take(6)
=> [20, 28, 30, 16, 43, 52]
```

3.6.15 Encadeamento de iteradores

Podemos encadear um iterador direto com outro. Digamos que queremos selecionar os números pares entre 0 e 10 e multiplicar cada um por 2. Podemos utilizar:

```
> (0..10).select { |it| it.even? }
      .map { |it| it * 2 }
=> [0, 4, 8, 12, 16, 20]
```

Podemos encadear quantos iteradores quisermos, mas temos que tomar cuidado para o nosso código não vire uma lista interminável. Fica como dica alinhar um iterador embaixo do outro, a partir do ponto (.), como forma de deixar o código mais legível.

Uma observação importante aqui: Ruby não força o programador a utilizar um determinado estilo para o código, como um determinado número de espaços por tabulação, espaços versus tabulação, identação etc. Tem vantagens e desvantagens, na minha opinião, sendo que a maior desvantagem é que pessoal de desenvolvimento de software é meio complicado e podem ficar horas ou até dias reescrevendo determinado código para o estilo que melhor se convém.

O problema que logo após vem outro que tem um estilo totalmente diferente e reescreve novamente e ficam gastando tempo com isso ao invés de agregarem valor ao software fazendo algo mais produtivo do que mudar o estilo de codificação para o seu preferido.

Para evitar isso, podemos utilizar alguns recursos como o [Rubocop](#), que é um *linter* que vai verificar o código escrito de acordo com determinadas regras definidas no [Ruby Style Guide](#), já mencionado anteriormente e vai dar sugestões de como alterar o código para entrar em conformidade com essas regras. Pegando como exemplo esse código desalinhado que está gravado em um arquivo chamado `select.rb` e rodando o comando `rubocop`, podemos ver que levamos algumas broncas:

```
(0..10).select { |it| it.even? }
  .map { |it| it * 2 }
```

```
$ rubocop select.rb
Inspecting 1 file
C
```

Offenses:

```
select.rb:1:1: C: [Correctable] Sorbet/FalseSigil: No Sorbet sigil found
in file. Try a typed: false to start (you can also use rubocop -a to
automatically add this).
(0..10).select { |it| it.even? }
^

select.rb:1:1: C: [Correctable] Style/FrozenStringLiteralComment: Missing
frozen string literal comment.
(0..10).select { |it| it.even? }
^

select.rb:1:16: C: [Correctable] Style/SymbolProc: Pass &:even? as an
argument to select instead of a block.
(0..10).select { |it| it.even? }
^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^

select.rb:2:5: C: [Correctable] Layout/MultilineMethodCallIndentation:
Align .map with .select on line 1.
  .map { |it| it * 2 }
  ^^^^
```

O Rubocop também é uma formatação de código e ali acima já foram indicadas que temos 4 ofensas de código que podem ser auto-corrigidas. Vamos pedir para serem corrigidas rodando `rubocop -A select.rb` (temos as opções `-a`, menos invasiva, e `-A` que é a completa) e ver o resultado:

```
$ rubocop -a select.rb
Inspecting 1 file
...
1 file inspected, 9 offenses detected, 9 offenses corrected
```

Vejam que agora foram detectadas 9 ofensas, sendo que algumas foram sendo criadas pelo processo mesmo de correção, mas foram todas corrigidas. Dando uma olhada no arquivo agora, já ficou bem diferente. Não esquitem a cabeça se não entenderem uma coisa ou outra ali por

enquanto:

```
# typed: false
# frozen_string_literal: true

(0..10).select(&:even?)
  .map { |it| it * 2 }
```

O Rubocop é instalado como uma *gem* separada, mas para frente do livro vamos ver como fazer isso. Ele também pode ser embutido direto dentro do seu editor de código preferido para já mostrar as ofensas, as sugestões de correção e até implementar as correções de forma automática quando o arquivo for gravado.

Se você utiliza o editor de texto Vim, eu recomendo o *plugins ALE* (Asynchronous Lint Engine).

Se você utiliza o editor de texto Vim, dê uma olhada na minha apresentação "["Conhecendo o Vim"](#)^a", onde eu listo vários *plugins* interessantes e dicas para o editor.

^a<https://speakerdeck.com/taq/conhecendo-o-vim>

A definição de *linter* vem da ferramenta `lint`, criada em 1978 por Stephen C. Johnson, um cientista da computação do Bell Labs, enquanto estava lidando em C com problemas de portabilidade de código da plataforma Unix para máquinas de 32 bits.

Um método bem útil para o caso de precisarmos inspecionar ou registrar o conteúdo de algum objeto durante algum encadeamento de iteradores é o método `tap`.

Imaginemos que a coleção inicial não é formada por números e sim por objetos da nossa tabela de funcionários onde vamos selecionar somente algumas pessoas que atendem determinadas condições (usando o `select`) e reajustar o seu salário baseado em várias regras complexas (o `map`), e algum problema está ocorrendo na seleção.

O jeito convencional é criar uma variável temporária armazenando o conteúdo retornado pelo `select` e a imprimirmos, executando o `map` logo em seguida.

Ou podemos fazer assim, utilizando o método `tap`:

```
> (0..10).select { |it| it.even? }
  .tap { |it| p it }
  .map { |it| it * 2 }
=> [0, 2, 4, 6, 8, 10]
=> [0, 4, 8, 12, 16, 20]
```

Isso nos mostra o conteúdo antes de ser enviado para o próximo método encadeado.

A partir da versão 2.7 temos o método `filter_map`, que faz as operações de `select` e `map` em uma passada só:

```
> (1..10).filter_map { |it| it * 2 if it.even? }
=> [4, 8, 12, 16, 20]
```

Números randômicos

Podemos gerar números randômicos utilizando a classe `Random`, que é a interface para o PRNG (pseudo-random number generator) da linguagem. Vamos ver alguns exemplos:

```
# gerando um número
> Random.rand
=> 0.2844058702317137

# gerando um número inteiro entre 0 10
> Random.rand(10)
=> 6

# gerando um número inteiro entre 5 e 10
> Random.rand(5..10)
=> 7

# gerando um número inteiro entre -10 e 10
> Random.rand(-10..10)
=> -9

# gerando um float até 3.5
> Random.rand(3.5)
=> 2.3398738995523587

# gerando um float entre 15 e 3.5
> Random.rand(1.5 .. 3.5)
=> 3.1253921595006267

# gerando uma String binária de 5 caracteres
> Random.bytes(5)
=> "\xB7\xE5\xA7E\xA1"
```

3.7 Métodos

Podemos definir métodos facilmente em Ruby, usando `def`, terminando (como sempre) com `end`:

```
def diga_oi
  puts "Oi!"
end

diga_oi
=> "Oi!"
```

Executando esse código, será impresso `Oi!`. Já podemos reparar que os parênteses não são obrigatórios para chamar um método em Ruby.

Quando definimos um método da forma acima, sem um objeto *receiver* explícito, ele vai ser inserido no objeto `main`.

Dica

Podemos definir métodos curtos com a sintaxe de definição de *endless methods* (ou *one-line methods*), como nesse caso em que reescrevemos o método acima:

```
def diga_oi = puts("oi")
```

3.7.1 Retornando valores

Podemos retornar valores de métodos com ou **sem** o uso de `return`. Quando não utilizamos `return`, o que ocorre é que a **última expressão avaliada é retornada**, como no exemplo:

```
def vezes(p1, p2)
  p1 * p2
end

puts vezes(2, 3)
=> 6
```

No caso, foi avaliado por último `p1 * p2`, o que nos dá o resultado esperado. Também podemos

retornar mais de um resultado, que na verdade é apenas um objeto, sendo ele complexo ou não, dando a impressão que são vários, como no exemplo que vimos atribuição em paralelo.

Dica

Reescrevendo o método acima como *endless method*:

```
def vezes(p1, p2) = p1 * p2
```

Vamos construir um método que retorna cinco múltiplos de um determinado número:

```
def cinco_multiplos(numero)
  (1..5).map { |it| it * numero }
end

v1, v2, v3, v4, v5 = cinco_multiplos(5)
puts "#{v1}, #{v2}, #{v3}, #{v4}, #{v5}"

=> 5, 10, 15, 20, 25
```

3.7.2 Enviando valores

Antes de mais nada, fica a discussão sobre a convenção sobre o que são parâmetros e o que são argumentos, convencionando-se à:

Parâmetros são as variáveis situadas na assinatura de um método; Argumentos são os valores atribuídos aos parâmetros

Vimos acima um exemplo simples de passagem de valores para um método, vamos ver outro agora:

```
def vezes(n1, n2)
  n1 * n2
end

puts vezes(3, 4)
=> 12
```

Podemos contar quantos parâmetros um método recebe usando `arity`:

```
def vezes(n1, n2)
  n1 * n2
end

puts vezes(3, 4)
puts "o metodo recebe #{method(:vezes).arity} parametros"
```

Métodos também podem receber parâmetros *default*, como por exemplo:

```
def oi(nome = "Forasteiro")
  puts "Oi, #{nome}!"
end

oi("TaQ")
=> Oi, TaQ!

oi
=> Oi, Forasteiro!
```

Podemos fazer uso dos argumentos nomeados (*keyword arguments*), indicando que o método vai receber os seus valores identificados :

```
def mostra(a:, b:)
  puts "a é igual #{a}, b é igual #{b}"
end

mostra(a: 1, b: 2)
=> a é igual 1, b é igual 2

mostra(b: 2, a: 1)
=> a é igual 1, b é igual 2
```

Do modo definido acima, ambos os argumentos são obrigatórios:

```
mostra(b: 2)
ArgumentError: missing keyword: a
from (irb):1:in `mostra'
```

Podemos também especificar valores *default* para eles:

```
def mostra(a: 1, b: 2)
  puts "a é igual #{a}, b é igual #{b}"
end

mostra(b: 2)
=> a é igual 1, b é igual 2
```

E também misturar com os argumentos tradicionais:

```
def mostra(a, b: 2)
  puts "a é igual #{a}, b é igual #{b}"
end

mostra(1, b: 2)
=> a é igual 1, b é igual 2
```

Importante notar que a definição do método retorna um símbolo com o nome do método, o que nos permite chamar ele mais tarde direto por essa referência:

```
met = def mostra(a, b: 2)
  puts "a é igual #{a}, b é igual #{b}"
end

send(met, 1, b: 10)

=> a é igual 1, b é igual 10
```

Volta e meia podemos ter um problema onde nossos métodos vão aceitando mais e mais parâmetros, por alguma falha de design inicial. Isso nos faz ter que alterar o código onde o método é chamado, fazendo com que percamos um tempo considerável encontrando e alterando e ainda podemos ter algumas surpresinhas de deixar algum ponto para trás, se não utilizarmos uma suíte de testes para verificar se ficou tudo ok, sem quebrar nada.

Nesses casos onde podemos perceber que os parâmetros vão aumentar, podemos substituir os parâmetros nomeados por uma Hash, e procurar os valores necessários dentro do método, como por exemplo:

```
def configure(options = {})
  width  = options[:width]  || 10
  height = options[:height] || 10
  puts "Comprimento: #{width} Altura: #{height}"
end

configure(width: 50)
=> Comprimento: 50 Altura: 10
```

Vejam que utilizamos um valor *default* para a Hash `options`, permitindo que possamos verificar se um determinado valor existe e definir um valor para o caso de não existir, algo que também pode ser feito utilizando `fetch` ao invés do `or (||)` utilizado acima. Um problema dessa abordagem é a performance: toda vez que o método é chamado, é criada uma Hash vazia como argumento, mas também nos dá mais segurança em não operarmos em um objeto nulo.

Se realmente quisermos enviar uma Hash como argumento e permitir chamar o método sem enviar nada, indicando que nesse caso o valor do argumento vai uma Hash vazia, podemos utilizar o operador *double splat*, ou `**`, criado *especificamente* para processar Hashes:

```
def configure(**options)
  width  = options[:width]  || 10
  height = options[:height] || 10
  puts "Comprimento: #{width} Altura: #{height}"
end

configure(width: 30, height: 40)
configure

=> Comprimento: 30 Largura: 40
    Comprimento: 10 Largura: 10
```

Podemos ver que o método não vai aceitar nada diferente de uma Hash:

```
configure('oi')
`configure': wrong number of arguments (given 1, expected 0)
```

O *double splat* pode ser utilizado como **último parâmetro** de um método, mas **sempre** na última posição e sempre recebendo uma Hash.

O *double splat* é também uma opção para fazer *merge* entre Hashes, de forma parecida com o método `merge`:

```
> h1 = { a: 1 }
=> {a: 1}

> h2 = { b: 2 }
=> {b: 2}

> h3 = { **h1, **h2 }
=> {a: 1, b: 2}
```

Inclusive, a forma do *double splat*, é bem mais rápida que utilizando o método `merge`:

```
require 'benchmark'

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report('merge') do
    h1 = { a: 1 }
    h2 = { b: 2 }
    h3 = h1.merge(h2)
  end

  bm.report('double splat') do
    h1 = { a: 1 }
    h2 = { b: 2 }
    h3 = { **h1, **h2 }
  end
end
```

Rodando o programa, podemos ver que com *double splat* é menos da metade do tempo gasto com `merge`:

	user	system	total	real
merge	0.000031	0.000005	0.000036	(0.000022)
double splat	0.000008	0.000001	0.000009	(0.000009)

Comportamento parecido com uma coleção vazia, mas que transforma o argumento em um Array é alcançado utilizando o operador `splat simples`, demonstrado anteriormente:

```
def varios(*valores)
  valores.each { |it| puts "valor=#{it}" }
  puts "-" * 25
end

=> varios(1)
=> valor=1
=> -----
=>
=> varios(1,2)
=> valor=1
=> valor=2
=> -----
=>
=> varios(1,2,3)
=> valor=1
=> valor=2
=> valor=3
=> -----
```

Na definição do método o operador foi utilizado para concentrar todos os valores recebidos em um Array, como pudemos ver acima. Pensem nele como um buraco negro que suga todos os valores e armazena em um Array!

Assim como utilizando `splat` concentra todos os argumentos no Array, podemos utilizar de forma parecida um operador de encaminhamento de argumentos que *concentra* e *encaminha* qualquer número de argumentos para outro método, o popular "encaminha tudo", por exemplo:

```
def receber(*args)
  puts "Recebidos: #{args.join(',')}"
end

def enviar(*args)
  puts "Estou enviando ..."
  receber(*args)
end

enviar(1)
enviar(1, 2)

Estou enviando ...
Recebidos: 1
Estou enviando ...
Recebidos: 1,2
```

Existem também os argumentos *anonymous rest*, definidos como asterico (*):

```
def receber(*args)
  puts "Recebidos: #{args.join(',')}"
end

def enviar(*)
  receber(*)
end

enviar(1)
=> Recebidos: 1

enviar(1, 2)
=> Recebidos: 1,2
```

E keyword *rest*, definido como asterisco duplo (**):

```
def receber(*args)
  puts "Recebidos: #{args.join(',')}"
end

def enviar(**)
  receber(**)
end

enviar(a: 1)
=> Recebidos: {a=>1}

enviar(a: 1, b: 2)
=> Recebidos: {a=>1, b=>2}
```

Nesse caso, é o mesmo processo do *double splat* que vimos acima, só são aceitas Hashes como argumento:

```
enviar(1)
=> wrong number of arguments (given 1, expected 0) (ArgumentError)

enviar('a', 'b', 'c')
=> wrong number of arguments (given 1, expected 0) (ArgumentError)
```

Podemos utilizar *pattern matching* para criarmos variáveis com o argumento enviado no método:

```
def varios(valores)
  valores => { a:, b:, c: }
  puts "Recebi a=#{a}, b=#{b}, c=#{c}"
end

(irb):57: warning: One-line pattern matching is experimental, and the behavior
may change in future versions of Ruby!
=> :varios
varios({ a: 1, b: 2, c: 3 })
Recebi a=1, b=2, c=3
```

3.7.3 Enviando e processando blocos e Procs

Como vimos com iteradores, podemos passar um bloco para um método, e para o executarmos dentro do método, usamos `yield`:

```
def executa_bloco(valor)
  yield(valor)
end

executa_bloco(2) { |it| puts it * it }
=> 4

executa_bloco(3) { |it| puts it * it }
=> 9

executa_bloco(4) { |it| puts it * it }
=> 16
```

O método `yield` irá acionar o bloco enviado como argumento, passando no caso acima o argumento de `valor` para o bloco.

Meio que primo do `yield`, temos o `yield_self`, que pega o próprio `valor`, executa o bloco enviado e retorna o último retorno do bloco:

```
> 1.yield_self { |it| it + 1 }
=> 2
```

Aparentemente, meio bobinho, mas permite com que possamos algumas coisas mais com ele para nos ajudar a reduzir a complexidade e aumentar a legibilidade do código (apesar que tem gente que o usa para justamente o contrário disso). Vamos pegar esse exemplo onde temos

uma lambda para duplicar e outra para exponenciar um valor ao quadrado, onde se invertermos a ordem o valor ficará diferente.

Queremos que o resultado final seja 16, duplicando e depois exponenciando o número 2. Se invertermos a ordem dos métodos, o resultado será 8. Vamos utilizar o `yield_self` para executar na ordem desejada no segundo caso:

```
> duplicar = -> (val) { val * 2 }
=> #<Proc:0x000056358a8f1400 (irb):29 (lambda)>

> quadrado = -> (val) { val ** 2 }
=> #<Proc:0x000056358a932ef0 (irb):30 (lambda)>

> duplicar(2)
=> 4

> quadrado(duplicar(2))
=> 16

> 2.yield_self(&duplicar).yield_self(&quadrado)
=> 16
```

Ok, não foi o jeito mais bonito de simplificar o código, expressando a sua ordem, mas que tal utilizarmos o alias `then` para ajudar nisso:

```
> 2.then(&duplicar).then(&quadrado)
=> 16
```

Melhor, não? Pessoal de JavaScript fica até mais confortável com o `then` por causa das Promises que existem por lá. Sem as lambas ou métodos, poderíamos ter escrito assim também:

```
> 2.then { |it| it * 2 }.then { |it| it ** 2 }
=> 16
```

O que nos evitaria código como:

```
> v = 2  
=> 2  
  
> v = v * 2  
=> 4  
  
> v = v ** 2  
=> 16
```

Dica

Podemos utilizar `pow` ou o operador `**` para retornar o número exponenciado:

```
> 2.pow 2  
=> 4  
  
> 2.pow 3  
=> 8  
  
> 2 ** 2  
=> 4  
  
> 2 ** 3  
=> 8
```

Isso é meio parecido também com o recurso de **composição de funções**, que nos permite criar novas *lambdas* a partir de outras. Levando em conta os exemplos acima, podemos criar uma nova *lambda* chamada `dup2` (duplicar ao quadrado) com as anteriores:

```
dup = ->(x) { x * 2 }  
sqr = ->(x) { x ** 2 }  
dup2 = dup >> sqr  
  
puts dup2.call(2)  
  
# seria o mesmo que  
puts sqr.call(dup.call(2))
```

Código 3.46: Composição de funções

Vejam que definimos `dup`, depois `sqr` e criamos `dup2` basicamente injetando `dup` dentro de `sqr`.

Vejam que essa é a ordem que elas serão chamadas, ou seja, 2 multiplicado por 2 dá 4, que elevado ao quadrado dá 16. E podemos ir compondo as novas funções com quantas quisermos, levando em consideração que devemos explicitamente chamar essas *lambda*s com o método `call` e temos que tomar cuidado com os argumentos esperados pelas funções compostas. Vamos compor com mais funções fazendo algumas coisas malucas somente para efeitos didáticos, como criar outra função para dividir por 2 e outra para calcular 10% do resultado:

```
dup   = ->(x) { x * 2    }
sqr   = ->(x) { x ** 2   }
half  = ->(x) { x / 2    }
temp  = ->(x) { x * 0.1  }
crazy = dup >> sqr >> half >> temp

puts crazy.call(2)
```

Código 3.47: Mais composição de funções

Podemos usar `block_given?` para detectar se um bloco foi passado para o método:

```
def executa_bloco(valor)
  yield(valor) if block_given?
end

executa_bloco(2) { |it| puts it * it }
=> 4

executa_bloco(3)
executa_bloco(4) { |it| puts it * it }
=> 16
```

Podemos também converter um bloco em uma `Proc` especificando o nome do último parâmetro com `&` no começo:

```
def executa_bloco(valor, &proc)
  puts proc.call(valor)
end

executa_bloco(2) { |it| it * it }
=> 4
```

Vejam que anteriormente havíamos convertido um símbolo com nome de um método em um bloco, agora convertemos um bloco em uma `Proc`.

O comportamento de enviar e retornar blocos de código, aplicação parcial/currying é basicamente o funcionamento de *high order functions*, que são funções que podem receber e retornar outras funções. Podemos ter um exemplo bem explícito, controverso funcionamento mas útil didaticamente desse código:

```
def soma(a, b)
  lambda { a + b } # retorna uma lambda/função
end

def subtrai(a, b)
  lambda { a - b } # retorna uma lambda/função
end

def operacao(op) # recebe uma lambda/função
  op.call
end

puts operacao(soma(1, 2))
puts operacao(subtrai(1, 2))
```

Ali `soma` e `subtrai` retornam ambas uma *lambda/função* nova, que é transmitida para `operacao`, que a recebe e executa a sua chamada, retornando o resultado.

3.7.4 Valores são transmitidos por referência

Como recebemos referências do objeto nos métodos, quaisquer alterações que fizermos dentro do método refletirão fora, como já vimos um pouco acima quando falamos sobre variáveis.

Vamos comprovar:

```
def altera!(valor)
  valor.upcase!
end

string = "Oi, mundo!"
altera!(string)
puts string

=> "OI, MUNDO!"
```

Lembrando que se estivermos utilizando objetos congelados, isso **não vai funcionar!** Os métodos que tem comportamento **destrutivo**, como explicado daqui a pouco, que alteram o objeto que foi passado como argumento, devem obedecer à convenção de utilizar um ponto de exclamação (!) nos seus nomes e devemos prestar atenção tanto em não enviar objetos congelados para eles como nos seus efeitos colaterais (*side effects*) ao enviar objetos que podem ser modi-

ficados e depois apresentar algumas "surpresinhas" não esperadas no decorrer da execução do código.

Na verdade, qualquer tipo de objeto que possa retornar alterado de dentro de um método pode gerar essas "surpresinhas" e efeitos colaterais, então usem os métodos destrutivos de modo estritamente necessário.

3.7.5 Interceptando exceções direto no método

Uma praticidade grande é usarmos o corpo do método para capturarmos uma exceção, sem precisar abrir um bloco com `begin` e `end`:

```
def soma(valor1, valor2)
  valor1 + valor2
rescue
  nil
end

puts soma(1, 2)
=> 3

puts soma(1, :um)
=> nil
```

Também podemos utilizar o `rescue` direto em um modificador de estrutura:

```
value = soma(1, nil) rescue nil
=> nil
```

Vale aqui lembrar que temos uma diferença de performance utilizando `rescue` dessa maneira, onde podemos utilizar o operador ternário:

```
require 'benchmark'

limit = 1_000_000
str   = nil

Benchmark.bm do |x|
  x.report("rescue") do
    limit.times { str.upcase rescue nil }
  end

  x.report("ternário") do
    limit.times { str ? str.upcase : nil }
  end
end
```

Código 3.48: Comparando rescue com operador ternário

Rodando o programa, podemos ver que a diferença em utilizar o ternário é mais brutal que escutar "[Abyssal Gates](#)", do Krisiun:

```
$ ruby code/basico/rescue.rb
      user      system      total      real
rescue    1.850000    0.000000  1.850000 ( 1.858982)
ternário  0.060000    0.000000  0.060000 ( 0.058927)
```

Então, se performance é um problema (sempre é de se considerar!), considere em evitar utilizar o `rescue` dessa maneira.

3.7.6 Métodos destrutivos e predicados

Como visto acima, também podemos utilizar os caracteres `!` e também `?` no final dos nomes dos nossos métodos.

Por convenção, métodos com `!` no final são chamados de **métodos destrutivos**, como visto acima, onde indicam que os argumentos passados para o método podem ter o seu valor alterado (lembrando que são referências) e os métodos com `?` no final são chamados de **métodos predicados** e são utilizados para testar algo e devem ter retorno `booleano`, retornando `true` ou `false`.

Vamos ver outro exemplo de método destrutivo:

```
def revup!(str)
  str.reverse!.upcase!
end
str = "teste"

puts str.object_id
=> 74439960

revup!(str)
=> ETSET

puts str
=> ETSET

puts str.object_id
=> 74439960
```

A partir das versões 3.x, existe muito movimento e discussão no desenvolvimento da linguagem a respeito de **imutabilidade**, até para garantir o comportamento dos objetos quando executados em processamento paralelo, como já visto, por exemplo, com as Strings.

Convém não abusar dos métodos destrutivos para já ir garantindo código para implementações futuras da linguagem, até porque apesar de estar explícito no nome do método que os seus argumentos podem ser alterados, na maior parte do tempo isso é uma má idéia.

Funções puras

Os métodos destrutivos violam a característica de funções puras , "pure functions", onde os valores de retorno são determinados apenas pelos valores de entrada, sem efeitos colaterais, como alterar os próprios argumentos.

Se a função depender de outras, e alguma dessas outras não for uma função pura ou precisar algum estado externo, por exemplo, uma variável global, então ela própria é uma função impura, pois os resultados podem variar por causa da dependência externa. Por exemplo, `Math.cos(x)` sempre retorna o mesmo resultado todas as vezes e nunca altera o valor de `x`.

Funções puras são melhores para rodarem em ambiente de concorrência e paralelismo justamente por não precisarem compartilhar ou alterar nada externamente. Elas são similares às funções matemáticas.

E agora um exemplo de método predicado:

```
def ok?(obj)
  !obj.nil?
end

puts ok?(1)
=> true

puts ok?("um")
=> true

puts ok?(:um)
=> true

puts ok?(nil)
=> false
```

Uma observação de métodos predicados é que eles devem retornar `true` ou `false`, **e nunca** `nil`, pois o retorno deve ser *booleano*, apesar que `nil` também pode significar "diferente de verdadeiro".

O retorno de `nil` em um método deve ser feito para os casos que se espera o retorno de algum objeto do método e não é possível.

Podemos simular parâmetros nomeados usando uma Hash:

```
def test(args)
  one = args[:one]
  two = args[:two]
  puts "one: #{one} two: #{two}"
end

test(one: 1, two: 2)
=> one: 1 two: 2

test(two: 2, one: 1)
=> one: 1 two: 2
```

Mas se quisermos de forma explícita, também temos parâmetros nomeados:

```

def foo(str: "foo", num: 123456)
  [str, num]
end

p foo(str: 'buz', num: 9)
=> ['buz', 9]

p foo(str: 'bar')
=> ['bar', 123456]

p foo(num: 123)
=> ['foo', 123]

p foo
=> ['foo', 123456]

p foo(bar: 'buz')
=> ArgumentError

```

Também podemos capturar um método como se fosse uma Proc:

```

class Teste
  def teste(qtde)
    qtde.times { puts "teste!" }
  end
end

t = Teste.new
m = t.method(:teste)
p m
m.(3)
p m.to_proc

```

Código 3.49: Capturando um método

Rodando o programa:

```

$ ruby capture.rb

#<Method: Teste#teste>
teste!
teste!
teste!
#<Proc:0x8d3c4b4 (lambda)>

```

Como podemos ver, o resultado é um objeto do tipo `Method`, mas que pode ser convertido em uma `Proc` usando o método `to_proc`.

E agora um método de nome totalmente diferente usando o suporte para encodings do Ruby a partir das versões 1.9.x:

```
module Enumerable
  def ∑
    self.inject(&:+)
  end
end

puts [1, 2, 3].∑
puts (0..3).∑
```

Rodando o programa:

```
$ ruby encodingmeth.rb
6
6
```

Uau! Para quem quiser inserir esses caracteres malucos no `Vim`, consulte o help dos *digraphs* com `:help digraphs`.

Esse exemplo é feito usando, no modo de inserção, `CTRL+K +Z`.

3.7.7 Enviando opções na linha de comando

Vamos aproveitar que estamos rodando bastante programas com o comando `ruby` e aprender a como criar programas enviando parâmetros para eles. Para isso, vamos utilizar a classe `OptionParser`, que já vem disponível na linguagem, sendo requisitada através de `require`, para preencher uma `Hash` com algumas opções:

```

#!/usr/bin/env ruby
require 'optparse'

options = {}
ARGV << '-h' if ARGV.empty? # insere o -h se não forem enviados valores

parser = OptionParser.new do |opts|
  opts.banner = "Uso: opts.rb [opções]"

  opts.on('-n', '--nome NOME', 'Informa o nome') do |nome|
    options[:nome] = nome
  end

  opts.on('-s', '--sobrenome [SOBRENOME]', 'Informa o sobrenome') do |sobrenome|
    options[:sobrenome] = sobrenome
  end

  opts.on('-i', '--idade [IDADE]', Integer, 'Especifica a idade') do |idade|
    options[:idade] = idade
  end

  opts.on('-b', '--bandas [A,B,C...]', Array, 'Lista bandas preferidas') do |bandas|
    options[:bandas] = bandas
  end

  opts.on('-t', '--string', 'Mostra opções como uma String') do
    options[:string] = true
  end

  opts.on_tail('-h', '--help', 'Mostra ajuda') do
    puts opts
    exit
  end
end

begin
  parser.parse!
  raise StandardError, 'O nome é obrigatório' if options[:nome].nil?

  if options[:string]
    puts options.map { |key, val| "#{key}: #{val}" }.join("\n")
  else
    p options
  end
rescue => exc
  STDERR.puts "Erro: #{exc}\n\n"
  STDERR.puts parser.help
end

```

Código 3.50: Opções na linha de comando

Ali temos algumas características:

- criada uma Hash vazia para armazenar as opções enviadas - ou não enviadas.

- Inserido em `ARGV`, que é o `array` que representa os valores enviados na linha de comando, a opção `-h`, no caso de não ter sido enviado nada. Isso vai apresentar o modo de uso do programa, com as suas opções definidas.
- Criado o *parser* utilizando a classe `OptionParser`, passando a referência em `opts`.
- Definido o *banner* para ser exibido.
- Iniciando a criação das opções, utilizando uma forma curta (`-n`) e uma forma longa `-name`, que não obrigatórias de serem definidas juntas, porém é de praxe. Ali vamos indicar como opção obrigatória, mais à frente. O terceiro parâmetro é a descrição da opção.
- O funcionamento nessa primeira opção reflete o que ocorre quando enviamos algo com essa opção: é aberto um bloco, que recebe o valor no parâmetro do bloco, onde no corpo podemos utilizar do jeito que quisermos, nesse caso, indicando na `Hash` que o valor da chave `nome` é o valor enviado.
- Sobrenome segue basicamente o mesmo que nome.
- Em `idade`, temos como terceiro parâmetro uma classe que vai fazer a conversão do valor enviado, que por padrão é uma `String`, no tipo de dado desejado. Nesse caso, pedimos a conversão em um `Integer`.
- Em `bandas`, é criado um `Array`, com os valores sendo criados separando a `String` de entrada utilizando as vírgulas.
- Vamos utilizar a opção `-t` ou `string` para formatar o resultado exibido.
- Chegamos na opção do `help`, que vai imprimir as instruções e sair do programa utilizando `exit`.
- Requisitamos o reconhecimento das opções enviadas utilizando `parse!`.
- Se após o reconhecimento o nome não foi enviado, uma exceção é disparada.
- Se foi requisitado o formato de `String`, as opções são formatadas, do contrário é exibido direto no formato de `Hash`.

Rodando o programa com o formato de saída padrão:

```
$ ruby opts.rb -n eustaquio -s rangel -i 30 -b slayer,acdc,depeche_mode
{:nome=>"eustaquio", :sobrenome=>"rangel", :idade=>30, :bandas=>
["slayer", "acdc", "depeche_mode"] }
```

Agora como `String`

```
$ ruby opts.rb -n eustaquio -s rangel -i 30 -b slayer,acdc,depeche_mode -t
nome: eustaquio
sobrenome: rangel
idade: 30
```

```
bandas: ["slayer", "acdc", "depeche_mode"]
string: true
```

Utilizando as opções longas:

```
$ ruby opts.rb --nome eustaquio --sobrenome rangel --idade 30
--bandas slayer,acdc,depeche_mode --string
nome: eustaquio
sobrenome: rangel
idade: 30
bandas: ["slayer", "acdc", "depeche_mode"]
string: true
```

Não enviando nada:

```
$ ruby opts.rb
Uso: opts.rb [opções]
-n, --nome NOME           Informa o nome
-s, --sobrenome [SOBRENOME] Informa o sobrenome
-i, --idade [IDADE]        Especifica a idade
-b, --bandas [A,B,C...]   Lista bandas preferidas
-t, --string               Mostra opções como uma String
-h, --help                 Mostra ajuda
```

Que é a mesma coisa que pedindo para mostrar a ajuda com -h:

```
$ ruby opts.rb -h
Uso: opts.rb [opções]
-n, --nome NOME           Informa o nome
-s, --sobrenome [SOBRENOME] Informa o sobrenome
-i, --idade [IDADE]        Especifica a idade
-b, --bandas [A,B,C...]   Lista bandas preferidas
-t, --string               Mostra opções como uma String
-h, --help                 Mostra ajuda
```

Enviando somente sobrenome:

```
$ ruby opts.rb -s rangel
Erro: O nome é obrigatório

Uso: opts.rb [opções]
```

<code>-n, --nome NOME</code>	Informa o nome
<code>-s, --sobrenome [SOBRENOME]</code>	Informa o sobrenome
<code>-i, --idade [IDADE]</code>	Especifica a idade
<code>-b, --bandas [A,B,C...]</code>	Lista bandas preferidas
<code>-t, --string</code>	Mostra opções como uma String
<code>-h, --help</code>	Mostra ajuda

Rodando apenas com nome e sobrenome:

```
$ ruby opts.rb -n eustaquio -s rangel
{:nome=>"eustaquio", :sobrenome=>"rangel"}
```

Por último, um detalhe bem legal que poderíamos estar utilizando até aqui: reparem no início do arquivo `.rb`, na primeira linha, o seguinte conteúdo:

```
#!/usr/bin/env ruby
```

Isso permite, *se ativarmos o flag de executável do arquivo*, que não precisemos do comando `ruby` no começo da linha de comando:

```
$ chmod +x opts.rb
$ ./opts.rb
Uso: opts.rb [opções]
      -n, --nome NOME          Informa o nome
      -s, --sobrenome [SOBRENOME]  Informa o sobrenome
      -i, --idade [IDADE]        Especifica a idade
      -b, --bandas [A,B,C...]    Lista bandas preferidas
      -t, --string               Mostra opções como uma String
      -h, --help                  Mostra ajuda
```

Isso permite que criemos alguns utilitários para linha de comando de forma bem prática e poderosa.

Capítulo 4

Classes e objetos

Como bastante coisas em Ruby são objetos, vamos aprender a criar os nossos. Vamos fazer uma classe chamada Carro, com algumas propriedades:

```
class Carro
  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
p corsa
puts corsa
```

Código 4.1: Primeira classe Carro

Rodando o programa:

```
$ ruby carro1.rb
#<Carro:0x894c674 @marca=:chevrolet, @modelo=:corsa, @cor=:preto,
@tanque=50>
#<Carro:0x894c674>
```

Para criarmos uma classe, usamos a palavra-chave `class`, seguida pelo nome da classe.

Segundo as convenções de Ruby, nos nomes dos métodos deve-se usar letras minúsculas separando as palavras com um sublinhado (`_`), porém nos nomes das classes é utilizado ca-

CAPÍTULO 4. CLASSES E OBJETOS

mel case¹, da mesma maneira que em Java, com maiúsculas separando duas ou mais palavras no nome da classe. Temos então classes com nomes como MinhaClasse, MeuTeste, CarroPersonalizado.

As propriedades do nosso objeto são armazenadas no que chamamos de *variáveis de instância*, que são quaisquer variáveis dentro do objeto cujo nome se inicia com @. Se fizermos referência para alguma que ainda não foi criada, ela será.

Podemos inicializar várias dessas variáveis dentro do método `initialize`, que é o **construtor** do nosso objeto, chamado **após** o método `new`, que aloca espaço na memória para o objeto sendo criado.

Não temos métodos destrutores em Ruby, mas podemos associar uma `Proc` para ser chamada em uma instância de objeto cada vez que ela for limpa pelo *garbage collector*. Vamos verificar isso criando o arquivo `destructor.rb`:

```
string = 'Oi, mundo!'
ObjectSpace.define_finalizer(string, ->(id) { puts "Estou terminando o objeto #{id}" })
```

Código 4.2: Destrutores

E agora rodando, o que vai fazer com que todos os objetos sejam destruídos no final:

```
$ ruby destructor.rb
Estou terminando o objeto 78268620
```

Dica

Podemos pegar um objeto pelo seu `object_id`:

```
> s = "oi"
=> "oi"

> i = s.object_id
=> 80832250

> puts ObjectSpace._id2ref(i)
=> oi
```

¹CamelCase é a denominação em inglês para a prática de escrever as palavras compostas ou frases, onde cada palavra é iniciada com maiúsculas e unidas sem espaços. <https://pt.wikipedia.org/wiki/CamelCase>

Desafio 3

Crie mais algumas variáveis/referências como no exemplo acima, associando uma Proc com o finalizer do objeto. Repare que talvez algumas não estejam exibindo a mensagem. Porque?

Pudemos ver acima que usando `puts` para verificar o nosso objeto, foi mostrada somente a referência dele na memória. Vamos fazer um método novo na classe para mostrar as informações de uma maneira mais bonita. Lembram-se que em conversões utilizamos um método chamado `to_s`, que converte o objeto em uma `String`?

Vamos criar um para a nossa classe:

```
class Carro
  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
p corsa
puts corsa
```

Código 4.3: Segunda classe Carro

Vamos ver o comportamento nas versões 1.8.x:

```
$ rvm 1.8.7
$ ruby carro2.rb
#<Carro:0xb75be6b0 @cor=:preto, @modelo=:corsa, @marca=:chevrolet, @tanque=5
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: preto Tanque: 50
```

E agora nas versões 1.9.x:

```
$ rvm 1.9.3
$ ruby carro2.rb
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: preto Tanque: 50
```

CAPÍTULO 4. CLASSES E OBJETOS

```
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: preto Tanque: 50
```

E agora nas versões acima da 2.x:

```
$ rvm 2.0.0
$ ruby carro2.rb
#<Carro:0x85808b0 @marca=:chevrolet, @modelo=:corsa, @cor=:preto,
@tanque=50>
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: preto Tanque: 50
```

Sobrescrever o método `to_s` não deveria afetar o `inspect`. O pessoal discutiu muito isso e nas versões 2.x foi restaurado o comportamento antes das 1.9.x, como visto acima.

Ruby tem alguns métodos que podem confundir um pouco, parecidos com `to_s` e `to_i`, que são `to_str` e `to_int`.

Enquanto `to_s` e `to_i` efetivamente fazem uma conversão de tipos, `to_str` e `to_int` indicam que os objetos podem ser representados como uma `String` e um `Integer`, respectivamente.

Ou seja: `to_s` significa que o objeto **tem** representação como `String`, `to_str` significa que o objeto é uma representação de `String`.

Todo método chamado sem um receiver explícito será executado em `self`, que especifica o próprio objeto ou classe corrente.

Vimos como criar as propriedades do nosso objeto através das variáveis de instância, mas como podemos acessá-las? Isso vai nos dar um erro:

```

class Carro
  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
puts corsa.marca

```

Código 4.4: Tentando ler variáveis de instância

Rodando o programa:

```
$ ruby carro3.rb
code/carro3.rb:14:in '<main>': undefined method `marca' for Marca:chevrolet
Modelo: corsa Cor: preto Tanque: 50: Carro (NoMethodError)
```

Essas variáveis são **privadas** do objeto, e não podem ser lidas sem um método de acesso. Podemos resolver isso usando attr_reader:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :cor, :tanque

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
puts corsa.marca

```

Código 4.5: Lendo variáveis de instância

CAPÍTULO 4. CLASSES E OBJETOS

Rodando o programa:

```
$ ruby carro4.rb  
chevrolet
```

Nesse caso, criamos atributos de leitura, que nos permitem a leitura da propriedade.

Se precisarmos de algum atributo de escrita, para trocarmos a cor do carro, por exemplo, podemos usar:

```
class Carro  
attr_reader :marca, :modelo, :cor, :tanque  
attr_writer :cor  
  
def initialize(marca, modelo, cor, tanque)  
  @marca = marca  
  @modelo = modelo  
  @cor = cor  
  @tanque = tanque  
end  
  
def to_s  
  "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"  
end  
end  
  
corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)  
corsa.cor = :branco  
puts corsa
```

Código 4.6: Alterando os valores de variáveis de instância

Rodando o programa:

```
$ ruby carro5.rb  
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: branco Tanque: 50
```

Podemos até encurtar isso mais ainda criando direto um atributo de escrita e leitura utilizando attr_accessor:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
corsa.cor = :branco
puts corsa
```

Código 4.7: Lendo e escrevendo em variáveis de instância

Rodando o programa:

```
$ ruby carro6.rb
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: branco Tanque: 50
```

Saindo ligeiramente de contexto ...

Se precisarmos de objetos com atributos com escrita e leitura, podemos usar duas formas bem rápidas para criarmos nossos objetos. Uma é usando Struct:

```
Carro = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque)
corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
p corsa
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=:corsa, cor=:preto,
tanque=50>
```

O construtor de Struct retorna uma outra classe para que os objetos sejam criados a partir dela. Se por acaso apenas um objeto for ser criado, podemos utilizar:

CAPÍTULO 4. CLASSES E OBJETOS

```
corsa = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque).new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
p corsa
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=:corsa, cor=:preto,
tanque=50>
```

Podemos criar métodos para a `Struct`, enviando um bloco:

```
Carro = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque) do
  def ligar
    puts "Ligando o carro modelo #{modelo} ..."
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
corsa.ligar
=> Ligando o carro modelo corsa ..
```

Inclusive podemos enviar até o construtor da `Struct` e criar uma estrutura imutável:

```
Carro = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque) do
  def initialize(*args)
    super
    freeze
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
corsa.marca = :fiat
=> can't modify frozen Carro
```

Lembram do "encaminha tudo", o encaminhador de argumentos ... que vimos lá na Seção 3.7? Olhem ele ali recebendo argumentos variáveis mas não explicitamente encaminhando para algum lugar (já que o `super` já faz isso). Poderíamos até utilizar `splat` ali, mas com certeza iríamos receber um alerta sobre a variável não utilizada.

Também podemos, por conveniência, indicar que permitimos a criação da `Struct` indicando os parâmetros de forma nomeada, o que nos permite inverter a ordem e até deixar algum valor enviado de fora (o que vai o deixar como nulo):

```

Carro = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque)
=> Carro
> corsa = Carro.new(marca: :chevrolet, modelo: :corsa, cor: :preto, tanque: 50)
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=:corsa, cor=:preto, tanque=50>
> corsa = Carro.new(marca: :chevrolet, modelo: :corsa, cor: :preto)
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=:corsa, cor=:preto, tanque=nil>
> corsa = Carro.new(marca: :chevrolet, modelo: :corsa)
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=:corsa, cor=nil, tanque=nil>
> corsa = Carro.new(marca: :chevrolet)
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=nil, cor=nil, tanque=nil>
> corsa = Carro.new(modelo: :corsa, marca: :chevrolet)
=> #<struct Carro marca=:chevrolet, modelo=:corsa, cor=nil, tanque=nil>

```

Alerta de coisa antiga



Antes da versão 3.2, para utilizar os parâmetros de forma nomeada, temos que utilizar `keyword_init: true` no final do método, como:

```

Carro = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque,
 keyword_init: true)
=> Carro(keyword_init: true)

```

Outra forma de lidar com estruturas mais flexível ainda, é usando `OpenStruct`, onde os atributos são criados na hora que precisamos deles:

```

require 'ostruct'

carro = OpenStruct.new

carro.marca  = :chevrolet
carro.modelo = :corsa
carro.cor    = :preto
carro.tanque = 50
p carro
=> #<OpenStruct tanque=50, modelo=:corsa, cor=:preto,
marca=:chevrolet>

```

A partir da versão 3.2 também temos um novo objeto: `Data`, que é meio que uma `Struct` que pode ser criada com argumentos posicionais ou nomeados, com a principal característica que ela é **imutável**:

```
Carro = Data.define(:marca, :modelo, :cor, :tanque)
c1 = Carro.new(:fiat, :pulse, :branco, 40)
c2 = Carro.new(modelo: :pulse, tanque: 40, cor: :branco, marca: :fiat)
```

Tentando alterar alguma propriedade, vamos ter um erro:

```
c1.cor = :cinza
undefined method `cor=' for #<data Carro
```

Basicamente, ela é imutável pois não temos os setters implementados, mas podemos criar outro objeto com propriedades diferentes utilizando with:

```
c3 = c1.with(cor: :cinza)
=> #<data Carro marca=:fiat, modelo=:pulse, cor=:cinza, tanque=40>
```

Também é possível utilizar em *pattern matching* (também possível utilizando Struct):

```
case c3
in marca, modelo, :cinza, tanque
  puts "Achei um carro cinza: #{marca}, #{modelo}"
else
  puts "Não achei nada"
end

Achei um carro cinza: fiat, pulse
```

Assim como Struct, dá para criar métodos também, enviando um bloco:

```

Carro = Data.define(:marca, :modelo, :cor, :tanque) do
  def ligar
    puts 'Ligando o carro ...'
  end
end

c1 = Carro.new(:fiat, :pulse, :branco, 40)
c1.marca
=> :fiat
c1.ligar
Ligando o carro ...

```

Apesar da comunidade Ruby ter se animado bastante com `Data`, podemos ter comportamento similar imutável criando `Structs` imutáveis como visto anteriormente no construtor, ou em cada instância com o método `freeze`, como por exemplo:

```

Carro = Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque)
c1 = Carro.new(:fiat, :pulse, :branco, 40).freeze
c1.cor = :cinza
=> can't modify frozen Carro

```

E tem um ponto mais importante na minha singela opinião: por ser uma estrutura de dados nova, somente disponível a partir da versão 3.2, qualquer código que for liberado a partir de agora feito na 3.2 **não vai funcionar em versões anteriores que não tem suporte à `Data`!**

Em vários anos acompanhando a linguagem, *muito pouca coisa teve esse tipo de problema*, que pode ser resolvido utilizando uma `gem` como a `backports`, mas que até o momento que estava escrevendo isso, ainda não tinha suporte para a `Data`, ou mesmo continuar utilizando a boa e velha `Struct`, se necessário, com um `freeze` no final.

... e voltando ao contexto.

Também podemos criar atributos virtuais, que nada mais são do que métodos que agem como se fossem atributos do objeto. Vamos supor que precisamos de uma medida como galões, que equivalem a 3,785 litros, para o tanque do carro.

Poderíamos fazer:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end

  def galoes
    @tanque / 3.785
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
corsa.cor = :branco
puts corsa.galoes
```

Código 4.8: Criando atributos virtuais

Rodando o programa:

```
$ ruby carro7.rb
13.21003963011889
```

4.1 Classes abertas

Uma diferença de Ruby com várias outras linguagens é que as suas classes, mesmo as definidas por padrão e base na linguagem, são abertas, ou seja, podemos alterá-las depois que as declararmos.

Por exemplo:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:@cor Tanque:@tanque"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)

class Carro
  def novo_metodo
    puts "Novo método!"
  end
end
corsa.novo_metodo

class Carro
  remove_method :novo_metodo
end

corsa.novo_metodo

```

Código 4.9: Abrindo uma classe

Rodando o programa:

```

$ ruby carro8.rb
Novo método!
code/carro8.rb:30:in `<main>': undefined method `novo_metodo' for
Marca: chevrolet Modelo: corsa Cor: preto Tanque: 50: Carro (NoMethodError)

```

Pude inserir e remover um método que é incorporado aos objetos que foram definidos sendo daquela classe e para os novos a serem criados também. Também pudemos remover o método, o que gerou a mensagem de erro.

Às vezes temos que testar determinados objetos e métodos verificando antes de eles existem. Podemos ver isso no código abaixo, onde os objetos e métodos são verificados usando primeiro um `if` verificando se não existe alguma referência nula, depois, comentado, o método `try` do `ActiveSupport` do `Rails` (que não está disponível em Ruby puro) e por último o navegador de operação segura `&`, onde é tentado acessar `objeto&.propriedade`, retornando o valor ou

nulo se falhar. Isso é conhecido como **navegação segura**:

```
class Volante
  attr_reader :cor

  def initialize(cor)
    @cor = cor
  end
end

class Carro
  attr_reader :volante

  def initialize(volante)
    @volante = volante
  end
end

volante = Volante.new(:preto)
carro = Carro.new(volante)

puts carro.volante.cor if carro && carro.volante && carro.volante.cor
#puts carro.try(:volante).try(:cor)
puts carro.volante.cor
```

Código 4.10: Navegação segura

4.2 Aliases

Se por acaso quisermos guardar uma cópia do método que vamos redefinir, podemos usar `alias` para dar outro nome para ele:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

class Carro
  alias to_s_old to_s

  def to_s
    "Esse é um novo jeito de mostrar isso: #{to_s_old}"
  end
end

carro = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
puts carro
puts carro.to_s_old
```

Código 4.11: Aliases para métodos

Rodando o programa:

```
$ ruby methalias.rb
Esse é um novo jeito de mostrar isso: Marca:chevrolet Modelo:corsa Cor:preto
Marca:chevrolet Modelo:corsa Cor:preto Tanque:50
```

4.3 Inserindo e removendo métodos

Podemos também inserir um método somente em uma determinada instância:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
gol = Carro.new(:volks, :gol, :azul, 42)

class << corsa
  def novo_metodo
    puts "Novo método!"
  end
end

corsa.novo_metodo
gol.novo_metodo

```

Código 4.12: Inserindo métodos em uma instância

Rodando o programa:

```

$ ruby insmethinst.rb
Novo método!
code/insmethinst.rb:28:in `<main>': undefined method `novo_metodo' for
Marca: volks Modelo: gol Cor: azul Tanque: 42: Carro (NoMethodError)

```

Podemos ver que no caso do `corsa`, o novo método foi adicionado, mas não no `gol`. O que aconteceu ali com o operador/método «`?`? Hora de algumas explicações sobre **metaclasses**!

4.4 Metaclasses

Todo objeto em Ruby tem uma hierarquia de ancestrais, que podem ser vistos utilizando `ancestors`, como:

```
class Teste
end

p String.ancestors
p Teste.ancestors
```

Código 4.13: Ancestrais

Rodando o programa:

```
$ ruby ancestors.rb
[String, Comparable, Object, Kernel, BasicObject]
[Teste, Object, Kernel, BasicObject]
```

Cada objeto tem a sua **superclasse**:

```
class Teste
end

class OutroTeste < Teste
end

p String.superclass
p Teste.superclass
p OutroTeste.superclass
```

Código 4.14: Superclasses

```
$ ruby superclasses.rb
Object
Object
Teste
```

E cada classe conhece as classes que herdaram dela:

```

class Teste
end

class OutroTeste < Teste
end

puts "Classes que herdam de Teste:"
p Teste.subclasses

```

Código 4.15: Classes que herderam de outra

Classes que herdam de Teste:
[OutroTeste]

Todos os objetos a partir das versões 1.9.x são derivados de `BasicObject`, que é o que chamamos de *blank slate*, que é um objeto que tem menos métodos que `Object`.

```

> BasicObject.instance_methods
=> [:, :equal?, :!, :!, :instance_eval, :instance_exec, :__send__]

```

O que ocorreu no exemplo da inserção do método na instância acima (quando utilizamos `»`), é que o método foi inserido na **metaclasses**, ou *eigenclass*, ou classe *singleton*, ou "classe fantasma" do objeto, que adiciona um novo elo na hierarquia dos ancestrais da classe da qual a instância pertence, ou seja, o método foi inserido antes da classe `Carro`. A procura do método (*method lookup*) se dá na *eigenclass* da instância, depois na hierarquia de ancestrais.

Em linguagens de tipagem estática, o compilador checa se o objeto `receiver` tem um método com o nome especificado. Isso é chamado checagem estática de tipos (*static type checking*), daí o nome da característica dessas linguagens.

Para isso ficar mais legal e prático, vamos ver como fazer dinamicamente, já começando a brincar com metaprogramação². Primeiro, com a classe:

²Metaprogramação é escrever código que manipula a linguagem em *runtime*

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
gol = Carro.new(:volks, :gol, :azul, 42)

Carro.send(:define_method, "multiplica_tanque") do |valor|
  @tanque * valor
end

puts corsa.multiplica_tanque(2)
puts gol.multiplica_tanque(2)
```

Código 4.16: Metaprogramação

Rodando o programa:

```
$ ruby carro9.rb
100
84
```

Dica

Usamos `send` para acessar um método **privado** da classe.

Usando metaprogramação e classes abertas, como visto acima, podemos ver que Ruby também atende à outro paradigma, por ser **reflexiva**, ou seja, permite a modificação enquanto está rodando.

Agora, com as instâncias:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:@#{cor} Tanque:@#{tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
gol = Carro.new(:volks, :gol, :azul, 42)

(class << corsa; self; end).send(:define_method, "multiplica_tanque") do |valor|
  @tanque * valor
end

puts corsa.multiplica_tanque(2)
puts gol.multiplica_tanque(2)

```

Código 4.17: Metaprogramação nas instâncias

Rodando o programa:

```

100
code/carro10.rb:25:in `<main>': undefined method 'multiplica_tanque' for
Marca: volks Modelo: gol Cor: azul Tanque: 42: Carro (NoMethodError)

```

Depois de ver tudo isso sobre inserção e remoção de métodos dinamicamente, vamos ver um truquezinho para criar um método "autodestrutivo":

```
class Teste
  def apenas_uma_vez
    def self.apenas_uma_vez
      raise StandardError, "Esse método se destruiu!"
    end

    puts "Vou rodar apenas essa vez hein?"
  end
end

teste = Teste.new
teste.apenas_uma_vez
teste.apenas_uma_vez
```

Código 4.18: Método auto-destrutivo

Rodando o programa:

```
$ ruby autodestruct.rb
Vou rodar apenas essa vez hein?
code/autodestruct.rb:4:in `apenas_uma_vez': Esse método se destruiu!
(Exception) from code/autodestruct.rb:12:in '<main>'
```

Isso não é algo que se vê todo dia, yeah!

4.5 Variáveis de classe

Também podemos ter variáveis de classes, que são variáveis que se encontram no **contexto da classe e não das instâncias dos objetos da classe**.

Variáveis de classes tem o nome começado com `@@` e devem ser inicializadas antes de serem usadas. Por exemplo:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor
  @@qtde = 0

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @@qtde += 1
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end

  def qtde
    @@qtde
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
gol = Carro.new(:volks, :gol, :azul, 42)
ferrari = Carro.new(:ferrari, :viper, :vermelho, 70)

puts ferrari.qtde
```

Código 4.19: Variáveis de classe

Rodando o programa:

```
$ ruby classvar1.rb
3
```

Para que não precisemos acessar a variável através de uma instância, podemos criar um **método de classe**, utilizando `self.` antes do nome do método:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor
  @@qtde = 0

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @@qtde += 1
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end

  def self.qtde
    @@qtde
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
gol = Carro.new(:volks, :gol, :azul, 42)
ferrari = Carro.new(:ferrari, :enzo, :vermelho, 70)
puts Carro.qtde
```

Código 4.20: Criando métodos de classe

Rodando o programa:

```
$ ruby classvar2.rb
3
```

Os métodos de classe também podem ser chamados de **métodos estáticos**, em que não precisam de uma instância da classe para funcionar.

Fazendo uma pequena comparação com variáveis e métodos estáticos em Java, no arquivo `CarroEstatico.java`:

```
public class CarroEstatico {  
    private static int qtde = 0;  
  
    public CarroEstatico() {  
        ++qtde;  
    }  
  
    public static int qtde() {  
        return qtde;  
    }  
  
    public static void main(String args[]) {  
        CarroEstatico[] carros = new CarroEstatico[10];  
  
        for (int i = 0; i < carros.length; i++) {  
            carros[i] = new CarroEstatico();  
            System.out.println(CarroEstatico.qtde() + " carros");  
        }  
    }  
}
```

Código 4.21: Carro em Java com métodos estáticos

Rodando o programa:

```
$ java CarroEstatico  
1 carros  
2 carros  
3 carros  
4 carros  
5 carros  
6 carros  
7 carros  
8 carros  
9 carros  
10 carros
```

4.5.1 Interfaces fluentes

O método `self` é particularmente interessante para desenvolvemos *interfaces fluentes*³, que visa a escrita de código mais legível, geralmente implementada utilizando métodos encadeados, auto-referenciais no contexto (ou seja, sempre se referindo ao mesmo objeto) até que seja encontrado e retornado um contexto vazio. Poderíamos ter uma interface fluente bem básica para montar alguns comandos `select` SQL dessa forma:

³http://en.wikipedia.org/wiki/Fluent_interface

```
class SQL
  attr_reader :table, :conditions, :order

  def from(table)
    @table = table
    self
  end

  def where(cond)
    @conditions = cond
    self
  end

  def order(order)
    @order = order
    self
  end

  def to_s
    "select * from #{@table} where #{@conditions} order by #{@order}"
  end
end

sql = SQL.new.from("carros").where("marca='Ford'").order("modelo")
puts sql
```

Código 4.22: Interfaces fluentes

Rodando o programa:

```
$ ruby fluent.rb
select * from carros where marca='Ford' order by modelo
```

Reparam que `self` sempre foi retornado em todos os métodos, automaticamente retornando o próprio objeto de onde o método seguinte do encadeiamento foi chamado.

4.5.2 DSLs

Uma DSL é uma "Domain Specific Language"⁴, ou "linguagem de domínio específico", que são utilizadas e permitem o seu uso em um contexto/domínio particular, praticamente uma "mini-linguagem" especializada dentro da própria linguagem, onde nesse caso ela é considerada interna. DSLs externas são independentes da linguagem hospedeira.

Por exemplo, poderíamos criar uma DSL para lidar com configurações de veículos dessa maneira:

⁴<https://martinfowler.com/books/dsl.html>

```
# typed: false
# frozen_string_literal: true

class Veiculo
  attr_accessor :cor, :marca, :modelo

  def to_s
    "Cor: #{@cor} Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo}"
  end
end

class Carro < Veiculo
end

class Bike < Veiculo
  attr_accessor :cambio

  def to_s
    "#{super} Câmbio: #{@cambio}"
  end
end

module Configurador
  class << self
    attr_accessor :objeto

    def configurar(objeto, &bloco)
      self.objeto = objeto
      instance_eval(&bloco)

      self.objeto
    end

    def method_missing(name, *values)
      self.objeto.send("#{name}=", *values)
    end
  end
end

# utilizando a DSL daqui para baixo

carro = Configurador.configurar(Carro.new) do
  cor     :azul
  marca   :fiat
  modelo  :pulse
end

bike = Configurador.configurar(Bike.new) do
  cor     :preta
  marca   :specialized
  modelo  :rockhopper_pro
  cambio  :slx
end

puts carro
puts bike
```

Ali usamos alguns truques, como herança (que vamos ver logo abaixo), o uso do `method_missing` para interceptar qualquer método que assumimos ser de **atribuição** e abrir a classe corrente `class << self` para definir os métodos e propriedades da classe.

Rodando, temos o resultado esperado:

```
$ ruby code/classes/dsl.rb
Cor: azul Marca: fiat Modelo: pulse
Cor: preta Marca: specialized Modelo: rockhopper_pro Câmbio: slx
```

Esse foi um exemplo bem pequeno, mas podemos criar DSLs tão poderosas que podem representar uma "mini-linguagem" dentro da própria linguagem.

4.6 Variáveis de instância de classe

Um problema que acontece com as variáveis de classe utilizando `@@` é que elas não pertencem realmente às classes, e sim à hierarquias, podendo permear o código dessa maneira:

```
@@qtde = 10

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor
  @@qtde = 0
  puts self

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @@qtde += 1
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end

  def self.qtde
    @@qtde
  end
end

puts self
puts @@qtde
```

Código 4.24: Variáveis de instância de classe

Rodando o programa:

```
$ ruby classvar3.rb
Carro
main
0
```

Alerta

A partir da versão 2.0, rodar esse programa nos retorna um *warning*:

```
$ ruby classvar3.rb
classvar3.rb:2: warning: class variable access from toplevel
Carro
main
classvar3.rb:28: warning: class variable access from toplevel
0
```

Está certo que esse não é um código comum de se ver, mas já dá para perceber algum estrago quando as variáveis @@ são utilizadas dessa maneira.

Repararam que a @@qt de *externa* teve o seu valor atribuído como 0 **dentro** da classe?

Podemos prevenir isso usando **variáveis de instância de classe**:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  class << self
    attr_accessor :qtde
  end
  @qtde = 0

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    self.class.qtde += 1
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end
end

corsa = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
gol = Carro.new(:volks, :gol, :azul, 42)
ferrari = Carro.new(:ferrari, :enzo, :vermelho, 70)
puts Carro.qtde

```

Código 4.25: Variáveis de instância de classe

```
$ ruby classvar4.rb
3
```

Vejam que a variável está na **instância da classe** (sim, classes tem uma instância "flutuando" por aí) e não em instâncias de objetos criados pela classe (os `@`) e nem são variáveis de classe (os `@@`).

4.7 Herança

Em Ruby, temos **herança única**, que significa que uma classe pode apenas ser criada herdando de apenas outra classe, reduzindo a complexidade do código.

Como exemplo de alguma complexidade (pouca, nesse caso), vamos pegar de exemplo esse código em C++:

```
#include <iostream>

using namespace std;

class Automovel {
public:
    void ligar() {
        cout << "ligando o automóvel\n";
    }
};

class Radio {
public:
    void ligar() {
        cout << "ligando o rádio\n";
    }
};

class Carro: public Automovel, public Radio {
public:
    Carro() {}
};

int main() {
    Carro carro;
    carro.ligar(); // só compila com Automovel::ligar();
    return 0;
}
```

Código 4.26: Carro em C++

Se compilarmos esse código, vamos ter esse resultado:

```
$ g++ -g -o carro carro.cpp
carro.cpp: Na função 'int main()':
carro.cpp:26:10: erro: request for member 'ligar' is ambiguous
carro.cpp:14:9: erro: candidates are: void Radio::ligar()
carro.cpp:7:9: erro:                      void Automovel::ligar()
```

Não foi possível resolver qual método `ligar` era para ser chamado. Para isso, temos que indicar explicitamente em qual das classes herdadas o método vai ser chamado, trocando

`carro.ligar();`

para

```
carro.Automovel::ligar();
```

que resulta em

```
$ g++ -g -o carro carro.cpp
$ ./carro
ligando o automóvel
```

Para fazermos a herança nas nossas classes em Ruby, é muito simples, é só utilizarmos `class <nome da classe filha> < <nome da classe pai>:`:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor
  @@qtde = 0

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @@qtde += 1
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end

  def self.qtde
    @@qtde
  end
end

class NovoCarro < Carro
  def to_s
    "Marca nova:@marca Modelo:@modelo Cor:@cor Tanque:@tanque"
  end
end

carro1 = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
carro2 = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :prata, 50)
novo_carro = NovoCarro.new(:volks, :gol, :azul, 42)

puts carro1
puts carro2
puts novo_carro
puts Carro.qtde
puts NovoCarro.qtde
```

Código 4.27: Herança

Rodando o programa:

```
$ ruby carroll.rb
Marca:chevrolet Modelo:corsa Cor:preto Tanque:50
Marca:chevrolet Modelo:corsa Cor:prata Tanque:50
Marca nova:volks Modelo:gol Cor:azul Tanque:42
3
3
```

Enquanto o conceito de herança é amplamente utilizado, leva à acoplamento alto e convém não abusar no seu uso.

Livros como "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software" recomendam composição ou delegação ao invés de herança. Se quisermos que um objeto seja utilizado no lugar de outro, podemos utilizar herança.

Se quisermos que um objeto somente utilize recursos de outro, podemos utilizar composição ou delegação.

Vamos ver melhor o conceito de composição quando começarmos a ver módulos e delegação logo mais à frente.

Como em Ruby o que importa é o que o objeto consegue fazer, não o tipo do objeto, seguindo o *duck typing*, nos livramos de complicações discutindo e lidando com *variance*, *invariance* e *contravariance*, que podem ser importantes em outras linguagens, mas que ficam basicamente inertes em Ruby.

Esse tipo de discussão pode ter bastante valor em linguagens com tipagem estática, mas nos dá uma folga linguagens de tipagem dinâmica. Existe alguma discussão sobre descrever a tipagem como vamos ver na Seção 4.13.

Poderíamos ter modificado para usar o método `super`:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor
  @@qtde = 0

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @@qtde += 1
  end

  def to_s
    "Marca: #{@marca} Modelo: #{@modelo} Cor: #{@cor} Tanque: #{@tanque}"
  end
end

class NovoCarro < Carro
  def to_s
    "Novo Carro: #{super}"
  end
end

carro = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
novo_carro = NovoCarro.new(:volks, :gol, :azul, 42)

puts carro
puts novo_carro

```

Código 4.28: Método super

Rodando o programa:

```
$ ruby carro12.rb
Marca:chevrolet Modelo:corsa Cor:preto Tanque:50
Novo Carro: Marca:volks Modelo:gol Cor:azul Tanque:42
```

O método `super` chama o mesmo método da classe pai, e tem dois comportamentos:

- Sem parênteses, ele envia os mesmos argumentos recebidos pelo método corrente para o método pai.
- Com parênteses, ele envia os argumentos selecionados.

Podemos ver como enviar só os selecionados:

```
class Teste
  def metodo(parametro1)
    puts parametro1
  end
end

class NovoTeste < Teste
  def metodo(parametro1, parametro2)
    super(parametro1)
    puts parametro2
  end
end

t1 = Teste.new
t2 = NovoTeste.new
t1.metodo(1)
t2.metodo(2, 3)
```

Código 4.29: Método super com argumentos selecionados

Rodando o programa:

```
$ ruby supermeth.rb
1
2
3
```

Dica

Podemos utilizar um *hook* ("gancho") para descobrir quando uma classe herda de outra:

```
class Pai
  def self.inherited(child)
    puts "#{child} herdando de #{self}"
  end
end

class Filha < Pai
end
```

```
$ ruby inherited.rb
Filha herdando de Pai
```

Para ver uma relação das classes que herdaram da classe atual, podemos utilizar `subclasses`:

```
class Automovel
end

class Carro < Automovel
end

class Van < Automovel
end

class Onibus < Automovel
end

p Automovel.subclasses
```

Código 4.30: Subclasses

Resultado:

```
[Onibus, Van, Carro]
```

Dica

Se estivermos com pressa e não quisermos fazer uma declaração completa de uma classe com seus *readers*, *writers* ou *acessors*, podemos herdar de uma `Struct` (lembram dela?) com alguns atributos da seguinte maneira:

```
class Carro < Struct.new(:marca, :modelo, :cor, :tanque)
  def to_s
    "Marca: #{marca} modelo: #{modelo} cor: #{cor} tanque: #{tanque}"
  end
end

fox = Carro.new(:vw, :fox, :verde, 45)

puts fox
=> Marca: vw modelo: fox cor: verde tanque: 45
```

4.8 Duplicando de modo raso e profundo

Sabemos que os valores são transferidos por referência, e se quisermos criar novos objetos baseados em alguns existentes?

Para esses casos, podemos duplicar um objeto usando `dup`, gerando um novo objeto:

```
> c1 = Carro.new  
=> #<Carro:0x9f0e138>  
  
> c2 = c1  
=> #<Carro:0x9f0e138>  
  
> c3 = c1.dup  
=> #<Carro:0x9f1d41c>  
  
> c1.object_id  
=> 83390620  
  
> c2.object_id  
=> 83390620  
  
> c3.object_id  
=> 83421710
```

Essa funcionalidade está implementada automaticamente para os objetos que são instâncias da nossa classe, mas fica uma dica: existem casos em que precisamos ter propriedades diferentes ao efetuar a cópia, como por exemplo, a variável de instância `@criado`, onde se utilizarmos `dup`, vai ser duplicada e não vai refletir a data e hora que esse novo objeto foi criado através da duplicação do primeiro:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque, :criado
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @criado = Time.now
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end
end

carro = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
puts carro.criado
sleep 1

outro_carro = carro.dup
puts outro_carro.criado

```

Código 4.31: Duplicando de modo raso

Rodando o programa:

```
$ruby dup.rb
2016-06-29 22:36:10 -0300
2016-06-29 22:36:10 -0300
```

Apesar de esperarmos 1 segundo utilizando o método `sleep`, o valor de `@criado` na cópia do objeto feita com `dup` permaneceu o mesmo.

Para evitar isso, utilizamos `initialize_copy` na nossa classe, que vai ser chamado quando o objeto for duplicado, atualizando o valor da variável de instância `@criado_em`:

```

class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque, :criado
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @criado = Time.now
  end

  def initialize_copy(original)
    puts "criado objeto novo #{self.object_id} duplicado de #{original.object_id}"
    @criado = Time.now
  end

  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:@#{cor} Tanque:@#{tanque}"
  end
end

carro = Carro.new(:chevrolet, :corsa, :preto, 50)
puts carro.criado
puts carro.object_id
sleep 1

outro_carro = carro.dup
puts outro_carro.criado
puts outro_carro.object_id

```

Código 4.32: Customizando o objeto duplicado

Rodando o programa:

```

$ ruby initializecopy.rb
2016-06-29 22:36:10 -0300
83042330
criado objeto novo 82411250 duplicado de 83042330
2016-06-29 22:36:11 -0300
82411250

```

Agora a data e hora de criação/duplicação do objeto ficaram corretas.

Vale lembrar que cópias de objetos em Ruby usando `dup` são feitas usando o conceito de **shallow copy**, que duplica um objeto mas não os objetos referenciados dentro dele. Vamos ver um exemplo:

```

class A
  attr_reader :outro

  def initialize(outro = nil)
    @outro = outro
  end

  def show
    puts "Estou em #{self.class.name}, #{object_id}"
    puts "Outro: #{@outro.object_id}" if !@outro.nil?
  end
end

class B < A
end

a = A.new
b = B.new(a)

a.show
b.show

b2 = b.dup
b2.show

```

Código 4.33: Shallow copy

Rodando o programa:

```

$ ruby shallow.rb
Estou em A, 75626430
Estou em B, 75626420
Outro: 75626430 <===== aqui!
Estou em B, 75626300
Outro: 75626430 <===== aqui!

```

Pudemos ver que o objeto que consta na variável `b` foi duplicado, porém o objeto que consta na referência em `a` continua o mesmo em `b2`!

Para evitar esse tipo de coisa, precisamos do conceito de **deep copy**, que irá duplicar o objeto e os objetos dentro dele, retornando objetos totalmente novos.

Em Ruby isso pode ser alcançado através de **serialização** utilizando Marshal, armazenando os objetos como um fluxo de dados binários e depois restaurando todos em posições de memória totalmente novas:

```

class A
  attr_accessor :outro

  def initialize(outro = nil)
    @outro = outro
  end

  def show
    puts "Estou em #{self.class.name}, #{object_id}"
    puts "Outro: #{@outro.object_id}" if !@outro.nil?
  end
end

class B < A
end

a = A.new
b = B.new(a)

a.show
b.show

b2 = Marshal.load(Marshal.dump(b))
b2.show

```

Código 4.34: Deep copy

Rodando o programa:

```

$ ruby deep.rb
Estou em A, 74010500
Estou em B, 74010490
Outro: 74010500 <===== aqui!
Estou em B, 74010330
Outro: 74010300 <===== aqui!

```

4.8.1 Brincando com métodos dinâmicos e hooks

Podemos emular o comportamento de uma `OpenStruct` utilizando o método `method_missing`, que é chamado caso o seu objeto o tenha declarado, sempre que ocorrer uma exceção do tipo `NoMethodError`, ou seja, quando o método que tentamos acessar não existe:

```

class Teste
  def method_missing(meth, value = nil)
    sanitized = meth.to_s.split("=".first

    if meth =~ /=/
      self.class.send(:define_method, meth) { |it| instance_variable_set("@#{sanitized}"}
      , it)
      self.send(meth, value)
    else
      self.class.send(:define_method, sanitized) { instance_variable_get("@#{sanitized}"}
    )
      self.send(meth)
    end
  end
end

t = Teste.new
t.oi = "oi, mundo!"
puts t.oi

puts t.hello
t.hello = "hello, world!"
puts t.hello

```

Código 4.35: Interceptando métodos que não existem

Rodando o programa:

```
$ ruby methmissing.rb
oi, mundo!
hello, world!
```

Vamos aproveitar e testar dois *hooks* para métodos, `method_added` e `method_removed`:

```

class Teste
  def self.method_added(meth)
    puts "Adicionado o método #{meth}"
  end

  def self.method_removed(meth)
    puts "Removido o método #{meth}"
  end
end

t = Teste.new
t.class.send(:define_method,"teste") { puts "teste!" }
t.teste
t.class.send(:remove_method,:teste)
t.teste

```

Código 4.36: Interceptando métodos adicionados e removidos

Rodando o programa:

```

$ ruby hooksmeth.rb
Adicionado o método teste
teste!
Removido o método teste
code/hooksmeth.rb:16:in '<main>': undefined method 'teste' for
#<Teste:0x9f3d12c> (NoMethodError)

```

Podemos definir "métodos fantasmas"(*ghost methods*, buuuuu!), brincando com `method_missing`:

```

class Teste
  def method_missing(meth)
    puts "Não sei o que fazer com a sua requisição: #{meth}"
  end
end

t = Teste.new
t.teste

```

Código 4.37: Métodos fantasmas

```

$ ruby ghost.rb
Não sei o que fazer com a sua requisição: teste

```

4.9 Delegação

A utilização de `method_missing` nos permite fazer delegações de métodos para outros objetos, mas temos disponível o módulo (mais sobre eles daqui a pouco) `Forwardable` que nos permite encaminhar chamadas de métodos para outro objeto:

```
require 'forwardable'

class Motorista
  def coloca_cinto
    puts "Colocando cinto ..."
  end
end

class Carro
  extend Forwardable

  def initialize
    @motorista = Motorista.new
  end

  def_delegators :@motorista, :coloca_cinto
end

carro = Carro.new
carro.coloca_cinto
```

Código 4.38: Encaminhamento de métodos

Através de `def_delegators`, especificamos que queremos delegar para o objeto que está em `@motorista` a resposta do método `coloca_cinto`, acionado na classe `Carro`.

Rodando o programa:

```
$ ruby forward.rb
Colocando cinto ...
```

4.10 Métodos parecidos com operadores

Vamos imaginar que temos uma classe chamada `CaixaDeParafusos` e queremos algum jeito de fazer ela interagir com outra, por exemplo, adicionando o conteúdo de um outra (e esvaziando a que ficou sem conteúdo).

Podemos fazer coisas do tipo:

```
class CaixaDeParafusos
  attr_reader :quantidade

  def initialize(quantidade)
    @quantidade = quantidade
  end

  def to_s
    "Quantidade de parafusos na caixa #{self.object_id}: #{@quantidade}"
  end

  def +(outra)
    CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
  end
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = CaixaDeParafusos.new(20)
caixa3 = caixa1 + caixa2

puts caixa1
puts caixa2
puts caixa3
```

Código 4.39: Somando um objeto com outro

Rodando o programa:

```
$ ruby caixa1.rb
Quantidade de parafusos na caixa 69826490: 10
Quantidade de parafusos na caixa 69826480: 20
Quantidade de parafusos na caixa 69826470: 30
```

Mas espera aí! Se eu somei uma caixa com a outra em uma terceira, não deveria ter sobrado nada nas caixas originais, mas ao invés disso elas continuam intactas.

Precisamos zerar a quantidade de parafusos das outras caixas:

```

class CaixaDeParafusos
  attr_reader :quantidade

  def initialize(quantidade)
    @quantidade = quantidade
  end

  def to_s
    "Quantidade de parafusos na caixa #{self.object_id}: #{@quantidade}"
  end

  def +(outra)
    CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
    @quantidade = 0
    outra.quantidade = 0
  end
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = CaixaDeParafusos.new(20)
caixa3 = caixa1 + caixa2

puts caixa1
puts caixa2
puts caixa3

```

Código 4.40: Somando um objeto com outro e interagindo com eles

Rodando o programa:

```

$ ruby caixa2.rb
code/caixa2.rb:15:in `+': undefined method `quantidade=' for Quantidade de
parafusos na caixa 74772290: 20:CaixaDeParafusos (NoMethodError)
from code/caixa2.rb:21:in `<main>'
```

Parece que ocorreu um erro ali, mas está fácil de descobrir o que é. Tentamos acessar a variável de instância da **outra caixa** enviada como parâmetro mas não temos um **attr_writer** para ela!

Mas espera aí: só queremos que essa propriedade seja alterada quando efetuando alguma operação com outra caixa de parafusos ou alguma classe filha, e não seja acessada por qualquer outra classe. Nesse caso, podemos usar um **método protegido**:

```

class CaixaDeParafusos
protected
attr_writer :quantidade

public
attr_reader :quantidade

def initialize(quantidade)
  @quantidade = quantidade
end

def to_s
  "Quantidade de parafusos na caixa #{self.object_id}: #{@quantidade}"
end

def +(outra)
  nova = CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
  @quantidade = 0
  outra.quantidade = 0
  nova
end
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = CaixaDeParafusos.new(20)
caixa3 = caixa1 + caixa2

puts caixa1
puts caixa2
puts caixa3

```

Código 4.41: Utilizando métodos protegidos

Rodando o programa:

```

$ ruby caixa3.rb

Quantidade de parafusos na caixa 81467020: 0
Quantidade de parafusos na caixa 81467010: 0
Quantidade de parafusos na caixa 81467000: 30

```

Agora pudemos ver que tudo funcionou perfeitamente, pois utilizamos `protected` antes de inserir o `attr_writer`.

Os **modificadores de controle de acesso de métodos** são:

1. **Públicos (public)** - Podem ser acessados por qualquer método em qualquer objeto.
2. **Privados (private)** - Só podem ser chamados dentro de seu próprio objeto, mas nunca é possível acessar um método privado de outro objeto, mesmo se o objeto que chama seja uma sub-classe de onde o método foi definido.
3. **Protegidos (protected)** - Podem ser acessados na própria classe e em seus descendentes.

Dica

Os escopos dos banheiros

Vamos utilizar a seguinte analogia para lembrar do acesso dos métodos: vamos supor que você seja dono de um restaurante bem legal localizado em um local bem movimentado da cidade (e você aqui aprendendo a desenvolver software, hein?).

Como você não quer que seus fregueses fiquem apertados você manda fazer um banheiro para o pessoal, mas nada impede também que apareça algum maluco da rua apertado, entre no restaurante e use seu banheiro (ainda mais se ele tiver 2 metros de altura, 150 kg e for lutador de alguma arte marcial). Esse banheiro é **público**.

Para seus empregados, você faz um banheirinho mais caprichado, que só eles tem acesso. Esse banheiro é **protegido**, sendo que só quem é do restaurante tem acesso.

Mas você sabe que tem um empregado seu lá que tem uns problemas e ao invés de utilizar o banheiro, ele o *inutiliza*.

Como você tem enjoos com esse tipo de coisa, manda fazer um banheiro **privado** para você, que só você pode usar.

Ou, indo do menos para o mais restritivo: **público, protegido e privado**.

Mas nenhum deles exime de fazer alguma ... arte. Então, sempre prestem atenção.

Um ponto interessante é a visibilidade dos métodos estáticos. Vamos supor que desejamos deixar o método `desc` (criado só para esse exemplo) com escopo privado, em `CaixaDeParafusos`:

```

class CaixaDeParafusos
  private

  def self.desc
    puts 'Isso é uma caixa de parafusos'
  end
end

CaixaDeParafusos.desc

```

Código 4.42: Método estático privado feito errado

Rodando o programa:

```

$ ruby wrong_static.rb
Isso é uma caixa de parafusos

```

É, parece que não deu certo. O método deveria ser **privado** e não acessível em um contexto público. O contexto utilizado para a definição de **self** é diferente, o que faz com que não obedeça o escopo de privado definido anteriormente. Podemos verificar que o contexto muda se utilizarmos **class << self** como visto anteriormente:

```

class CaixaDeParafusos
  class << self
    private

    def desc
      puts 'Isso é uma caixa de parafusos'
    end
  end
end

CaixaDeParafusos.desc

```

Código 4.43: Método estático privado abrindo a classe

Rodando o programa:

```

$ ruby self_static.rb
self_static.rb:11:in '<main>': private method `desc' called for
class CaixaDeParafusos (NoMethodError)

CaixaDeParafusos.desc

```

^^^^^

Agora funcionou! Podemos também utilizar o método `private_class_method` para especificar quais são os métodos privados estáticos (pode ser especificado mais de um, usando vírgula para separar os nomes dos métodos):

```
class CaixaDeParafusos
  def self.desc
    puts 'Isso é uma caixa de parafusos'
  end

  private_class_method :desc
end

CaixaDeParafusos.desc
```

Código 4.44: Método estático privado especificados no final

Rodando o programa:

```
$ ruby self_static.rb
self_static.rb:11:in '<main>': private method 'desc' called for
class CaixaDeParafusos (NoMethodError)

CaixaDeParafusos.desc
^^^^^
```

O método `private_class_method` pode também ser utilizado direto antes da definição do método:

```
class CaixaDeParafusos
  private_class_method def self.desc
    puts 'Isso é uma caixa de parafusos'
  end
end

CaixaDeParafusos.desc
```

Código 4.45: Método estático privado especificados na definição

Rodando o programa:

```
$ ruby self_static.rb
self_static.rb:11:in `<main>': private method `desc' called for
class CaixaDeParafusos (NoMethodError)
```

```
CaixaDeParafusos.desc
^ ^ ^ ^ ^
```

Existe mais um jeito de especificar esses métodos, que vamos ver no capítulo de Módulos.

Vamos voltar para o tema anterior. vamos supor que queremos dividir uma caixa em caixas menores com conteúdos fixos e talvez o resto que sobrar em outra. Podemos usar o método /:

```
class CaixaDeParafusos
protected
attr_writer :quantidade

public
attr_reader :quantidade

def initialize(quantidade)
  @quantidade = quantidade
end

def to_s
  "Quantidade de parafusos na caixa #{self.object_id}: #{@quantidade}"
end

def +(outra)
  nova = CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
  @quantidade = 0
  outra.quantidade = 0
  nova
end

def /(quantidade)
  caixas = Array.new(@quantidade / quantidade, quantidade)
  caixas << @quantidade % quantidade if @quantidade % quantidade > 0
  @quantidade = 0
  caixas.map { |it| CaixaDeParafusos.new(it) }
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = CaixaDeParafusos.new(20)
caixa3 = caixa1 + caixa2

puts caixa3 / 8
```

Código 4.46: Dividindo o objeto

```
$ ruby caixa4.rb
Quantidade de parafusos na caixa 67441310: 8
Quantidade de parafusos na caixa 67441300: 8
Quantidade de parafusos na caixa 67441290: 8
Quantidade de parafusos na caixa 67441280: 6
```

Ou podemos simplesmente pedir para dividir o conteúdo em X caixas menores, distribuindo uniformemente o seu conteúdo:

```
class CaixaDeParafusos
protected
attr_writer :quantidade

public
attr_reader :quantidade

def initialize(quantidade)
@quantidade = quantidade
end

def to_s
"Quantidade de parafusos na caixa #{self.object_id}: #{@quantidade}"
end

def +(outra)
nova = CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
@quantidade = 0
outra.quantidade = 0
nova
end

def /(quantidade)
caixas = Array.new(quantidade, @quantidade / quantidade)
(@quantidade % quantidade).times { |it| caixas[it] += 1 }
@quantidade = 0
caixas.map { |it| CaixaDeParafusos.new(it) }
end
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = CaixaDeParafusos.new(20)
caixa3 = caixa1 + caixa2

puts caixa3 / 4
```

Código 4.47: Divindo o objeto em objetos menores

Rodando o programa:

```
$ ruby caixa5.rb
```

```
Quantidade de parafusos na caixa 81385900: 8
Quantidade de parafusos na caixa 81385890: 8
Quantidade de parafusos na caixa 81385880: 7
Quantidade de parafusos na caixa 81385870: 7
```

Podemos também implementar os operadores unários demonstrado anteriormente para a nossa caixa de parafusos. Vejam que até agora estamos criando os métodos parecidos com operadores sempre enviando no método uma referência de outro objeto, correto? Como no método +:

```
def +(outra)
  nova = CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
  @quantidade = 0
  outra.quantidade = 0
  nova
end
```

Mas vamos lembrar que um operador unário opera apenas em um valor, o que no caso, é o próprio objeto, então, não vamos precisar enviar nenhum valor para o método que vamos definir agora.

Para o novo método, vamos supor que queremos criar uma nova caixa de parafusos com a quantidade sendo o valor corrente menos 1, o que deixa a nossa caixa corrente com apenas 1 parafuso e o resto na caixa nova.

Importante notar aqui a definição do unário utilizando @ logo após o "nome" do método, que nesse caso, fica como -@:

```

class CaixaDeParafusos
protected
attr_writer :quantidade

public
attr_reader :quantidade

def initialize(quantidade)
  @quantidade = quantidade
end

def to_s
  "Quantidade de parafusos na caixa #{self.object_id}: #{@quantidade}"
end

def +(outra)
  nova = CaixaDeParafusos.new(@quantidade + outra.quantidade)
  @quantidade = 0
  outra.quantidade = 0
  nova
end

def /(quantidade)
  caixas = Array.new(quantidade, @quantidade / quantidade)
  (@quantidade % quantidade).times { |it| caixas[it] += 1 }
  @quantidade = 0
  caixas.map { |it| CaixaDeParafusos.new(it) }
end

def -@
  anterior = @quantidade
  @quantidade = 1
  CaixaDeParafusos.new(anterior - 1)
end
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = -caixa1

puts caixa1
puts caixa2

```

Código 4.48: Criando um operador unário

Rodando o programa:

```

$ ruby caixa6.rb
Quantidade de parafusos na caixa 16: 1
Quantidade de parafusos na caixa 24: 9

```

4.11 Executando blocos em instâncias de objetos

Quando temos uma instância de algum objeto, podemos executar blocos dessa maneira:

```
> i = 1
> i.instance_eval { puts "meu valor é: #{self}" }
=> meu valor é: 1
```

O método `instance_eval` é bem legal, mas ele não recebe argumentos. Por exemplo:

```
> i.instance_eval 10, &->(val){ puts "meu valor é: #{self}, mais #{val} dá #{self + val}"
  "
}
=> ArgumentError: wrong number of arguments (1 for 0)
```

Dica

Repararam como eu converti uma `lambda` para um bloco ali acima utilizando `&`?

Para aceitar argumentos, vamos utilizar `instance_exec`:

```
> i.instance_exec 10, &->(val){ puts "meu valor é: #{self}, mais #{val} dá #{self + val}"
  "
}
=> meu valor é: 1, mais 10 dá 11
```

4.12 Closures

Vamos fazer um gancho aqui falando em classes e métodos para falar um pouco de **closures**. Closures são funções anônimas com escopo fechado que mantém o estado do ambiente em que foram criadas.

Os blocos de código que vimos até agora eram todos *closures*, mas para dar uma dimensão do fato de `closures` guardarem o seu ambiente podemos ver:

```
def cria_contador(inicial, incremento)
    contador = inicial
    lambda { contador += incremento }
end

meu_contador = cria_contador(0, 1)

puts meu_contador.call
puts meu_contador.call
puts meu_contador.call
```

Código 4.49: Closures

```
$ ruby closures.rb
1
2
3
```

A `Proc` foi criada pela `lambda` na linha 3, que guardou a referência para a variável `contador` mesmo depois que saiu do escopo do método `cria_contador`.

4.13 Suporte para verificação estática

Vimos anteriormente que Ruby é uma linguagem com tipagem dinâmica, o que nos dá a praticidade de não precisar especificar e trocar facilmente os tipos das nossas variáveis.

Mas existe uma corrente de desenvolvedores que argumenta que, utilizando tipagem estática, a VM pode interpretar (já tendo lido até mesmo termos como "compilar" nesse caso) o código de maneira mais eficiente e que podemos, com uso de IDEs e editores que tenham esse tipo de suporte, detectar bugs de forma mais rápida, com as ferramentas nos dando suporte para os tipos de dados esperados para determinados métodos.

Particularmente, fora a questão de carregar o código mais rápido na VM, para o resto eu prefiro garantir que podemos achar e principalmente, *cercar* bugs utilizando testes em nossos programas. Vamos falar sobre testes mais adiante no Capítulo 14. E para o suporte em IDEs, sobre assinaturas de métodos, eu também acredito que se você está programando em Ruby e depende muito disso, tem alguma coisa de muito complicada com o seu código.

Existem algumas práticas e metologias que podem ser seguidas de forma a deixar o seu código mais simples e enxuto que não precise de tanto suporte assim. Sobre *hinting*, a gem Rubocop, mencionada anteriormente, me serve muito bem no editor que eu uso (o Vim) da mesma forma que fornece suporte para vários outros editores e IDEs.

Mas como os desenvolvedores responsáveis pela linguagem costumam escutar os anseios dos desenvolvedores que acham e não acham o suporte de tipagem estática uma boa idéia, foi criada uma opção não intrusiva, a RBS⁵, que, segundo a descrição atual do projeto:

RBS é uma linguagem para descrever a estrutura de programas Ruby. Você pode anotar a definição de uma classe ou módulo: métodos definidos na classe, variáveis de instância e seus tipos e relações de herança/combinação. Também permite declarar constantes e variáveis globais.

A utilização do suporte de tipagem estática com a RBS é feito em um arquivo *separado* do arquivo de código, o que não nos faz entupir o arquivo de código com indicações de tipagem, e tem a extensão .rbs.

Vamos utilizar como demonstração o nosso exemplo costumeiro de carro, levando em conta apenas o construtor da classe, com o seguinte código, alterando onde costumamos enviar symbols para Strings para efeito didático de ver onde que a tipagem é especificada e simplificar um pouco a explicação (símbolos tem algumas particularidades ali):

⁵<https://github.com/ruby/rbs>

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end
end

Carro.new('fiat', 'pulse', 'branco', 40)
```

Código 4.50: Exemplo para gerar o arquivo RBS

4.13.1 Gerando o arquivo RBS

Para gerar o arquivo `.rbs` com as indicações dos tipos desse objeto, podemos utilizar algumas ferramentas, como o `typeprof`, que podemos instalar como uma `gem`:

```
$ gem install typeprof
```

Com o `typeprof` instalado, podemos indicar que desejamos criar o arquivo `.rbs` do arquivo `carro.rb` da seguinte forma:

```
$ typeprof carro.rb > carro.rbs
```

Isso vai gerar o seguinte arquivo `.rbs`:

```
# Classes
class Carro
  attr_reader marca: untyped
  attr_reader modelo: untyped
  attr_reader tanque: untyped
  attr_accessor cor: untyped
  def initialize: (untyped marca, untyped modelo, untyped cor, untyped tanque) ->
    untyped
end
```

Código 4.51: Arquivo RBS da classe carro com anotações genéricas

Podemos ver que todas as referências foram anotadas com dois pontos (:) e o tipo do dado que é esperado receber, nesse caso, como não temos nenhum exemplo de uso de código sendo executado, preenchidos todos como `untypes`, sendo nesse caso responsabilidade do desenvolvedor indicar os tipos.

Vamos rodar novamente o `typeprof`, mas dessa vez, antes vamos inserir no final de `carro.rb` o seguinte código:

```
Carro.new('fiat', 'pulse', 'branco', 40)
```

E agora rodar o `typeprof` novamente:

```
$ typeprof carro.rb > carro.rbs
```

Dando uma olhada no resultado:

```
# Classes
class Carro
  attr_reader marca: String
  attr_reader modelo: String
  attr_reader tanque: Integer
  attr_accessor cor: String
  def initialize: (String marca, String modelo, String cor, Integer tanque) -> Integer
end
```

Código 4.52: Arquivo RBS da classe carro

Podemos ver que dessa vez, com um exemplo de código executado, o `typeprof` pode deduzir quais seriam as tipagens necessárias, preenchendo as referências com `Integer` e `String` e o método tendo os seus tipos indicados antes do nome do parâmetro e indicando o retorno como `Integer`.

Agora já temos um arquivo *separado* com as indicações da tipagem do objeto, como podemos utilizá-lo?

4.13.2 Verificando a tipagem

Aí entram outras ferramentas, como por exemplo o `steep`, que é um verificador de tipagem estática para Ruby e que pode ser instalado como uma gem:

```
$ gem install steep
```

Após instalado o `steep`, precisamos criar um `Steepfile` que vai guiar onde nosso código está gravado (desde o código em si como os arquivos `.rbs` para verificação) e para isso podemos utilizar

```
$ steep init  
Writing Steepfile...
```

Isso vai resultar em um arquivo como esse:

```
# D = Steep::Diagnostic  
#  
# target :lib do  
#   signature "sig"  
#  
#   check "lib"                      # Directory name  
#   check "Gemfile"                  # File name  
#   check "app/models/**/*.*rb"       # Glob  
#   # ignore "lib/templates/*.rb"  
#  
#   # library "pathname"            # Standard libraries  
#   # library "strong_json"         # Gems  
#  
#   # configure_code_diagnostics(D::Ruby.default)      # `default` diagnostics setting ( applies by default )  
#   # configure_code_diagnostics(D::Ruby.strict)        # `strict` diagnostics setting  
#   # configure_code_diagnostics(D::Ruby.lenient)       # `lenient` diagnostics setting  
#   # configure_code_diagnostics(D::Ruby.silent)        # `silent` diagnostics setting  
#   # configure_code_diagnostics do |hash|  
#     yourself  
#     hash[D::Ruby::NoMethod] = :information  
#   end  
# end  
  
# target :test do  
#   signature "sig", "sig-private"  
#  
#   check "test"  
#  
#   # library "pathname"            # Standard libraries  
# end
```

Código 4.53: Steepfile inicial

Vamos configurar esse arquivo para refletir o nosso propósito didático aqui, onde tanto código como o arquivo de verificação de tipagem estão no mesmo diretório e alterar o conteúdo do arquivo para:

```
D = Steep::Diagnostic

target :lib do
  signature "."
  check "."
end
```

Código 4.54: Steepfile final

Para mais documentação sobre como configurar esse arquivo, podemos verificar na página do `steep` indicada logo acima.

Agora podemos rodar o `steep` e verificar se a tipagem está correta:

```
$ steep check
# Type checking files:
```

```
.....  
No type error detected.
```

Vamos fazer uma pequena modificação e no arquivo `carro.rb` criar o carro trocando o valor final de `40` (`Integer`) para `'40'` (`String`) e rodar o `steep` novamente:

```
$ steep check
# Type checking files:
.....F.

carro.rb:15:37: [error] Cannot pass a value of type `::String` as an argument of type
`::Integer`
|   ::String <: ::Integer
|   ::Object <: ::Integer
|   ::BasicObject <: ::Integer
|
| Diagnostic ID: Ruby::ArgumentTypeMismatch
|
+ Carro.new('fiat', 'pulse', 'branco', '40')
|           ~~~~
```

```
Detected 1 problem from 1 file
```

Podemos ver que a tipagem foi verificada e que foi indicado onde ocorreu o erro, justamente por ter enviado uma `String` onde era esperado um `Integer`.

Reparam que inclusive alteramos o arquivo original que gerou o arquivo `.rbs` com as tipagens, se rodássemos o `typeprof` novamente nesse mesmo arquivo, seria gerada a assinatura de

`String` no arquivo de verificação. Geralmente não fazemos esse tipo de coisa no mesmo arquivo (até por isso que o arquivo inicial é criado indicando diretórios diferentes para código e arquivos de checagem).

Para quem usa o [Visual Studio Code](#)⁶, existe um [plugin](#)⁷ para integrar a verificação com o `steep` direto no editor. Importante notar que para funcionar é necessário um `Gemfile` com ao menos o `steep` indicado dentro do arquivo, e ficar de olho nas mensagens do plugin instalado.

The screenshot shows the Visual Studio Code interface. In the top menu bar, the following items are visible: File, Edit, Selection, View, Go, Run, Terminal, Help. Below the menu bar, there's a toolbar with icons for file operations like Open, Save, and Find. The left sidebar is the Explorer view, showing a tree structure with files: 'carro.rb' (1 unsaved), 'carro.rbs', 'Gemfile', 'Gemfile.lock', and 'Steepfile'. The main editor area has two tabs: 'carro.rb' and 'carro.rbs'. The 'carro.rb' tab contains the following code:

```
1 class Carro
2   attr_reader :marca, :modelo, :tanque
3   attr_accessor :cor
4   @@qtdc = 0
5
6   def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
7     @marca = marca
8     @modelo = modelo
9     @cor = cor
10    @tanque = tanque
11    @@qtdc += 1
12  end
13
14
15 Carro.new('fiat', 'pulse', 'branco', 10)
```

A tooltip is displayed over the line `Carro.new('fiat', 'pulse', 'branco', 10)`. The tooltip content is:

Cannot pass a value of type `::String` as an argument of type `::Integer`
`::String <::Integer`
`::Object <::Integer`
`::BasicObject <::Integer` (Ruby::ArgumentTypeMismatch)

View Problem [Alt+F8] No quick fixes available

Algumas outras IDEs, como o [RubyMine](#)⁸, também fazem uso do RBS em vários recursos.

⁶<https://code.visualstudio.com>

⁷<https://github.com/soutaro/steep-vscode>

⁸<https://www.jetbrains.com/ruby>

4.14 Prism

Aproveitando que estamos falando de tipagem estática, podemos entrar no assunto de ASTs⁹, que são *Abstract Syntax Trees*, árvores sintáticas abstratas, conforme definido na [Wikipedia](#):

Árvores sintáticas abstratas, assim como as árvore de análise sintática, são estruturas de dados em árvore que representam estruturas sintáticas de cadeias, de acordo com alguma gramática formal, porém os nós são diretamente valorados em seus símbolos terminais, não havendo portanto a representação das derivações por meio dos símbolos não terminais.

É uma representação abstrata (simplificada) da estrutura semântica de um código fonte escrito em uma certa linguagem de programação. Cada nó da árvore denota um construtor no código fonte. A sintaxe é abstrata no sentido que ela não representa cada detalhe que aparece na sintaxe real. Por exemplo, agrupar parênteses está implícito na estrutura da árvore, e uma construção sintática como um condicional SE cond ENTÃO expr pode ser denotada por um simples nó com suas ramificações.

Basicamente toda linguagem de programação tem uma representação nessa forma, com diversas ferramentas para gerar e expor isso para fora da linguagem, de forma a ser consumida por outras ferramentas.

Enquanto que uma competição saudável sobre as melhores formas de fazer isso pode ser interessante, em alguns momentos podemos ter uma fragmentação muito alta de forma com que não conseguimos gerenciar tudo isso de forma mais prática.

Temos algumas ferramentas para gerar a AST de um código em Ruby, algumas com até mais de uma forma de gerar, como [bem detalhado em uma apresentação do Kevin Newton](#)¹⁰:

1. ruby/ruby/parse.y
2. ruby/ruby/ext/ripper/parse.y
3. lib-ruby-parser/lib-ruby-parser
4. mruby/mruby
5. typedruby/typedruby, sorbet/sorbet
6. whitequark/parser
7. seattlerb/ruby_parser
8. jruby/jruby

⁹https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rvore_sint%C3%A1tica_abstrata

¹⁰<https://speakerdeck.com/kddnewton/prism?slide=82>

9. oracle/truffleruby
10. tree-sitter/tree-sitter-ruby
11. sishiki1969/ruruby
12. natalie-lang/natalie
13. ruby/prism

Para resolver isso ... foi criada uma *outra* nova forma de gerar a AST! Tentando criar um padrão baseado em alguns dos outros já existentes, o *parser* chamado [Prism](#)¹¹, liberado junto com a versão 3.3.

Vamos dar uma olhada em como o `Prism` gera a AST para um pequeno exemplo de código:

```
$ irb
001 > require 'prism'
=> true
002 > Prism.parse('1 + 2')
=>
#<Prism::ParseResult:0x00001f5cd17b2260
@comments=[],
@data_loc=nil,
@errors=[],
@magic_comments=[],
@source=#<Prism::Source:0x00001f5cd17b2530 @offsets=[0], @source="1 + 2", @start_line
=1>,
@value=
@ ProgramNode (location: (1,0)-(1,5))
|-- locals: []
+-- statements:
  @ StatementsNode (location: (1,0)-(1,5))
    +-- body: (length: 1)
      +---- @ CallNode (location: (1,0)-(1,5))
        +-- flags: o
        +-- receiver:
          |  @ IntegerNode (location: (1,0)-(1,1))
          |  +-- flags: decimal
        +-- call_operator_loc: o
        +-- name: :=
        +-- message_loc: (1,2)-(1,3) = "+"
        +-- opening_loc: o
        +-- arguments:
          |  @ ArgumentsNode (location: (1,4)-(1,5))
          |  +-- flags: o
          |  +-- arguments: (length: 1)
          |    +-- @ IntegerNode (location: (1,4)-(1,5))
          |      +-- flags: decimal
        +-- closing_loc: o
        +-- block: o,
@warnings=[]>
```

¹¹<https://github.com/ruby/prism>

O código acima é AST gerada para aquela simples linha de código. Mesmo outra simples linha como a abaixo pode gerar muitas mais linhas, experimentem dar uma olhada:

```
003 > Prism.parse('class Carro; def initialize(marca); @marca = marca; end; Carro.new(:  
  fiat);')
```

Se você já se perguntou como o Rubocop faz correções de ofensas de padrões no código quando executamos rubocop -a, saber que existe uma AST por trás já começa a responder a pergunta.

Capítulo 5

Módulos

5.1 Mixins

Ruby tem herança única, como vimos quando criamos nossas próprias classes, mas conta com o conceito de módulos (também chamados nesse caso de `mixins`) para a incorporação de funcionalidades adicionais.

Para utilizar um módulo, utilizamos `include`, seguido do nome da constante que é o nome do módulo:

```
class Primata
  def come
    puts "Nham!"
  end

  def dorme
    puts "Zzzzz..."
  end
end

class Humano < Primata
  def conecta_na_web
    puts "Login ... senha ..."
  end
end

module Ave
  def voa
    puts "Para o alto, e avante!"
  end
end

class Mutante < Humano
  include Ave
end

mutante = Mutante.new
mutante.come
mutante.dorme
mutante.conecta_na_web
mutante.voa
```

Código 5.1: Incluindo um módulo

Rodando o programa:

```
$ ruby mod1.rb
Nham!
Zzzzz...
Login ... senha ...
Para o alto, e avante!
```

Como pudemos ver, podemos mixar várias características de um módulo em uma classe. Isso poderia ter sido feito para apenas uma instância de um objeto usando `extend`, dessa forma:

```
class Primata
  def come
    puts "Nham!"
  end

  def dorme
    puts "Zzzzz..."
  end
end

class Humano < Primata
  def conecta_na_web
    puts "Login ... senha ..."
  end
end

module Ave
  def voa
    puts "Para o alto, e avante!"
  end
end

class Mutante < Humano
end

mutante = Mutante.new
mutante.extend(Ave)
mutante.come
mutante.dorme
mutante.conecta_na_web
mutante.voa

mutante2 = Mutante.new
mutante2.voa
```

Código 5.2: Incluindo um módulo em uma instância

```
$ ruby mod2.rb
Nham!
Zzzzz...
Login ... senha ...
Para o alto, e avante!
code/mod2.rb:33:in `<main>': undefined method `voa' for
#<Mutante:0x855465c> (NoMethodError)
```

Dica

O método `extend` inclui os métodos de um módulo na *eingenklass* (classe fantasma, *singleton*, etc.) do objeto onde está sendo executado.

Dica

Também podemos incluir o módulo na classe dessa forma:

```
Humano.send(:include, Mutante)
```

Temos várias publicações recomendando a utilização de **composição ao invés de herança**, que é o que estamos fazendo aqui utilizando os módulos como *mixins*. Vale a pena a leitura.^a

^ahttps://en.wikipedia.org/wiki/Composition_over_inheritance

Uma coisa bem importante a ser notada é que quanto usamos `include` os métodos provenientes do módulo são incluídos nas **instâncias das classes**, e não nas **classes** em si.

Se quisermos definir métodos de classes dentro dos módulos, podemos utilizar um outro *hook* chamado `included`, usando um módulo interno (???:)

```

module TesteMod
  module ClassMethods
    def class_method
      puts "Esse é um método da classe!"
    end

    private

    def private_method
      puts "Esse é um método privado de classe!"
    end
  end

  def self.included(where)
    where.extend(ClassMethods)
  end

  def instance_method
    puts "Esse é um método de instância!"
  end
end

class TesteCls
  include TesteMod
end

t = TesteCls.new
t.instance_method
TesteCls.class_method
TesteCls.private_method

```

Código 5.3: Interceptando a inclusão de um módulo

Rodando o programa (reparem o erro no final):

```

$ ruby mod7.rb
Esse é um método de instância!
Esse é um método da classe!
mod7.rb:30:in `<main>': private method `private_method' called for class Tes
TesteCls.private_method
          ^
Did you mean?  private_methods

```

Os métodos dos módulos são inseridos nas procura dos métodos (*method lookup*) logo **depois** da classe que os incluiu.

Se incluirmos o módulo em uma classe, os métodos do módulo se tornam métodos das instâncias da classe.

Se incluirmos o módulo na *eigenclass* da classe, se tornam métodos da classe.

Se incluirmos em uma instância da classe, se tornam métodos *singleton* do objeto em questão.

O erro no final nos mostra que tentamos executar um **método privado da classe** no contexto público, o que não foi permitido. Podemos ver que usando `private` ali foi outro modo de criar o método privado da classe, uma alternativa para as opções detalhadas anteriormente no capítulo de "Classes e objetos", na seção "Métodos parecidos com operadores".

Temos alguns comportamentos bem úteis usando mixins. Alguns nos pedem apenas um método para dar em troca vários outros.

Se quisessémos implementar a funcionalidade do módulo `Comparable` no meu objeto, eu só teria que fornecer um método `<=>` (*starship*, "navinha") e incluir o módulo:

```
class CaixaDeParafusos
  include Comparable
  attr_reader :quantidade

  def initialize(quantidade)
    @quantidade = quantidade
  end

  def <=>(outra)
    self.quantidade <=> outra.quantidade
  end
end

caixa1 = CaixaDeParafusos.new(10)
caixa2 = CaixaDeParafusos.new(20)
caixa3 = CaixaDeParafusos.new(10)

puts caixa1 < caixa2
puts caixa2 > caixa3
puts caixa1 == caixa3
puts caixa3 > caixa2
puts caixa1.between?(caixa3, caixa2)
```

Código 5.4: Comparando usando módulos

Rodando o programa:

```
$ ruby mod3.rb
true
true
true
false
true
```

Com isso ganhamos os métodos `<`, `<=`, `==`, `>`, `>=`, `between?` e `clamp`. Vamos criar um iterador mixando o módulo `Enumerable`:

```

class Parafuso
  attr_reader :polegadas

  def initialize(polegadas)
    @polegadas = polegadas
  end

  def <=(outro)
    self.polegadas <= outro.polegadas
  end

  def to_s
    "Parafuso #{object_id} com #{@polegadas}\n"
  end
end

class CaixaDeParafusos
  include Enumerable

  def initialize
    @parafusos = []
  end

  def <<(parafuso)
    @parafusos << parafuso
  end

  def each
    @parafusos.each { |it| yield(it) }
  end
end

caixa = CaixaDeParafusos.new
caixa << Parafuso.new(1)
caixa << Parafuso.new(2)
caixa << Parafuso.new(3)

puts "o menor parafuso na caixa é: #{caixa.min}"
puts "o maior parafuso na caixa é: #{caixa.max}"
puts "os parafusos com medidas pares são: #{caixa.select { |it| it.polegadas % 2 == 0 } .join(',')}"
puts "duplicando a caixa: #{caixa.map { |it| Parafuso.new(it.polegadas * 2).to_s }}"

```

Código 5.5: Iteradores usando um módulo

Rodando o programa:

```
$ ruby mod4.rb
o menor parafuso na caixa é: Parafuso 72203410 com 1"
o maior parafuso na caixa é: Parafuso 72203390 com 3"
```

os parafusos com medidas par são: Parafuso 72203400 com 2"
duplicando a caixa: [Parafuso 72203110 com 2", Parafuso 72203100 com 4", Par

Podemos ver como são resolvidas as chamadas de métodos utilizando ancestors:

```
class C
  def x
    'x'
  end
end

module M
  def x
    "#{super}"
  end

  def y
    'y'
  end
end

class C
  include M
end

p C.ancestors
c = C.new
puts c.x
puts c.y
```

Código 5.6: Ancestrais com módulos

Rodando o programa:

```
[C, M, Object, Kernel, BasicObject]
x
y
```

Reparam que o módulo foi inserido na cadeia de chamadas *após* a classe corrente, tanto que quando temos na classe um método com o mesmo nome que o do módulo, é chamado o método da classe.

A partir da versão 2, temos o método `prepend`, que insere o módulo *antes* na cadeia de chamada de métodos:

```
class C
  def x
    'x'
  end
end

module M
  def x
    "[#{super}]"
  end

  def y
    'y'
  end
end

class C
  prepend M
end

p C.ancestors # => [M, C, Object, Kernel, BasicObject]
c = C.new

puts c.x # => [x]
puts c.y # => y
```

Código 5.7: Incluindo um módulo antes na cadeia de métodos

Outro ponto bem importante para se notar é que, se houverem métodos em comum entre os módulos inseridos, o **método do último módulo incluído é que vai valer**.

Vamos fazer um arquivo chamado `overmod.rb` com o seguinte código:

```
module Automovel
  def ligar
    puts "ligando automóvel"
  end
end

module Radio
  def ligar
    puts "ligando rádio"
  end
end

class Carro
  include Automovel
  include Radio
end

c = Carro.new
c.ligar
```

Código 5.8: Incluindo vários módulos

Rodando o código:

```
$ ruby overmod.rb
ligando rádio
```

Pudemos ver que o módulo `Radio` foi incluído por último, consequentemente o seu método `ligar` é que foi utilizado. Isso é fácil de constatar verificando os ancestrais de `Carro`:

```
$ Carro.ancestors
=> [Carro, Radio, Automovel, Object, Kernel, BasicObject]
```

Para chamar o método de `Automovel`, podemos explicitamente chamar o método dessa maneira, que faz um `bind` do método com o objeto corrente:

```
module Automovel
  def ligar
    puts "Ligando automóvel #{@marca}"
  end
end

module Radio
  def ligar
    puts "Ligando rádio #{@marca}"
  end
end

class Carro
  include Automovel
  include Radio

  def initialize
    @marca = :vw
  end

  def ligar
    Automovel.instance_method(:ligar).bind(self).call
    super
  end
end

Carro.new.ligar
```

Código 5.9: Utilizando bind

Rodando o programa:

```
Ligando automóvel vw
```

Aqui temos um conceito interessante: o `bind` faz com que "localizemos" o método dentro do contexto de execução corrente, que é a instância do objeto.

Dessa forma, podemos acessar a variável de instância `marca`, assim como o método que foi inserido por último. Se não utilizamos `bind`, vamos receber um erro.

Temos também o método `binding`, que retorna o contexto de execução corrente, o que permite que alguns códigos possam ser executados dentro do mesmo, como esse exemplo do ERB:

```

require 'erb'

class User
  def initialize
    @name = 'taq'
  end

  def resolve_binding
    binding
  end
end

user = User.new
erb = ERB.new "Olá, <%= @name %>!"

puts erb.result(user.resolve_binding)

```

Código 5.10: Utilizando binding

O resultado será:

Olá, taq!

Módulos estendendo a si mesmos!

Aqui tem um lance meio *inception*: um módulo pode estender a si mesmo! Imaginem que precisamos de um módulo, *que não precisa de uma instância de um objeto*, que tem alguns métodos que podem ser chamados como métodos estáticos.

Poderíamos ter alguns definidos tradicionalmente como:

```

module Inception
  def self.hello
    puts 'hello'
  end

  def self.world
    puts 'world'
  end
end

Inception.hello
Inception.world

```

Código 5.11: Módulos estendendo a si mesmos

Mas também podemos escrever isso dessa forma:

```

module Inception
  extend self

  def hello
    puts 'hello'
  end

  def world
    puts 'world'
  end
end

Inception.hello
Inception.world

```

Código 5.12: Módulos estendendo a si mesmos

No primeiro exemplo, ficou bem claro que os métodos são estáticos, através do uso de `self`, enquanto no segundo, ficou meio "feitiçaria", fazendo com que o `extend self` no início fizesse com que o módulo estendesse a si mesmo, injetando os seus métodos de *instância* (`hein?`), da sua *eigenclass*, como métodos de *classe* (`hein`, de novo?)!

O resultado vai ser similar, mas convém analisar a clareza do código levando em conta a visibilidade do primeiro exemplo contrastando com a forma prática, porém "vodu", do segundo.

Podemos implementar algumas funcionalidades interessantes com módulos, por exemplo, criar uma classe `singleton`¹, fazendo uso de um recurso que vamos aprender no próximo capítulo, que é instalar funcionalidades externas para uso na linguagem através das **RubyGems**, discutidas no Capítulo 6:

```

require 'singleton'

class Teste
  include Singleton
end

begin
  Teste.new
rescue StandardError => e
  puts "Não consegui criar usando new: #{e}"
end

puts Teste.instance.object_id
puts Teste.instance.object_id

```

Código 5.13: Implementando singletons

¹<http://pt.wikipedia.org/wiki/Singleton>

Rodando o programa:

```
$ ruby mod6.rb  
Não consegui criar usando new: private method 'new' called for Teste::Class  
69705530  
69705530
```

Uma classe `singleton` basicamente só permite que seja criada uma instância só de uma classe, deixando o método construtor acessível somente de forma privada para a classe, armazenando o objeto novo internamente pelo construtor e o retornando com o método `instance`.

Esse comportamento é bem interessante para a remoção de objetos de escopo global, pois fica contido e menos exposto.

Tomem cuidado com objetos `singleton` em aplicações que rodam em várias `threads`. Se eles tiverem algum estado mutável, podem ocorrer problemas. São mais indicados para comportamentos e ações. Se for necessário manter estado, melhor seria um objeto "comum".

5.1.1 Refinements

E se por acaso quisermos alterar o comportamento de algo somente dentro de um escopo limitado? Para isso podemos usar o recurso de `Refinements`.

Vamos imaginar que por alguma razão maluca precisamos, dentro de uma determinada classe, vamos precisar que o método `to_s` de uma `Hash` retorne um resultado diferente, *abrindo a classe Hash somente para aquela classe específica*.

Se fossemos abrir a classe `Hash` de forma geral, todas as chamadas do método dela retornariam o comportamento redefinido, o que não queremos.

Vamos dar uma olhada em como podemos fazer isso:

```

module NewHashToS
  refine Hash do
    def to_s
      map do |key, val|
        "[#{key}=>#{val}]"
      end.join(',')
    end
  end
end

class Primeira
  def initialize(values)
    puts "primeira: #{values}"
  end
end

class Segunda
  using NewHashToS

  def initialize(values)
    puts "segunda: #{values}"
  end

  def self.used_refinements
    Module.used_refinements
  end
end

class Terceira
  def initialize(values)
    puts "terceira: #{values}"
  end
end

values = { a: 1, b: 2, c: 3 }

Primeira.new(values)
Segunda.new(values)
Terceira.new(values)

puts "no contexto principal: #{values}"
using NewHashToS
puts "no contexto principal, refinado: #{values}"

p NewHashToS.refinements
p NewHashToS.refinements[0].refined_class
p NewHashToS.refinements[0].instance_methods(false)
p Module.used_refinements
p Segunda.used_refinements

```

Código 5.14: Refinements

Rodando esse código vamos ter:

```
$ ruby refinements.rb
primeira: { :a=>1, :b=>2, :c=>3}
segunda: [a=1], [b=2], [c=3]
terceira: { :a=>1, :b=>2, :c=>3}
no contexto principal: { :a=>1, :b=>2, :c=>3}
no contexto principal, refinado: [a=1], [b=2], [c=3]
[#:refinement:Hash@NewHashToS]
Hash
[:to_s]
[#:refinement:Hash@NewHashToS]
[#:refinement:Hash@NewHashToS]
```

Podemos ver que criamos um módulo chamado `NewHashToS` e dentro desse módulo pedimos para refinar o classe `Hash`, abrindo a classe *somente dentro do contexto local, do módulo*, onde sobrescrevemos o método `to_s` para uma forma diferente de ser apresentado.

Logo em seguida, criamos as classes `Primeira`, `Segunda` e `Terceira`, indicando *somente em Segunda* que vamos utilizar o módulo com o refinamento, utilizando para isso

```
using NewHashToS
```

logo após abrir a classe. Isso fará com que *dentro dessa classe*, todo método `to_s` de `Hash` irá exibir o comportamento refinado, deixando todos os outros lugares intactos. Inclusive, se quisermos fazer outros métodos refinando novamente o comportamento desse método, podemos fazer sem problemas e cada um ficará contido dentro do escopo de onde foi inserido.

Rodando o código como demonstrado acima, podemos comprovar que o comportamento da `Hash` foi alterado somente na instância da classe `Segunda`. Também fizemos um teste utilizando o módulo dentro do nosso contexto principal, onde vimos a diferença do comportamento antes (no método original) e depois de utilizar o `using` (no método refinado).

Também podemos investigar quais foram os refinamentos utilizados no módulo, através do método `refinements`, qual foi a primeira classe refinada (através de `refinements[0]`, utilizando o 0 como índice, podemos ter mais de uma no mesmo módulo) e quais métodos foram refinados utilizando `refinements[0].instance_methods(false)`, o `false` indicando que desejamos ver somente os métodos que não existem nos ancestrais.

Logo depois podemos inspecionar os objetos com o método `used_refinements`, que vai indicar os refinamentos feitos nos *objetos* nesse caso.

O `refinements` é um recursos poderoso, mas se utilizado de maneira descuidada podem bagunçar um pouco a coisa. Usem com sabedoria!

5.2 Namespaces

Módulos também podem ser utilizados como **namespaces**, que nos permitem delimitar escopos e permitir a separação e resolução de identificadores, como classes e métodos, que sejam homônimos. Vamos pegar como exemplo um método chamado `comida_preferida`, que pode estar definido em várias classes **de mesmo nome**, porém em **módulos diferentes**:

```
module Paulista
  class Pessoa
    def comida_preferida
      "pizza"
    end
  end
end

module Gaucho
  class Pessoa
    def comida_preferida
      "churrasco"
    end
  end
end

pessoal = Paulista::Pessoa.new
pessoa2 = Gaucho::Pessoa.new

puts pessoal.comida_preferida
puts pessoa2.comida_preferida
```

Código 5.15: Namespaces

Rodando o programa:

```
$ ruby mod5.rb
pizza
churrasco
```

Apesar de ambas as classes chamarem `Pessoa` e terem métodos chamados `comida_preferida`, elas estão separadas através de cada módulo em que foram definidas. É uma boa idéia utilizar namespaces quando criarmos algo com nome, digamos, comum, que sabemos que outras pessoas podem criar com os mesmos nomes.

Em Java, por exemplo, existe a convenção que um namespace pode ser um domínio invertido², utilizando a keyword `package`, como por exemplo:

```
package com.eustaquiorangel.paulista;
```

²<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/package/namingpkgs.html>

Dando uma olhada em como resolvemos isso em Java:

```
// localizado em com/eustaquiorangel/paulista/Pessoa.java
package com.eustaquiorangel.paulista;

public class Pessoa {
    public static String comidaPreferida() {
        return "pizza";
    }
}
```

Código 5.16: Pessoa paulista em Java

```
// localizado em com/eustaquiorangel/gaucho/Pessoa.java
package com.eustaquiorangel.gaucho;

public class Pessoa {
    public static String comidaPreferida() {
        return "churrasco";
    }
}
```

Código 5.17: Pessoa gaúcha em Java

```
/**
 * Exemplo de namespace utilizando duas classes com o mesmo nome, mas com
 * namespaces diferentes
 */

public class Namespace {
    public static void main(String args[]) {
        System.out.println(com.eustaquiorangel.paulista.Pessoa.comidaPreferida());
        System.out.println(com.eustaquiorangel.gaucho.Pessoa.comidaPreferida());
    }
}
```

Código 5.18: Namespaces em Java

Está certo que cada arquivo tem que ser criado na estrutura de diretórios de acordo com o nome do package e outros detalhes, mas, depois de compilados (e opcionalmente empacotados), funciona direitinho:

```
$ javac -cp .:./* Namespace.java
```

```
$ java -cp .:./* Namespace  
pizza  
churrasco
```

5.3 TracePoint

A classe `TracePoint` nos permite coletar informações durante a execução do nosso programa, interceptando vários tipos (ou todos) de eventos que ocorrem. Os eventos são:

- `:line` executar código em uma nova linha
- `:class` início da definição de uma classe ou módulo
- `:end` fim da definição de uma classe ou módulo
- `:call` chamada de um método Ruby
- `:return` retorno de um método Ruby
- `:c_call` chamada de uma rotina em C
- `:c_return` retorno de uma rotina em C
- `:raise` exceção disparada
- `:b_call` início de um bloco
- `:b_return` fim de um bloco
- `:thread_begin` início de uma Thread
- `:thread_end` fim de uma Thread

Quando interceptamos alguns desses eventos, temos na `TracePoint` as seguintes informações disponíveis:

- **binding** o *binding* corrente do evento
- **defined_class** a classe ou módulo do método chamado
- **event tipo** do evento
- **inspect** uma `String` com o *status* de forma legível
- **lineno** o número da linha do evento
- **method_id** o nome do método sendo chamado
- **path** caminho do arquivo sendo executado
- **raised_exception** exceção que foi disparada
- **return_value** valor de retorno
- **self** o objeto utilizado durante o evento

Para ativarmos a `TracePoint`, criamos uma nova instância da classe, com os eventos que queremos monitorar, e logo após chamamos o método `enable`.

Vamos ver como funciona no arquivo `tpoint.rb`:

```
TracePoint.new(:class, :end, :call) do |tp|
  puts "Disparado por #{tp.self} no arquivo #{tp.path} na linha #{tp.lineno}"
end.enable

module Paulista
  class Pessoa
  end
end
p = Paulista::Pessoa.new
```

Código 5.19: TracePoint

Rodando o programa:

```
$ ruby tpoint.rb
Disparado por Paulista no arquivo tpoint.rb na linha 5
Disparado por Paulista::Pessoa no arquivo tpoint.rb na linha 6
Disparado por Paulista::Pessoa no arquivo tpoint.rb na linha 7
Disparado por Paulista no arquivo tpoint.rb na linha 8
```

A classe `TracePoint` nos permite fazer algumas coisas bem legais no nosso código. Como exemplo disso, vi em um [Metacast](#) um exemplo para tentar definir uma interface em Ruby, e dei uma mexida nele [para ficar assim](#):

```

module AbstractInterface
  class NotImplementedError < StandardError
    def initialize(*methods)
      super "You must implement the following methods: #{methods.join(', ')}"
    end
  end

  def AbstractInterface.check_methods(klass, other, methods)
    return if other.class == Module

    TracePoint.new(:end) do |tp|
      return if tp.self != other || methods.nil?
      missing = methods.select { |it| !other.instance_methods.include?(it) }
      raise NotImplementedError.new(missing) if missing.any?
    end.enable
  end

  module ClassMethods
    def abstract_method(*args)
      return @abstract_method if !args
      @abstract_method ||= []
      @abstract_method.push(*args)
    end

    def included(other)
      AbstractInterface.check_methods(self, other, @abstract_method)
    end

    def check_methods(klass, other, methods)
      AbstractInterface.check_methods(klass, other, methods)
    end
  end

  def self.included(other)
    check_methods(self, other, @abstract_method)
    other.extend ClassMethods
  end
end

```

Código 5.20: Interfaces

Agora utilizando:

```

module FooBarInterface
  include AbstractInterface
  abstract_method :foo, :bar
end

module BazInterface
  include AbstractInterface
  abstract_method :baz
end

```

```
class Test
  include FooBarInterface
  include BazInterface

  def foo
    puts "foo"
  end

  def bar
    puts "bar"
  end

  def baz
    puts "baz"
  end
end

t = Test.new
t.foo
t.bar
t.baz
```

Tentem comentar alguns dos métodos definidos em `Test` e rodar o programa, vai ser disparada uma exceção do tipo `NotImplementedError`

Antes de ver mais uma funcionalidade bem legal relacionada à módulos, vamos ver como fazemos para instalar os pacotes novos que vão nos prover essas funcionalidades, através das [RubyGems](#).

Capítulo 6

RubyGems

O **RubyGems** é um projeto feito para gerenciar as *gems*, que são pacotes com aplicações ou bibliotecas Ruby, com nome e número de versão. O suporte à *gems* já se encontra instalado, pois instalamos o nosso interpretador Ruby com a RVM.

Se não estivermos utilizando a RVM, apesar de alguns sistemas operacionais já terem pacotes prontos, recomenda-se instalar a partir do código-fonte. Para isso, é necessário ter um interpretador de Ruby instalado e seguir os seguintes passos (lembrando de verificar qual é a última versão disponível em <https://rubygems.org/pages/download?locale=pt-BR> e executar os comandos seguintes como *root* ou usando *sudo*), levando em conta que <versao> é o número da versão disponível na URL acima:

```
$ wget https://rubygems.org/rubygems/rubygems-<versao>.tgz  
$ tar xvzf rubygems-<versao>.tgz  
$ cd rubygems-<versao>  
$ ruby setup.rb  
$ gem -v => <versao>
```

Dica

Certifique-se de ter instalado a biblioteca **zlib** (e, dependendo da sua distribuição, o pacote **zlib-devel** também).

Mas novamente: isso quase nunca é necessário. Vamos ter disponível o sistema de *gems* pela RVM ou pelos pacotes do sistema operacional.

6.1 Comandos

Após instalado, vamos dar uma olhada em algumas opções que temos, sempre usando a opção como parâmetro do comando `gem`:

- **list** - Essa opção lista as gems atualmente instaladas. Por não termos ainda instalado nada, só vamos encontrar os sources do RubyGems.
- **install** - Instala a gem requisitada. No nosso caso, vamos instalar a `gem memoize`, que vamos utilizar logo a seguir:

```
$ gem install memoize
Successfully installed memoize-<versao>
Installing ri documentation for memoize-<versao>...
Installing RDoc documentation for memoize-<versao>...
```

- **update** - Atualiza a `gem` específica ou todas instaladas. Podemos utilizar `-include-dependencies` para instalar todas as dependências necessárias.
- **outdated** - Lista as `gems` que precisam de atualização no seu computador.
- **cleanup** - Essa é uma opção muito importante após rodar o `update`. Para evitar que algo se quebre por causa do uso de uma versão específica de um gem, o RubyGems mantém todas as versões antigas até que você execute o comando `cleanup`. Mas preste atenção se alguma aplicação não precisa de uma versão específica - e antiga - de alguma `gem`.
- **uninstall** - Desinstala uma `gem`.
- **search** - Procura uma determinada palavra em uma `gem`:

```
$ gem search -l memo
*** LOCAL GEMS ***
memoize (<versao>)
```

Podem ser especificadas chaves para procurar as `gems` locais (`-l`) e remotas (`-r`). Verifique qual o comportamento padrão da sua versão do Ruby executando `search` sem nenhuma dessas chaves.

Depois de instalado, para atualizar o próprio RubyGems use a opção:

```
$ gem update --system
```

6.2 Gerenciando com um Gemfile

Podemos utilizar o comando `bundle`, que é fornecido ele próprio por uma `gem`, a `bundler`, e um arquivo `Gemfile` para fazer a resolução e instalação das `gems` que precisamos para um determinado projeto.

O Bundler é definido como "o melhor jeito de gerenciar as dependências da sua aplicação", as quais são definidas no `Gemfile`. Um exemplo do conteúdo do arquivo seria:

```
source "https://rubygems.org"  
ruby "3.4.1"  
  
gem "memoization"
```

Ali são especificados:

- **source**, de onde as `gems` listadas vão ser recuperadas.
- **ruby**, a versão da linguagem a ser utilizada.
- **gem**, o nome da `gem` a ser instalada.

Podemos especificar números de versão para cada `gem` listada, como por exemplo:

```
gem "memoization", "2.2.0"
```

O que nesse caso instalará exatamente a versão `2.2.0` da `gem`. Podemos também especificar que queremos essa versão ou maior:

```
gem "memoization", ">= 2.2.0"
```

Ou até mesmo, usando um recurso chamado *Pessimistic Version Constraint*,¹ da seguinte forma:

```
gem "memoization", "~> 2.2"
```

O uso do *Pessimistic Version Constraint* funciona da seguinte forma: se especificarmos algo como `~> 2.2`, o último dígito vai ser descartado e o que sobrou vai ser incrementado.

Nesse caso, estamos esperando uma versão da `gem` entre `2.2` e **menor que** `3`. Se tivéssemos especificado `~> 2.2.0`, seria maior ou igual que `2.2.0` e **menor que** `2.3.0`. Efeito similar seria alcançado por

¹<https://guides.rubygems.org/patterns>

```
gem "memoization", ">= 2.2.0", "< 2.3.0"
```

As versões podem ser limitadas para o caso de alguma quebra de funcionalidade que seja não compatível com o código atual, etc. e dessa forma conseguimos gerenciar uma faixa de versões seguras para o projeto.

6.3 Utilizando a gem instalada

Instalamos a *gem* específica anteriormente para verificar uma funcionalidade muito interessante, a *memoization*, que acelera a velocidade do programa armazenando os resultados de chamadas aos métodos para recuperação posterior.

O recurso de *memoization* é utilizado apenas para funções puras, que não tem efeitos colaterais, com resultado da saída constante com a entrada.

Se estivermos utilizando uma versão de Ruby **anterior** a 1.9.x, antes de mais nada temos que indicar, no início do programa, que vamos requisitar o uso das *gems* através de

```
require "rubygems"
```

Sem isso o programa não irá saber que desejamos usar as *gems*, então "no-no-no se esqueça disso, Babalu!". Algumas instalações e versões de Ruby da 1.9.x já carregam as RubyGems automaticamente, mas não custa prevenir. Mas já fica a dica se o seu projeto está com uma versão menor que a 1.9.x, tem alguma coisa errada por aí.

Não confunda `require` com `include` ou com o método `load`. Usamos `include` para inserir os módulos, `require` para carregar "bibliotecas" de código e `load` para carregar e executar código, que pode ter o código carregado como um módulo anônimo, que é imediatamente destruído após o seu uso, se enviarmos `true` como o segundo argumento. Vamos ver sem utilizar `true`, no arquivo `load1.rb`:

```
class Teste
  def initialize
    puts "comportamento padrão"
  end
end

load("load2.rb")
Teste.new
```

E agora `load2.rb`:

```
class Teste
  def initialize
    puts "comportamento reescrito"
  end
end
```

Rodando:

```
$ ruby load1.rb
=> comportamento reescrito
```

Mas se agora trocarmos e utilizarmos `load("load2.rb", true)` :

```
$ ruby load1.rb
=> comportamento padrão
```

Também temos o recurso de *autoload*, que nos permite indicar em qual arquivo que consta uma determinada classe ou módulo, e quando precisarmos dela, vai ser carregada de lá, no conceito de *lazy loading*. Testando direto no `irb`, utilizando o arquivo `load2.rb`, que contém a classe `Teste`:

```
> autoload :Teste, './load2'
=> nil

> teste = Teste.new
comportamento reescrito
=> #<Teste:0x000055cd8a427e50>
```

É um jeito mais mágico de carregar sob demanda o que é necessário, mas indicar logo no começo do arquivo com alguns `requires` deixa mais explícito o que o programa vai precisar de recursos externos.

Agora vamos dar uma olhada na tal da *memoization*. Vamos precisar de um método com muitas chamadas, então vamos usar um recursivo. Que tal a sequência de Fibonacci²? Primeiro vamos ver sem usar *memoization*:

²http://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci_number

```
require 'benchmark'

def fib(numero)
  return numero if numero < 2
  fib(numero - 1) + fib(numero - 2)
end

puts Benchmark.measure { puts fib(ARGV[0].to_i) }
```

Código 6.1: Fibonacci sem memoization

Rodando o programa com alguns números de entrada:

```
$ ruby memo1.rb 10
55
 0.000023   0.000011   0.000034 ( 0.000030)

$ ruby memo1.rb 20
6765
 0.000570   0.000095   0.000665 ( 0.000663)

$ ruby memo1.rb 30
832040
 0.080281   0.000000   0.080281 ( 0.080310)

$ ruby memo1.rb 40
102334155
 9.718632   0.000000   9.718632 ( 9.723784)
```

Recomendo não usar um número maior que 40 ali não se vocês quiserem dormir em cima do teclado antes de acabar de processar. ;-)

Vamos fazer uma experiência e fazer o mesmo programa em Java:

```
public class Fib {  
    public static long calcula(int numero) {  
        if (numero < 2) {  
            return numero;  
        }  
        return calcula(numero - 1) + calcula(numero - 2);  
    }  
  
    public static void main(String args[]) {  
        long started_at = System.currentTimeMillis();  
        System.out.println(calcula(Integer.parseInt(args[0])));  
  
        long diff = System.currentTimeMillis() - started_at;  
        System.out.println((float) diff / 1000);  
    }  
}
```

Código 6.2: Fibonacci em Java

Rodando o programa:

```
$ java Fib 10  
55  
0.0  
  
$ java Fib 20  
6765  
0.0  
  
$ java Fib 30  
832040  
0.004  
  
$ java Fib 40  
102334155  
0.409
```

Bem mais rápido hein? **Muito mais rápido**, por sinal.

Mas agora vamos uma pequena feitiçaria digital aqui e refazer o código em Ruby, usando *memoization* de uma forma bem simples e prática:

```
require 'benchmark'
require 'memoize'
include Memoize

def fib(numero)
  return numero if numero < 2
  fib(numero - 1) + fib(numero - 2)
end
memoize(:fib)

puts Benchmark.measure { puts fib(ARGV[0].to_i) }
```

Código 6.3: Fibonacci com memoization

Rodando o programa:

```
$ ruby memo2.rb 40
102334155
 0.000095   0.000029   0.000124 ( 0.000121)

$ ruby memo2.rb 50
12586269025
 0.000131   0.000016   0.000147 ( 0.000145)

$ ruby memo2.rb 100
354224848179261915075
 0.000199   0.000061   0.000260 ( 0.000257)
```

Uau! Se quiserem trocar aquele número de 40 para 350 agora pode, sério! :-)

E ainda dá para otimizar mais se indicarmos um arquivo (nesse caso, chamado `memo.cache`) para gravar os resultados, criando uma forma de persistência para o que foi calculado anteriormente:

```
require 'benchmark'
require 'memoize'
include Memoize

def fib(numero)
  return numero if numero < 2
  fib(numero - 1) + fib(numero - 2)
end
memoize(:fib, 'memo.cache')

puts Benchmark.measure { puts fib(ARGV[0].to_i) }
```

Código 6.4: Fibonacci com memoization e caching

Rodando o programa:

```
$ ruby memo3.rb 100
354224848179261915075
 0.007497    0.000000    0.007497 ( 0.012052)

$ ruby memo3.rb 100
354224848179261915075
 0.000043    0.000002    0.000045 ( 0.000042)
```

Reparam na diferença entre a primeira e segunda vez que o programa é executado. Isso porque temos um arquivo chamado `memo.cache` agora disponível para ir registrando os valores que foram sendo calculados:

```
$ ls memo.cache
-rw-rw-r-- 1 taq taq 1,2K memo.cache
```

Assim dá para brincar um pouco e chutar o balde:

```
$ ruby memo3.rb 100
354224848179261915075
 0.000038    0.000008    0.000046 ( 0.000043)

$ ruby memo3.rb 200
280571172992510140037611932413038677189525
 0.013197    0.001269    0.014466 ( 0.021126)

$ ruby memo3.rb 350
```

```
6254449428820551641549772190170184190608177514674331726439961915653414425
 0.027056    0.011852    0.038908 ( 0.051144)
```

Dica

Podemos fazer o mesmo comportamento de *memoization* utilizando uma Hash da seguinte maneira:

```
require 'benchmark'

fib = Hash.new { |h, n| n < 2 ? h[n] = n : h[n] = h[n - 1] +
h[n - 2] }

puts Benchmark.measure { puts fib[10] }
55
 0.000036    0.000006    0.000042 ( 0.000028)

puts Benchmark.measure { puts fib[100] }
354224848179261915075
 0.000163    0.000030    0.000193 ( 0.000184)
```

Outra dica

Podemos calcular uma aproximação de um número de Fibonacci usando a seguinte equação, onde n é a sequência que queremos descobrir e Φ (Φ_i) é a "proporção áurea":

$$\Phi^n / \sqrt{5}$$

Podemos definir o cálculo da seguinte forma:

```
phi = (Integer.sqrt(5) / 2) + 0.5      => 1.618033988749895
((phi ** 1) / Integer.sqrt(5)).round    => 1
((phi ** 2) / Integer.sqrt(5)).round    => 1
((phi ** 3) / Integer.sqrt(5)).round    => 2
((phi ** 4) / Integer.sqrt(5)).round    => 3
((phi ** 5) / Integer.sqrt(5)).round    => 5
((phi ** 6) / Integer.sqrt(5)).round    => 8
((phi ** 7) / Integer.sqrt(5)).round    => 13
((phi ** 8) / Integer.sqrt(5)).round    => 21
((phi ** 9) / Integer.sqrt(5)).round    => 34
((phi ** 10) / Integer.sqrt(5)).round   => 55
((phi ** 40) / Integer.sqrt(5)).round   => 102334155
((phi ** 50) / Integer.sqrt(5)).round   => 12586269025
((phi ** 100) / Integer.sqrt(5)).round  => 354224848179263111168
```

Podemos ver que, quanto maior o número, mais ocorre algum pequeno desvio.

6.4 Tail call optimization

Já que falamos em recursividade, vale falar de um recurso que Ruby tem, mas que fica desabilitado por padrão: o suporte à *tail call optimization*, que é uma estratégia de organizar a execução de métodos na pilha de chamadas para que não seja gerada uma exceção do tipo `SystemStackError`.

A pilha de chamadas é a chamada *call stack*, onde são armazenadas as informações das chamadas dos métodos. Como cada chamada é armazenada lá, para indicar qual o ponto de retorno do método, em métodos recursivos com muitas chamadas, podemos gerar essa exceção.

Pegando esse código, por exemplo:

```
def fact(n)
  return 1 if n <= 1

  n * fact(n-1)
end

[4, 40_000].each do |num|
  puts fact(num)
end
```

Código 6.5: TCO exemplo 1

Quando tentarmos rodar com o número maior, vamos ver o exemplo do estouro da pilha:

```
$ ruby code/gems/tcol.rb
24
code/gems/tcol.rb:4:in `fact': stack level too deep (SystemStackError)
```

Vamos tentar melhorar isso com a TCO, mas antes de mais nada, esse método `fact` deve ser alterado. Temos que garantir que a última chamada do método seja ele próprio sem mais nada (ali temos a multiplicação por `n`).

Vamos alterá-lo para incluir um acumulador do valor dessa maneira:

```
def fact(n, ac = 1)
  return ac if n <= 1

  fact(n - 1, n * ac)
end

[4, 40_000].each do |num|
  puts fact(num)
end
```

Código 6.6: TCO exemplo 2

Tentando executar o código novamente, vamos ter o mesmo erro com a mesma exceção anterior. Mas não havíamos alterado o código justamente para deixar pronto para a TCO? Porque não funcionou?

Como mencionado anteriormente, a linguagem tem suporte para TCO, mas por *default*, ele está desabilitado. Temos que explicitamente habilitar da seguinte maneira:

```
RubyVM::InstructionSequence.compile_option = {  
    tailcall_optimization: true,  
    trace_instruction: false  
}  
  
require_relative 'tco2.rb'  
  
[4, 40_000].each do |num|  
    puts fact(num)  
end
```

Código 6.7: TCO exemplo 3

Rodando agora não dispara nenhuma exceção. O que ocorre ali é que habilitando a TCO, as múltiplas entradas do método na *call stack* não vão existir mais, sendo que o interpretador sabe onde encontrar o método recursivo no final.

Ali tem um pequeno truque: após habilitar a TCO, o arquivo original é requisitado com `require_relative`. Para habilitar TCO e utilizar no mesmo arquivo, teria que ser utilizado uma instância nova de `RubyVM::InstructionSequence` com o método `eval`, de forma similar à esse exemplo:

```
RubyVM::InstructionSequence.new(<<-EOF).eval  
    # código  
EOF
```

Vejam que, apesar de acreditarmos que a TCO seria a solução para vários comportamentos que temos, ela deve - e se for necessária - ser utilizada com sabedoria, pois estamos criando ali alguns "desvios" que podem mais complicar do que facilitar no final.

Em Python, por exemplo, ela foi desativada, com o autor da linguagem, Guido Van Rossum, escrevendo um artigo sobre isso ³. Em Ruby, como vemos, ela existe, mas é opcional.

³<http://neopythonic.blogspot.com/2009/04/tail-recursion-elimination.html>

Capítulo 7

Threads

Uma linguagem de programação que se preze tem que ter suporte à *threads*. Podemos criar *threads* facilmente com Ruby utilizando a classe `Thread`:

```
thread = Thread.new do
  puts "Thread #{self.object_id} iniciada!"

  5.times do |valor|
    puts valor
    sleep 1
  end
end

puts "Já criei a thread"
thread.join
```

Código 7.1: Criando uma thread

Rodando o programa:

```
$ ruby thr1.rb
Thread 84077870 iniciada!
0
Já criei a thread
1
2
3
4
```

O método `join` é especialmente útil para fazer a *thread* se completar antes que o interpretador

CAPÍTULO 7. THREADS

termine. Podemos inserir um `timeout`:

```
thread = Thread.new do
  puts "Thread #{self.object_id} iniciada!"

  5.times do |valor|
    puts valor
    sleep 1
  end
end

puts "Já criei a thread"
thread.join(3)
```

Código 7.2: Criando uma thread com timeout

Rodando o programa:

```
$ ruby thr2.rb
Já criei a thread
Thread 76000560 iniciada!
0
1
2
```

Podemos criar uma `Proc` (lembram-se delas?) e pedir que uma `Thread` seja criada executando o resultado da `Proc`, convertendo-a em um bloco (lembram-se disso também?):

```
proc = Proc.new do |parametro|
  parametro.times do |valor|
    print "[#{valor + 1} / #{parametro}]"
    sleep 0.5
  end
end

thread = nil
5.times do |valor|
  thread = Thread.new(valor, &proc)
end

thread.join
puts "Terminado!"
```

Código 7.3: Criando uma thread através de uma Proc

Rodando o programa:

```
$ ruby thr3.rb
[1/4] [1/2] [1/1] [1/3] [2/2] [2/3] [2/4] [3/3] [3/4] [4/4] Terminado!
```

Mas temos que ficar atentos à alguns pequenos detalhes. Podemos nos deparar com algumas surpresas com falta de sincronia em versões antigas da linguagem, como:

```
maior, menor = 0, 0
log = 0

t1 = Thread.new do
  loop do
    maior += 1
    menor -= 1
  end
end

t2 = Thread.new do
  loop do
    log = menor + maior
  end
end

sleep 3
puts "log vale #{log}"
```

Código 7.4: Falta de sincronia em threads

Rodando o programa:

```
$ rvm 1.8.7
$ ruby thr4.rb
log vale 1
```

O problema é que não houve sincronia entre as duas *threads*, o que nos levou a resultados diferentes no log, pois não necessariamente as variáveis eram acessadas de maneira uniforme. Lógico que não vamos ficar utilizando versões antigas da linguagem, mas temos que aprender o que podemos fazer quando tivermos essa falta de sincronia em alguma situação em versões recentes.

Podemos resolver isso usando um `Mutex`, que permite acesso exclusivo aos objetos "travados" por ele:

```
maior, menor = 0, 0
log = 0

mutex = Mutex.new
t1 = Thread.new do
  loop do
    mutex.synchronize do
      maior += 1
      menor -= 1
    end
  end
end

t2 = Thread.new do
  loop do
    mutex.synchronize do
      log = menor + maior
    end
  end
end

sleep 3
puts "log vale #{log}"
```

Código 7.5: Usando Mutex

Rodando o programa:

```
$ ruby thr5.rb
log vale 0
```

Agora correu tudo como esperado. Podemos alcançar esse resultado também usando Monitor:

```
require "monitor"

maior, menor = 0, 0
log = 0
mutex = Monitor.new
t1 = Thread.new do
  loop do
    mutex.synchronize do
      maior += 1
      menor -= 1
    end
  end
end

t2 = Thread.new do
  loop do
    mutex.synchronize do
      log = menor + maior
    end
  end
end

sleep 3
puts "log vale #{log}"
```

Código 7.6: Usando Monitor

Rodando o programa:

```
$ ruby thr6.rb
log vale 0
```

A diferença dos monitores é que eles podem ser uma classe pai da classe corrente, um `mixin` ou uma extensão de um objeto em particular. Isso permite que possamos escolher o comportamento mais adequado para a situação de uso:

```
require 'monitor'

class Contador1
  attr_reader :valor
  include MonitorMixin

  def initialize
    @valor = 0
    super
  end

  def incrementa
    synchronize do
      @valor = valor + 1
    end
  end
end

c1 = Contador1.new

t1 = Thread.new { 100_000.times { c1.incrementa } }
t2 = Thread.new { 100_000.times { c1.incrementa } }

t1.join
t2.join
puts c1.valor
```

Código 7.7: Usando Monitor com mixin

```
require 'monitor'

class Contador2
  attr_reader :valor

  def initialize
    @valor = 0
  end

  def incrementa
    @valor = valor + 1
  end
end

c2 = Contador2.new
c2.extend(MonitorMixin)

t3 = Thread.new { 100_000.times { c2.synchronize { c2.incrementa } } }
t4 = Thread.new { 100_000.times { c2.synchronize { c2.incrementa } } }

t3.join
t4.join
puts c2.valor
```

Código 7.8: Usando Monitor com extend

Rodando:

```
$ ruby thr71.rb
200000
$ ruby thr72.rb
200000
```

Também para evitar a falta de sincronia, podemos ter **variáveis de condição** que sinalizam quando um recurso está ocupado ou liberado, através de `wait(mutex)` e `signal`. Vamos fazer duas Threads seguindo o conceito de produtor/consumidor:

```
require "thread"

items = []
lock = Mutex.new
cond = ConditionVariable.new
limit = 0

produtor = Thread.new do
  loop do
    lock.synchronize do
      qtde = rand(50)
      next if qtde == 0

      puts "produzindo #{qtde} item(s)"
      items = Array.new(qtde, "item")
      cond.wait(lock)
      puts "consumo efetuado!"
      puts "-" * 25
      limit += 1
    end
    break if limit > 5
  end
end

consumidor = Thread.new do
  loop do
    lock.synchronize do
      if items.length>0
        puts "consumindo #{items.length} item(s)"
        items = []
      end
      cond.signal
    end
  end
end
produtor.join
```

Código 7.9: Variáveis de condição

Rodando o programa:

```
$ ruby thr8.rb
produzindo 48 item(s)
consumindo 48 item(s)
consumo efetuado!
-----
produzindo 43 item(s)
consumindo 43 item(s)
consumo efetuado!
-----
produzindo 21 item(s)
```

```
consumindo 21 item(s)
consumo efetuado!
-----
produzindo 29 item(s)
consumindo 29 item(s)
consumo efetuado!
-----
produzindo 31 item(s)
consumindo 31 item(s)
consumo efetuado!
-----
produzindo 43 item(s)
consumindo 43 item(s)
consumo efetuado!
```

O produtor produz os itens, avisa o consumidor que está tudo ok, o consumidor consome os itens e sinaliza para o produtor que pode enviar mais.

CAPÍTULO 7. THREADS

Comportamento similar de produtor/consumidor também pode ser alcançado utilizando `Queues`:

```
require "thread"

queue = Queue.new
limit = 0

produtor = Thread.new do
  loop do
    qtde = rand(50)
    next if qtde.zero?

    limit += 1

    if limit > 5
      queue.enq :END_OF_WORK
      break
    end

    puts "produzindo #{qtde} item(s)"
    queue.enq Array.new(qtde, 'item')
    sleep 1
  end
end

consumidor = Thread.new do
  loop do
    obj = queue.deq
    break if obj == :END_OF_WORK

    print "consumindo #{obj.size} item(s)\n"
  end
end

produtor.join
consumidor.join
```

Código 7.10: Utilizando `Queues`

Rodando o programa:

```
$ ruby thr9.rb
produzindo 23 item(s)
consumindo 23 item(s)
produzindo 39 item(s)
consumindo 39 item(s)
produzindo 33 item(s)
consumindo 33 item(s)
produzindo 26 item(s)
consumindo 26 item(s)
produzindo 19 item(s)
```

```
consumindo 19 item(s)
```

A implementação das threads das versões 1.8.x usam *green threads* e não *native threads*. As *green threads* podem ficar bloqueadas se dependentes de algum recurso do sistema operacional, como nesse exemplo, onde utilizamos um FIFO¹ (o do exemplo pode ser criado em um sistema Unix-like com `mkfifo teste fifo`) para criar o bloqueio:

```
proc = Proc.new do |numero|
  loop do
    puts "Proc #{numero}: #{`date`}"
    sleep 3
  end
end

fifo = Proc.new do
  loop do
    puts File.read('teste fifo')
    sleep 3
  end
end

threads = []

(1..5).each do |numero|
  threads << (numero == 3 ? Thread.new(&fifo) : Thread.new(numero, &proc))
end

threads.each(&:join)
```

Código 7.11: Utilizando um FIFO

Ali agora com as versões mais recentes tive que introduzir até um `sleep` para que possamos ver o resultado da escrita no FIFO, pois roda muito rápido. Podemos fazer algo como `echo 'teste' > teste fifo` para ver o resultado aparecendo na tela, e ver as threads rodando todas sem bloquear. Se quisermos ver o bicho pegar mesmo, podemos remover o `sleep`, mas duvido que vamos ver o resultado da leitura do FIFO na tela, de tão rápido que vai ser!

Podemos interceptar um comportamento "bloqueante" também utilizando o método `try_lock`. Esse método tenta bloquear o Mutex, e se não conseguir, retorna `false`. Vamos supor que temos uma Thread que efetua um processamento de tempos em tempos, e queremos verificar o resultado corrente, aproveitando para colocar um *hook* para sairmos do programa usando `CTRL+C`:

¹<http://pt.wikipedia.org/wiki/FIFO>

```
mutex      = Mutex.new
last_result = 1
last_update = Time.now

trap('SIGINT') do
  puts 'Saindo do programa ...'
  exit
end

Thread.new do
  loop do
    sleep 5
    puts 'Atualizando ...'

    mutex.synchronize do
      # fazendo alguma coisa demorada aqui
      puts 'Mutex sincronizado, vou fazer algo ...'
      sleep 10
      puts 'Terminei de fazer algo no mutex, vou liberar a sincronização'
      last_result += 1
    end

    last_update = Time.now
    puts 'Liberado o mutex.'
  end
end

loop do
  puts 'Aperte ENTER para ver o resultado:'
  gets

  # tenta adquirir o lock, se não estiver entre o synchronize e o end
  # lá em cima
  if mutex.try_lock
    begin
      puts "Resultado atualizado #{(Time.now - last_update).to_i} segundos atrás."
    ensure
      mutex.unlock
    end
  # se não conseguiu, é que está lá em cima, processando entre
  # o synchronize e o end!
  else
    puts "Sendo atualizado, resultado anterior gerado #{(Time.now - last_update).to_i}
          segundos atrás"
  end
end
```

Código 7.12: Utilizando try_lock

Rodando o programa:

```
Aperte ENTER para ver o resultado:
Atualizando ...
```

Mutex sincronizado, vou fazer algo ...

Terminei de fazer algo no mutex, vou liberar a sincronização

Liberado o mutex.

Resultado atualizado 2 segundos atrás.

Aperte ENTER para ver o resultado:

Atualizando ...

Mutex sincronizado, vou fazer algo ...

Sendo atualizado, resultado anterior gerado 7 segundos atrás

Aperte ENTER para ver o resultado:

7.1 Fibers

Entre as *features* introduzidas na versão 1.9, existe uma bem interessante chamada Fibers, volta e meia definidas como "*threads* leves". Vamos dar uma olhada nesse código:

```
3.times { |item| puts item }
```

Até aí tudo bem, aparentemente um código normal que utiliza um iterador, mas vamos dar uma olhada nesse aqui:

```
enum1 = 3.times
enum2 = %w(zero um dois).each
puts enum1.class

loop do
  puts enum1.next
  puts enum2.next
end
```

Código 7.13: Enumerators utilizam Fibers

Rodando o programa:

```
Enumerator
0
zero
1
um
2
dois
```

Dando uma olhada no nome da classe de `enum1`, podemos ver que agora podemos criar um `Enumerator` com vários dos iteradores à que já estávamos acostumados, e foi o que fizemos ali alternando entre os elementos dos dois `Enumerators`, até finalizar quando foi gerada uma exceção, capturada pela estrutura `loop...do`, quando os elementos terminaram.

O segredo nos `Enumerators` é que eles estão utilizando internamente as `Fibers`. Para um exemplo básico de `Fibers`, podemos ver como calcular, novamente, os números de Fibonacci:

```
fib = Fiber.new do
  x, y = 0, 1

  loop do
    # envia o valor de y para resume
    # puts 'Indo para o resume'
    Fiber.yield y

    # volta aqui depois do resume
    # puts 'Voltei do resume'
    x, y = y, x + y
  end
end

10.times { puts fib.resume }
```

Código 7.14: Fibonacci com Fibers

Rodando o programa:

```
1
1
2
3
5
8
13
21
34
55
```

O segredo ali é que **Fibers são corrotinas e não subrotinas**. Em uma subrotina ela roda por completo e o controle é retornado para o contexto de onde ela foi chamada geralmente com um `return`, e continua a partir dali liberando todos os recursos alocados dentro da rotina, como variáveis locais etc.

Em uma corrotina, o controle é desviado para outro ponto mas mantendo o contexto onde ele se encontra atualmente, de modo similar à uma closure. O exemplo acima funciona dessa maneira (se quisermos podemos remover as linhas comentadas com `#` antes de `puts` para ver certinho como está o fluxo do processamento):

- A `Fiber` é criada com `new`.
- Dentro de um iterador que vai rodar 10 vezes, é chamado o método `resume`.
- É executado o código do início do "corpo" da `Fiber` até `yield`.
- Nesse ponto, o controle é transferido com o valor de `y` para onde foi chamado o `resume`, e

impresso na tela.

- A partir do próximo `resume`, o código da `Fiber` é executado do ponto onde parou para baixo, ou seja, da próxima linha após o `yield` (linha 5, mostrando outra característica das corrotinas, que é ter mais de um ponto de entrada) processando os valores das variáveis e retornando para o começo do `loop`, retornando o controle novamente com `yield`.
- Pudemos comprovar que `x` e `y` tiveram seus valores preservados entre as trocas de controle.

Código parecido seria feito com uma `Proc`, dessa maneira:

```
def create_fib
  x, y = 0, 1

  lambda do
    t, x, y = y, y, x + y
    return t
  end
end

proc = create_fib
10.times { puts proc.call }
```

Código 7.15: Usando uma Proc para simular uma Fiber

O resultado ao rodar o programa é o mesmo e nesse caso podemos ver o comportamento da `Proc` como uma **subrotina**, pois o valor que estamos interessados foi retornado com um `return` explícito (lembrem-se que em Ruby a última expressão avaliada é a retornada, inserimos o `return` explicitamente apenas para efeitos didáticos).

Mas ainda há algumas divergências entre `Fibers` serem corrotinas ou semi-corrotinas. As semi-corrotinas são diferentes das corrotinas pois só podem transferir o controle para quem as chamou, enquanto corrotinas podem transferir o controle para outra corotina.

Para jogar um pouco de lenha na fogueira, vamos dar uma olhada nesse código:

```
f2 = Fiber.new do |value|
  puts "Estou em f2 com #{value}, transferindo para onde vai resumir ..."
  Fiber.yield value + 40
  puts "Cheguei aqui?"
end

f1 = Fiber.new do
  puts "Comecei f1, transferindo para f2 ..."
  f2.resume 10
end

puts "Resumindo fiber 1: #{f1.resume}"
```

Código 7.16: Comportamento de semirotinas

Rodando o programa:

```
$ ruby fibers4.rb
Comecei f1, transferindo para f2 ...
Estou em f2 com 10, transferindo para onde vai resumir ...
Resumindo fiber 1: 50
```

Comportamento parecido com as semi-corrotinas! Mas e se fizermos isso, transferindo o controle:

```
require "fiber"

f1 = Fiber.new do |other|
  puts "Comecei f1, transferindo para f2 ..."
  other.transfer Fiber.current, 10
end

f2 = Fiber.new do |caller, value|
  puts "Estou em f2, transferindo para f1 ..."
  caller.transfer value + 40
  puts "Cheguei aqui?"
end

puts "Resumindo fiber 1: #{f1.resume(f2)}"
```

Código 7.17: Transferindo controle entre Fibers

```
Comecei f1, transferindo para f2 ...
Estou em f2, transferindo para f1 ...
```

Resumindo fiber 1: 50

Vamos ter o controle igual, porém utilizando explicitamente `transfer`. Podemos reparar que o texto "Cheguei aqui?" nunca é visto, pois a Fiber que ele está nunca é resumida.

Discussões teóricas à parte, as Fibers são um recurso muito interessante. Vamos fazer um esquema de "produtor-consumidor" usando Fibers:

```
require "fiber"

produtor = Fiber.new do |cons|
  5.times do
    items = Array.new((rand * 5).to_i + 1, "oi!")
    puts "Produzidos #{items} ..."
    cons.transfer Fiber.current, items
  end
end

consumidor = Fiber.new do |prod, items|
  loop do
    puts "Consumidos #{items}"
    prod, items = prod.transfer
  end
end

produtor.resume consumidor
```

Código 7.18: Produtor-consumidor com Fibers

Rodando o programa:

```
$ ruby fibers6.rb
Produzidos ["oi!","oi!","oi!","oi!","oi!"] ...
Consumidos ["oi!","oi!","oi!","oi!","oi!"]

Produzidos ["oi!","oi!","oi!","oi!","oi!"] ...
Consumidos ["oi!","oi!","oi!","oi!","oi!"]

Produzidos ["oi!"] ...
Consumidos ["oi!"]

Produzidos ["oi!","oi!","oi!","oi!","oi!"] ...
Consumidos ["oi!","oi!","oi!","oi!","oi!"]

Produzidos ["oi!","oi!","oi!"] ...
Consumidos ["oi!","oi!","oi!"]
```

As Fibers também podem ajudar a separar contextos e funcionalidades em um programa. Se precisássemos detectar a frequência de palavras em uma `String` ou arquivo, poderíamos utilizar uma Fiber para separar as palavras, retornando para um contador:

```
str = <<FIM
texto para mostrar como podemos separar palavras do texto
para estatística de quantas vezes as palavras se repetem no
texto
FIM

scanner = Fiber.new do
  str.scan(/\w+\p{Latin}+/) do |word|
    Fiber.yield word.downcase
  end
  puts "acabou!"
end

words = Hash.new(0)

while word = scanner.resume
  words[word] += 1
end

words.each do |word, count|
  puts "#{word}:#{count}"
end
```

Código 7.19: Contando palavras com Fibers

Rodando o programa:

```
$ ruby fibers7.rb
acabou!
texto:3
para:2
mostrar:1
como:1
podemos:1
separar:1
palavras:2
do:1
estatística:1
de:1
quantas:1
vezes:1
as:1
se:1
repetem:1
```

no :1

Dica

Estão vendo como eu escrevi a expressão regular acima? O \p seguido de {Latin} é uma propriedade de caracter que habilita a expressão regular a entender os nossos caracteres acentuados. Mais sobre as propriedades de caracteres na [documentação de Ruby](#).

Desafio 5

Tente fazer a frequência das palavras utilizando iteradores e blocos. Fica uma dica que dá para fazer utilizando a mesma expressão regular e uma Hash.

A partir da versão 3, temos suporte à *fibers* não bloqueantes que definem um comportamento assíncrono através de um *scheduler*, que vai fazer o gerenciamento automático de esperar e resumir, ao invés de termos que fazer isso manualmente.

Um pequeno problema é que a linguagem não fornece uma implementação *default* de um *scheduler*, mas podemos utilizar uma *gem* para fazer esse papel. Para isso, vamos instalar a *gem* `async-io`:²

```
$ gem install async-io
```

E agora testar com esse código que vai consultar as prováveis idades dos nomes relacionados (não me perguntam como eles calculam isso!):

²<https://github.com/socketry/async-io>

```
# typed: false
# frozen_string_literal: true
require 'json'
require 'net/http'
require 'async/io'

start = Time.now

Thread.new do
  Fiber.set_scheduler Async::Scheduler.new

  %w[Joao Maria Eustaquio].each do |name|
    Fiber.schedule do
      current      = Time.now
      uri          = URI.parse("https://api.agify.io/")
      http         = Net::HTTP.new(uri.host, uri.port)
      http.use_ssl = true
      json         = JSON.parse(http.get("/?name=#{name}").body)
      age          = json['age']
      puts "%s: parece ter %s anos (levei %.3f segundos para calcular)\n" % [name, age,
        Time.now - current]
    end
  end
end.join

puts "Tempo total: #{Time.now - start}"
```

Rodando:

```
$ ruby fiber_names.rb
Eustaquio: parece ter 72 anos (levei 0.536 segundos para calcular)
Joao: parece ter 59 anos (levei 0.536 segundos para calcular)
Maria: parece ter 60 anos (levei 0.523 segundos para calcular)
Tempo total: 0.537459681
```

Observando quanto tempo levou cada consulta, cerca de meio segundo, se fosse rodar uma após a outra, duraria 1.5 segundos, mas nesse caso durou cerca de meio segundo para todas as consultas.

7.1.1 Continuations

Ruby também tem suporte à `continuations`, que são, segundo a [continuations](#):

Representações abstratas do controle de estado de um programa

Mas, *importante*, está marcado como *deprecated* desde as versões 2.2.x e deve ser substituído pelas Fibers, vistas anteriormente.

Para vermos como elas se comportavam, vamos ver um exemplo que nos mostra que a *call stack* de um programa é preservada chamando uma Continuation:

```
require 'continuation'

def cria_continuation
  puts 'Criando a continuation e retornando ...'
  callcc { |it| return it }
  puts 'Ei, olha eu aqui de volta na continuation!'
end

puts 'Vou criar a continuation.'
cont = cria_continuation()
puts 'Verificando se existe ...'

if cont
  puts 'Criada, vamos voltar para ela?'
  cont.call
else
  puts 'Agora vamos embora.'
end

puts 'Terminei, tchau.'
```

Código 7.20: Continuations

Rodando o programa em uma versão como a 2.1.2:

```
$ ruby cont.rb
Vou criar a continuation.
Criando a continuation e retornando ...
Verificando se existe ...
Criada, vamos voltar para ela?
Ei, olha eu aqui de volta na continuation!
Verificando se existe ...
Agora vamos embora.
Terminei, tchau.
```

Vejam como é definido o processo:

- A continuation é criada, retornando para o processo que a criou através de `callcc`.
- Como ela foi criada, é chamado o ponto logo após `callcc` com `call`.
- Com isso, é apresentada a mensagem "olha eu aqui de volta".

- Reparem que voltamos novamente no ponto onde chamamos `cria_continuation`, mas agora ela já foi executada.
- Como foi executada, são mostradas as mensagens de finalização.

7.2 Processos em paralelo



Podemos utilizar a `gem Parallel` para executar processamento em paralelo usando processos (em CPUs com vários processadores) ou utilizando as `Threads` (vamos instalar mais uma para utilizarmos ali embaixo também):

```
$ gem install parallel ruby-progressbar
```

Dica

Para descobrir o número de processadores do computador, podemos utilizar a classe `Etc`:

```
require 'etc'  
  
puts Etc.nprocessors
```

Esse módulo fornece informações armazenadas no diretório `/etc` em sistemas de arquivos Unix. O resultado de `nprocessors` pode ser menor que o número de processadores físicos do computador se o processo da VM de Ruby estiver associado à CPUs específicas, retornando os *cores* lógicos, não os físicos.

Comparação entre paralelo e concorrente: estou escrevendo o livro e escutando um vinil em paralelo, mas escrevendo o livro e comendo um pedaço de bolo de forma concorrente. O paralelismo define o que podemos fazer ao mesmo tempo e a forma concorrente o que podemos fazer alternando as tarefas.

Vamos ver um exemplo no meu computador corrente, que tem 12 *cores*. Vamos utilizar o método *map* da *gem Parallel* para criar um *Array* de 20 elementos de múltiplos de 5, esperando 1 segundo a cada vez que um número for transformado. Se temos uma coleção de 20 elementos onde cada um leva 1 segundo para ser "calculado", então vamos levar 20 segundos para fazer isso, correto?

Mas levando em conta que temos 12 *cores* no computador, podemos esperar outra coisa:

```
require 'benchmark'
require 'parallel'

time = Benchmark.measure do
  numbers = Parallel.map 1..20, progress: 'Processando ...' do |num|
    sleep 1
    num * 5
  end
  p numbers
end

puts time
```

Código 7.21: Utilizando todos os processadores

Rodando o programa:

```
$ ruby parsample.rb
[5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95,
 0.011276  0.011037  0.107685 ( 2.024486)
```

Uia.

Agora vamos ver um exemplo utilizando *Threads*, que dão mais velocidade em operações bloqueantes, não usam memória extra e permitem modificação de dados globais:

```
require 'benchmark'
require 'parallel'

time = Benchmark.measure do
  res = 'Quem terminou primeiro? '
  Parallel.map 1..20, in_threads: 4 do |nr|
    puts "Acabei com #{nr} "
    res += "#{nr} "
  end
  puts res
end

puts time
```

Código 7.22: Parallel com threads

Rodando o programa, vamos ter algo como:

```
$ ruby par.rb
Acabei com 1
Acabei com 2
Acabei com 3
Acabei com 4
Acabei com 8
Acabei com 9
Acabei com 10
Acabei com 11
Acabei com 12
Acabei com 13
Acabei com 14
Acabei com 15
Acabei com 16
Acabei com 17
Acabei com 18
Acabei com 19
Acabei com 20
Acabei com 6
Acabei com 5
Acabei com 7
Quem terminou primeiro? 1 2 3 4 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 6 5 7
 0.002022    0.000532    0.002554 ( 0.002090)
```

Agora, utilizando processos, que utilizam mais de um núcleo, dão mais velocidade para operações bloqueantes, protegem os dados globais, usam mais alguma memória e permitem interrom-

per os processos filhos junto com o processo principal, através de `CTRL+C` ou enviando um sinal com `kill -2`:

```
require 'benchmark'
require 'parallel'

time = Benchmark.measure do
  res = 'Quem terminou primeiro? '

  Parallel.map 1..20, in_processes: 4 do |nr|
    puts "Acabei com #{nr} "
    res += "#{nr} "
  end

  puts res
end

puts time
```

Código 7.23: Parallel com processos

Rodando o programa:

```
$ ruby par2.rb
Acabei com 1
Acabei com 2
Acabei com 3
Acabei com 5
Acabei com 4
Acabei com 6
Acabei com 7
Acabei com 8
Acabei com 9
Acabei com 10
Acabei com 11
Acabei com 12
Acabei com 13
Acabei com 14
Acabei com 15
Acabei com 16
Acabei com 17
Acabei com 18
Acabei com 19
Acabei com 20
Quem terminou primeiro?
  0.004806   0.000341   0.012969 (  0.006712)
```

Desafio 4

Tente descobrir a diferença entre o código que utilizou `threads` e `processes`.

Dica

Reparam que a frase "Quem terminou primeiro?" veio sem mais nada no final, e reparam também que estamos utilizando agora **processos** e que eu disse que Threads permitem a modificação de dados globais e processos não.

Para executar esse mesmo código utilizando o número de processadores da CPU, é só não especificar nem `in_threads` ou `in_processes`, similar ao primeiro evento que vimos:

```
require 'benchmark'
require 'parallel'

time = Benchmark.measure do
  res = 'Quem terminou primeiro? '

  Parallel.map 1..20 do |nr|
    puts "Acabei com #{nr} "
    res += "#{nr} "
  end

  puts res
end

puts time
```

Código 7.24: Parallel utilizando o número de processadores locais

Rodando o programa:

```
± ruby par3.rb
Acabei com 1
Acabei com 2
Acabei com 3
Acabei com 5
Acabei com 4
Acabei com 7
Acabei com 8
Acabei com 6
```

```
Acabei com 9
Acabei com 10
Acabei com 11
Acabei com 12
Acabei com 13
Acabei com 14
Acabei com 15
Acabei com 16
Acabei com 17
Acabei com 18
Acabei com 19
Acabei com 20
Quem terminou primeiro?
 0.000935   0.004218   0.013757 ( 0.007475)
```

Fazendo uma comparação com Threads:

```
require 'benchmark'

threads = []

time = Benchmark.measure do
  res = 'Quem terminou primeiro? '

  (1..20).each do |nr|
    threads << Thread.new do
      puts "acabei com #{nr} "
      res += "#{nr} "
    end
  end

  threads.each(&:join)
  puts res
end

puts time
```

Código 7.25: Comparando Parallel com threads

```
$ ruby par4.rb
acabei com 2
acabei com 1
acabei com 3
acabei com 4
acabei com 5
acabei com 7
```

```
acabei com 6
acabei com 8
acabei com 10
acabei com 9
acabei com 11
acabei com 12
acabei com 13
acabei com 14
acabei com 15
acabei com 17
acabei com 16
acabei com 18
acabei com 19
acabei com 20
Quem terminou primeiro? 2 1 3 4 5 7 6 8 10 9 11 12 13 14 15 17 16 18 19 20
 0.004020    0.004909    0.008929 ( 0.007937)
```

Isso nos deu os seguintes resultados (que, lógico, vão depender do computador que você está rodando o código):

Parallel com threads	0.002090
Parallel com processos	0.006712
Parallel com processadores locais	0.007475
Threads	0.007937

O método a ser utilizado depende dos fatores de isolamento do código, sincronização, etc. Podemos analisar para ver qual seria o melhor. Como dica, experimentem no arquivo `par.rb` utilizar `in_threads: 1` e vejam como fica o resultado.

7.3 Benchmarks

Ao invés de medir nosso código através do sucessivas chamadas à `Time.now`, podemos utilizar o módulo de `benchmark`, como visto nos exemplos anteriores. Vamos fazer uma nova medição aqui, primeiro medindo uma operação simples, como criar uma `String` enorme, executando o seguinte código dentro do `irb`:

```
require "benchmark"

puts Benchmark.measure { "-" * 1_000_000 }
0.000500    0.000107    0.000607 ( 0.000606)
```

Ou medir um pedaço de código:

```
require 'benchmark'
require 'parallel'

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report do
    Parallel.map 1..20, in_threads: 4 do |nr|
      5.times { sleep rand }
    end
  end
end
```

Código 7.26: Fazendo benchmark de um pedaço de código

```
$ ruby bench1.rb
      user      system      total      real
 0.007754    0.002154    0.009908 ( 13.575916)
```

Podemos comparar vários pedaços de código, dando uma *label* para cada um:

```
require 'benchmark'
require 'parallel'

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report('in_threads') do
    Parallel.map 1..20, in_threads: 4 do |nr|
      5.times { sleep 0.5 }
    end
  end

  bm.report('in_processes') do
    Parallel.map 1..20, in_processes: 4 do |nr|
      5.times { sleep 0.5 }
    end
  end

  bm.report('using threads') do
    threads = []

    (1..20).each do |nr|
      threads << Thread.new do
        5.times { sleep 0.5 }
      end
    end
    threads.each(&:join)
  end
end
```

Código 7.27: Fazendo benchmark de pedaços de código

Rodando o programa:

```
$ ruby bench2.rb
              user      system      total      real
in_threads     0.000000    0.007713    0.007713 ( 12.505493)
in_processes   0.009806    0.014331    0.067245 ( 12.551572)
using threads  0.008777    0.033563    0.042340 (   2.554518)
```

A partir da versão 3.2, podemos utilizar um *benchmark* mais simples direto no `irb`, utilizando `measure`:

```
> require 'date'
=> true

> measure
TIME is added.
=> nil

> 100_000.times { Date.parse(Date.today.to_s) }
processing time: 0.890679s
=> 100000

> measure :off
```

Se instalarmos a *gem stackprof*, podemos ter além do tempo que foi utilizado, informações de um *profiler*, ou seja, as medidas de execução das linhas do código, com várias informações tipo essas:

```
> require 'date'
=> true

> measure :stackprof
STACKPROF is added.
=> nil

> 100_000.times { Date.parse(Date.today.to_s) }
=====
Mode: cpu(1000)
Samples: 226 (0.00% miss rate)
GC: 18 (7.96%)
=====
TOTAL      (pct)      SAMPLES      (pct)      FRAME
    133    (58.8%)       68    (30.1%)  Date.parse
      59    (26.1%)       59    (26.1%)  Date.today
      32    (14.2%)       32    (14.2%)  Regexp#match
      22     (9.7%)       22     (9.7%)  String#gsub!
...
=> 100000

> measure :off
```

Para mais informações de como interpretar os resultados, podemos acessar a página da *gem*, indicada acima, e verificar vários outros recursos interessantes dela.

Outra *gem* interessante de *profiling* é a *rubyprof*, que também nos permite rodar na linha de comando. Se gravarmos o código utilizado acima em um arquivo, digamos, chamado *rubyprofest.rb* e utilizar o comando *ruby-prof*:

```
$ ruby-prof rubyproftest.rb
Measure Mode: wall_time
Thread ID: 47215842829760
Fiber ID: 47215849300060
Total: 1.115040
Sort by: self_time

%self      total      self      wait      child      calls    name          location
33.50      0.684     0.374     0.000     0.311     100000   <Class::Date>#parse
24.14      0.269     0.269     0.000     0.000     100000   <Class::Date>#today
11.65      0.130     0.130     0.000     0.000     200000   Regexp#match
 7.29      1.097     0.081     0.000     1.016       1   Integer#times
 6.45      0.072     0.072     0.000     0.000     100000   String#gsub!
 5.62      0.063     0.063     0.000     0.000     100000   Date#to_s
...
...
```

Também podemos utilizar dentro do `irb` da seguinte maneira:

```
> require 'date'
=> true

> require 'ruby-prof'
=> true

> RubyProf.start
=> #<RubyProf::Profile:0x00007f55e9dbe818>

> 100_000.times { Date.parse(Date.today.to_s) }
=> 100000

> result = RubyProf.stop
=> #<RubyProf::Profile:0x00007f55e9dbe818>

> printer = RubyProf::FlatPrinter.new(result)
=> #<RubyProf::FlatPrinter:0x00007f55e9dba4e8 @output=nil, @result=#<RubyProf::Profile
:0x00007f55e9dbe818>>

> printer.print(STDOUT)
Measure Mode: wall_time
Thread ID: 21120
Fiber ID: 21100
Total: 22.497178
Sort by: self_time

%self      total      self      wait      child      calls    name          location
         location
90.44      20.347    20.347     0.000     0.000       289   IO#wait_readable
 2.04      0.887     0.459     0.000     0.427     100000   <Class::Date>#parse
 1.66      0.374     0.374     0.000     0.000     100000   <Class::Date>#today
...
...
```

Fica a mesma recomendação anterior de visitar a documentação para verificar o resto dos recursos da `gem`.

7.4 Ractors

A partir da versão 3.0.0, temos disponível a classe `Ractor` (chamados de `Guild` anteriormente), que apesar de ter começado como experimental, despertou grande interesse da comunidade dos desenvolvedores.

Vimos acima que temos algumas situações onde o código roda em *paralelo*, onde várias tarefas podem começar e terminar de forma simultânea, às vezes com situações *concorrentes*, onde só um recurso está sendo processado em determinado momento, especialmente se estiverem disputando um mesmo recurso.

Antes da versão 3.0.0, a linguagem Ruby por si só não suportava processos paralelos verdadeiros, por causa do GIL (Global Interpreter Lock), que age como um semáforo fazendo a distribuição entre os processos, fazendo com que o código não seja rodado de maneira simultânea.

Inclusive, para permitir que os códigos entre as `Threads` sejam executados de forma paralela e segura, *cada Ractor* tem o seu próprio GIL e o seu próprio contexto onde roda o código, mantendo isolados os objetos dos outros `Ractors`, onde se comunicam através de um protocolo de comunicação que utiliza duas abordagens. Como curiosidade, o nome `Ractor` vem de "actor model".

Os objetos que são compartilháveis através dessas abordagens são chamados "*shareable*", que são: `Integer`, `Strings` e outros objetos imutáveis ("congelados") e o próprio objeto do `Ractor`. Podemos testar se um objeto é "*shareable*" através do método `shareable?`:

```
Ractor.shareable?(1)          # true
Ractor.shareable?([])         # false
Ractor.shareable?([] .freeze) # true
```

Quando o objeto não é "*shareable*" é feita um *deep copy* do objeto, porém alguns objetos não estão aptos para terem isso implementado para o uso nos `Ractors` (como `Threads`, então fiquem de olho)!

Vamos dar uma olhada nas abordagens de comunicação com os `Ractors`.

A primeira abordagem é através de `send/receive`, que é do tipo "*push type*", onde através de `send` enviamos um objeto para ser coletado por `receive` dentro do `Ractor`. Nessa abordagem, como o tipo diz, estamos *enviando informação para dentro do Ractor*.

Um exemplo disso:

```
ractor = Ractor.new do
  puts "Recebida mensagem: #{Ractor.receive}"
end

ractor.send "Olá, mundo dos Ractors!"
ractor.take
```

Código 7.28: Ractor com send/receive

Rodando o programa (prestem atenção na flag):

```
$ ruby -W0 rac1.rb
Recebida mensagem: Olá, mundo dos Ractors!
```

Algumas coisas a serem notadas aqui:

- Utilizamos a flag `-W0` para desabilitar uma mensagem de *warning* que recebemos pelo fato dos Ractors serem um recurso experimental.
- Utilizamos `take` para esperar o `Ractor` terminar o que estava fazendo. Se não fizermos isso, o interpretador vai terminar antes de obtermos o resultado, ou seja, a mensagem recebida e impressa em `receive`!

Podemos utilizar a flag `-W` seguida de um número para indicar ao interpretador da linguagem qual o nível de alerta (*warning*) que desejamos:

- 0 - silêncio completo
- 1 - nível médio
- 2 - nível verboso

A segunda abordagem é através de `yield/take`, que é do tipo "*pull type*", onde *recebemos informações* de dentro do `Ractor`.

Um exemplo disso:

```
ractor = Ractor.new do
  Ractor.yield Time.now.strftime('%H:%M')
end

puts "A hora corrente no mundo do Ractor é #{ractor.take}"
ractor.take
```

Código 7.29: Ractor com yield/take

Rodando o programa, vamos ter algo como:

```
$ ruby -W0 rac2.rb
A hora corrente no mundo do Ractor é 15:21
```

Vamos dar uma olhada em como ficaria algo como "produtor/consumidor" utilizando Ractors. Reparem que o argumento passado em `new` se encaixa no bloco do `Ractor` (nesse caso, ambos com nome de `consumer`, mas um é a referência *externa* que vira a referência *interna*):

```
consumer = Ractor.new do
  loop do
    items = Ractor.receive
    puts "Recebidos #{items} itens."
  end
end

producer = Ractor.new(consumer) do |consumer|
  5.times do |num|
    items = Array.new(num, 'item')
    puts "Enviando #{items.size}\n"
    consumer.send items.size
    sleep 0.1
  end
end

producer.take
```

Código 7.30: Produtor/consumidor com Ractors

Rodando o programa:

```
$ ruby -W0 rac3.rb
Enviando 0
Recebidos 0 itens.
Enviando 1
```

```
Recebidos 1 itens.  
Enviando 2  
Recebidos 2 itens.  
Enviando 3  
Recebidos 3 itens.  
Enviando 4  
Recebidos 4 itens.
```

Vejam que foi utilizado o `sleep` novamente, para dar tempo do consumidor ser notificado e aguardar no final do programa. Se removermos, vai ficar com um comportamento basicamente síncrono, pois o loop ali vai ser executado direto e o interpretador é capaz de terminar mais rápido que algum *output*.

Mas e se quisermos enviar o `Array` e não apenas o inteiro mostrando o tamanho dele? Nesse caso, vamos enviar um `Array` imutável, congelado:

```
consumer = Ractor.new do  
  loop do  
    items = Ractor.receive  
    puts "Recebidos #{items.size} itens."  
    p items  
  end  
end  
  
producer = Ractor.new(consumer) do |consumer|  
  5.times do |num|  
    items = Array.new(num, 'item').freeze  
    puts "Enviando #{items}\n"  
    consumer.send items  
    sleep 0.1  
  end  
end  
  
producer.take
```

Código 7.31: Produtor/consumidor com Ractors e Array imutável

Rodando o programa:

```
$ ruby -W0 rac4.rb  
Enviando []  
Recebidos 0 itens.  
[]  
Enviando ["item"]  
Recebidos 1 itens.  
["item"]  
Enviando ["item", "item"]
```

```

Recebidos 2 itens.
["item", "item"]
Enviando ["item", "item", "item"]
Recebidos 3 itens.
["item", "item", "item"]
Enviando ["item", "item", "item", "item"]
Recebidos 4 itens.
["item", "item", "item", "item"]

```

Para provar que o bloco do `Ractor` está isolado do resto, podemos tentar acessar uma variável de fora, o que vai nos dar uma exceção do tipo `ArgumentError`:

```

nome = "taq"
ractor = Ractor.new do
  Ractor.yield nome # para funcionar, troquem nome para "taq"
end

puts "o nome é #{ractor.take}"

```

Código 7.32: Erro no Ractor tentando acessar fora do bloco

Rodando o programa:

```

$ ruby -W0 rac5.rb
<internal:ractor>:267:in `new': can not isolate a Proc because it accesses o
      from rac5.rb:2:in `<main>'

```

Um ponto importante ali acima, é estamos utilizando o método `take`, demonstrado no código ali que falhou e nos outros anteriores, para esperar o `Ractor` terminar, de maneira similar ao `join` das `Threads`. Sem ele, o código, assim como nas `Threads`, é assíncrono e passaria direto.

Mas e se quisermos esperar vários `Ractors`? Nesse caso, podemos utilizar o método `select`, tomando o cuidado para receber os `Ractors` que terminam e eliminar do `Array`:

```
consumer = Ractor.new do
  loop do
    items = Ractor.receive
    puts "Recebidos #{items.size} itens."
    p items
  end
end

p1 = Ractor.new(consumer) do |consumer|
  5.times do |num|
    items = Array.new(num, 'item').freeze
    puts "Enviando #{items}\n"
    consumer.send items
    sleep 0.1
  end
end

p2 = Ractor.new(consumer) do |consumer|
  5.times do |num|
    items = Array.new(num, 'new item').freeze
    puts "Enviando #{items}\n"
    consumer.send items
    sleep 0.1
  end
end

producers = [p1, p2]
producers.size.times do
  r, n = Ractor.select *producers
  producers.delete(r)
end
```

Código 7.33: Esperando vários Ractors terminarem

Rodando o programa:

```
$ ruby -W0 rac7.rb
Enviando []
Recebidos 0 itens.
[]
Enviando []
Recebidos 0 itens.
[]
Enviando ["item"]
Enviando ["new item"]
Recebidos 1 itens.
["item"]
Recebidos 1 itens.
["new item"]
Enviando ["new item", "new item"]
```

```

Enviando ["item", "item"]
Recebidos 2 itens.
["item", "item"]
Recebidos 2 itens.
["new item", "new item"]
Enviando ["item", "item", "item"]
Enviando ["new item", "new item", "new item"]
Recebidos 3 itens.
["new item", "new item", "new item"]
Recebidos 3 itens.
["item", "item", "item"]
Enviando ["new item", "new item", "new item", "new item"]
Enviando ["item", "item", "item", "item"]
Recebidos 4 itens.
["new item", "new item", "new item", "new item"]
Recebidos 4 itens.
["item", "item", "item", "item"]

```

Um comportamento interessante é que podemos mover referências para um Ractor, com o detalhe importante de que *a referência local ficará inválida*, não permitindo enviar nenhuma mensagem para ela, disparando uma exceção do tipo `Ractor::MovedError` se tentarmos:

```

ractor = Ractor.new do
  obj = Ractor.receive
  obj << "world"
end

obj = ["hello"]
ractor.send obj, move: true

modificado = ractor.take
puts modificado.join(" ")
puts obj.join(" ")

```

Código 7.34: Movendo objetos para o Ractor

Rodando o programa:

```

$ ruby -W0 rac8.rb
hello world
rac8.rb:11:in `method_missing': can not send any methods to a moved object
(Ractor::MovedError)
    from rac8.rb:11:in `<main>'

```

Agora vamos ver como os Ractors são disparados em paralelo, usando o número máximo de processadores disponíveis para calcular um determinado número de Fibonacci, com um método que utilizamos anteriormente. O código é esse:

```
# typed: false
# frozen_string_literal: true

require 'etc'
require 'open-uri'
require 'benchmark'

times = Etc.nprocessors
num   = 40
puts "Executando #{times} vezes, calculando o #{num}º. número de Fibonacci ..."

def fib(numero)
  return numero if numero < 2

  fib(numero - 1) + fib(numero - 2)
end

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report 'em sequência' do
    puts "\n"
    times.times do |seq|
      puts "Sequência #{seq}: #{fib(num)} "
    end
  end

  bm.report 'em paralelo' do
    puts "\n"
    times.times.map do |seq|
      Ractor.new(num, seq) do |num, seq|
        puts "Sequência #{seq}: #{fib(num)} "
      end
    end.each(&:take)
  end
end
```

Código 7.35: Utilizando Ractors em paralelo

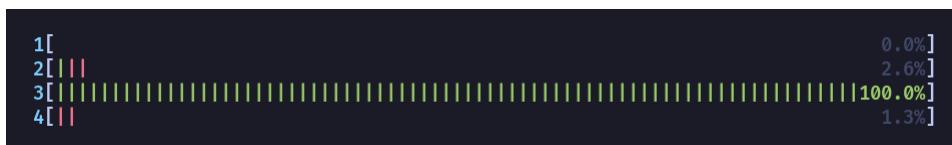
Rodando o programa, vamos ter algo como:

```
Executando 4 vezes, calculando o 35º. número de Fibonacci ...
          user      system      total      real
em sequência
Sequência 0: 9227465
Sequência 1: 9227465
Sequência 2: 9227465
Sequência 3: 9227465
4.602721    0.008117    4.610838 ( 4.625893)
```

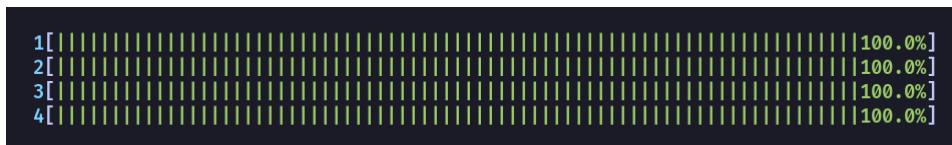
```
em paralelo
Sequência 0: 9227465
Sequência 3: 9227465
Sequência 1: 9227465
Sequência 2: 9227465
 6.033537    0.035922    6.069459 ( 1.861370)
```

Fica bem mais rápido, e rodem mais algumas vezes e reparem nas sequências que são executadas em paralelo. Em sequência, sempre temos 0, 1, 2 e 3, mas em paralelo, depende de qual processador termina primeiro.

Aqui tem uma captura de tela da minha CPU rodando em sequência, vejam que um processador for o "sorteador" para trabalhar pesado:



E agora, a CPU rodando em paralelo, todos os processadores são acionados de uma vez!



Vale lembrar que os Ractors ainda são recursos experimentais, então usem com sabedoria, e eu recomendo ativar o próximo recurso que vamos ver logo a seguir, quando estiver utilizando os Ractors.

Capítulo 8

JIT

A sigla `JIT` significa *Just In Time*, um recurso popularmente utilizado em algumas linguagens de programação, e agora também de forma mais sólida em Ruby, pois a partir da versão 3.2.0 saiu oficialmente do status de "experimental", com a utilização do `YJIT`, "Yet Another Ruby JIT", desenvolvido inicialmente pelo pessoal da [Shopify](#), tendo em vista principalmente servidores rodando o *framework* [Ruby on Rails](#), mas logicamente, servindo para todo código em Ruby.

¹

Utilizando `JIT` permite que o código seja compilado em tempo de execução (por isso o nome) e antes da sua execução, fazendo com que tenhamos um aumento de velocidade.

8.1 MJIT

Já tínhamos o recurso desde a versão 2.6.0, com o uso do `MJIT`, que é o "Method Based Just-in-Time Compile". É uma ótima implementação, mas ele foi substituído por outro na versão 3.3.0, que é o `RJIT`.

8.2 RJIT

O `RJIT` é uma implementação feita puramente com Ruby e está disponível a partir da versão 3.3.0, mas [ainda não é recomendado para produção](#)², sendo que o `YJIT` se mostra mais robusto, maduro e com mais potencial de crescimento, então é onde vamos nos concentrar aqui nesse capítulo.

¹<https://shopify.engineering/yjit-just-in-time-compiler-cruby>

²https://docs.ruby-lang.org/en/3.3/rjit/rjit_md.html

8.3 Habilitando o YJIT

Para instalar, (ou reinstalar, onde nesse caso é só trocar `install` por `reinstall`), a versão de Ruby com suporte para o YJIT com a RVM, tem um ponto bem importante: vamos precisar instalado uma versão igual ou superior à 1.58.0 do compilador da linguagem Rust, o `rustc`.

Podemos verificar se existe, e qual versão se encontra instalada, com o seguinte comando:

```
$ rustc --version  
rustc 1.65.0 (897e37553 2022-11-02)
```

Se atender os requisitos, podemos partir para a instalação/reinstalação de Ruby utilizando a seguinte linha de comando:

```
$ rvm reinstall 3.4.1 -C "--enable-yjit"
```

Isso irá habilitar o YJIT quando a linguagem estiver sendo compilada, após o download. Para verificar se deu certo, podemos utilizar a opção `-yjit`:

```
$ ruby --yjit -v | grep -io +YJIT  
+YJIT
```

Se foi retornado `+YJIT` ali, estamos prontos!

Para rodar algum código com o YJIT habilitado, é só enviar a opção `-yjit` na linha de comando.

Vamos testar rodando o código que utilizamos para o cálculo do número de Fibonacci visto lá no Capítulo 6:

```
require 'benchmark'  
  
def fib(numero)  
  return numero if numero < 2  
  fib(numero - 1) + fib(numero - 2)  
end  
  
puts Benchmark.measure { puts fib(ARGV[0].to_i) }
```

Código 8.1: Testando JIT

E pedir para calcular o 40 número, sem e com a opção habilitada, onde vamos ter resultados parecidos com esses:

```
$ ruby memo1.rb 40
102334155
 5.146669    0.000227    5.146896 ( 5.152830)

$ ruby --rjit memo1.rb 40
102334155
 1.149668    0.000068    1.149736 ( 1.150314

$ ruby --yjit memo1.rb 40
102334155
 0.733321    0.000944    0.734265 ( 0.735308)
```

UAU! Vimos que com o `RJIT` saímos de 5 segundos para um pouco mais de 1, e com o `YJIT` caímos para menos de 1!

Esses testes foram executados em um computador equipamento com um chip 13th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1365 com 12 cores e 32 Gb de RAM e com certeza podem variar, para mais ou para menos, do computador que você vai executar o mesmo código.

Como forma de deixar o `YJIT` sempre habilitado, podemos utilizar a variável de ambiente `RUBY_YJIT_ENABLE` com o valor `1`, exportando para o ambiente:

```
$ export RUBY_YJIT_ENABLE=1
$ ruby memo1.rb 40
102334155
 2.028898    0.000223    2.029121 ( 2.033345)
```

Reparam que o código acima e qualquer um que rode no mesmo ambiente onde tenha a variável definida vai executar por padrão com o `YJIT` habilitado.

Capítulo 9

Entrada e saída

Ler, escrever e processar arquivos e fluxos de rede são requisitos fundamentais para uma boa linguagem de programação moderna. Em algumas, apesar de contarem com vários recursos para isso, às vezes são muito complicados ou burocráticos, o que com tantas opções e complexidade várias vezes pode confundir o programador. Em Ruby, como tudo o que vimos até aqui, vamos ter vários meios de lidar com isso de forma descomplicada e simples.

9.1 Arquivos

Antes de começarmos a lidar com arquivos, vamos criar um arquivo novo para fazermos testes, com o nome criativo de `teste.txt`. Abra o seu editor de texto (pelo amor, eu disse **editor** e não **processador** de textos, a cada vez que você confunde isso e abre o Word alguém solta um pum no elevador) e insira o seguinte conteúdo:

```
Arquivo de teste
Curso de Ruby
Estamos na terceira linha.
E aqui é a quarta e última.
```

Podemos ler o arquivo facilmente, utilizando a classe `File` e o método `read`:

```
p File.read("teste.txt")
```

Código 9.1: Lendo um arquivo

Rodando o programa:

```
$ ruby io1.rb
"Arquivo de teste\nCurso de Ruby\nEstamos na terceira linha.\nE aqui é
a quarta e última.\n"
```

Isso gera uma `String` com todo o conteúdo do arquivo, porém sem a quebra de linhas presente no arquivo.

Para lermos todas as suas linhas como um `Array` (que teria o mesmo efeito de quebrar a `String` resultante da operação acima em `\n`):

```
p File.readlines("teste.txt")
```

Código 9.2: Lendo um arquivo texto com quebras de linhas

Rodando o programa:

```
$ ruby io2.rb
["Arquivo de teste\n", "Curso de Ruby\n", "Estamos na terceira linha.\n",
"E aqui é a quarta e última.\n"]
```

Cuidado ao ler arquivos muito grandes dessa forma! Será gerado um `Array` com o número de elementos igual ao número de linhas do arquivo e com o quantidade de caracteres de cada linha!

"FileReader ... FileInputStream ... BufferedReader ... como que era mesmo?" Vai falar, você aí que programa em Java (eu programo, e gosto), apesar de não serem fluxos especializados, não é bem mais prático por aqui?

Podemos abrir o arquivo especificando o seu modo e armazenando o seu `handle`. O modo para leitura é `r` e para escrita é `w`.

Podemos usar o iterador do `handle` para ler linha a linha:

```
f = File.open("teste.txt")  
  
f.each do |linha|  
  puts linha  
end  
  
f.close
```

Código 9.3: Lendo um arquivo texto linha a linha

Melhor do que isso é passar um bloco para `File` onde o arquivo vai ser aberto e automaticamente - ou automagicamente - fechado no final do bloco:

```
File.open("teste.txt") do |arquivo|  
  arquivo.each do |linha|  
    puts linha  
  end  
end
```

Código 9.4: Fechando um arquivo automagicamente

Rodando o programa, é o mesmo resultado acima, com a diferença que isso "automagicamente" vai fechar o *handle* do arquivo, no final do bloco.

Confessa aí, você já deixou um handle de arquivo, conexão com o banco, conexão de rede aberta alguma vez, né não? Esse é um pecado infelizmente comum com os desenvolvedores, deixar aberto recursos após eles não serem mais necessários. Isso dá um belo esforço para o *garbage collector* e deixa o código do *runtime* mais poluído desnecessariamente. Não deixem de limpar a sua área de trabalho, ou seja, o seu código!

Lendo dados no mesmo arquivo

Ruby tem um objeto de `IO` chamado `DATA`, que retorna as linhas definidas após `__END__` e o fim do arquivo. Dessa forma, podemos carregar alguns dados junto com nosso código-fonte.

Vamos fazer um pequeno teste com o recurso da dica acima:

```
DATA.each do |linha|
    puts "linha: #{linha}"
end
```

```
__END__
Esse é um teste
de dados
embutidos no arquivo
de código-fonte
```

Código 9.5: Lendo um arquivo texto com dados embutidos

Rodando o programa:

```
$ ruby code/io/data.rb
linha: Esse é um teste
linha: de dados
linha: embutidos no arquivo
linha: de código-fonte
```

Vamos aproveitar que estamos lendo arquivos e ver uma implementação do operador `flip-flop`, mencionado anteriormente. Ele memoriza um estado de `true` quando a primeira expressão é avaliada como `true`, e fica nesse estado até a segunda expressão é avaliada também como `true`, quando fica sendo avaliado como `false` até a primeira expressão voltar novamente a ser avaliada como `true`.

Vamos levar em conta que vamos ler cada linha do arquivo, que será armazenada em uma variável chamada `line`. A primeira expressão vai ser

```
line.match?(/^_start_/)
```

ou seja, vai avaliar se a linha corrente combina com a expressão regular indicada, que tem `_start _`, e a segunda expressão será

```
line.match?(/^_end_/)
```

que é basicamente igual à anterior, com a diferença de que agora temos `_end _`. Para indicarmos que queremos o `flip-flop`, vamos fazer algo parecido com uma Range:

```
if line.match?(/^_\start_/) .. line.match?(/^_\end_/)
```

ou seja, quando for encontrada a primeira linha que "case" com start e até que seja encontrada uma que "case" com end, o corpo do if será executado. Do contrário, será o do else.

O conteúdo do arquivo é:

```
_start_
Esse é um parágrafo de texto
que vai ser indentado.
_end_
esse não vai ter indentação.
esse também não.
_start_
E aqui tem outro!
_end_
_start_
E mais um aqui
com mais linhas
só de teste.
_end_
```

E o código é:

```
File.open('flip_flop_test.txt').each do |line|
  if line.match?(/^_\start_/) .. line.match?(/^_\end_/)
    puts "\t#{line}".gsub(/_\w+_, ' ')
  else
    puts line
  end
end
```

Código 9.6: Lendo um arquivo texto usando flip-flop

Rodando o programa vamos ter o comportamento esperado:

```
$ ruby flip_flop.rb
```

```
Esse é um parágrafo de texto
que vai ser indentado.
```

esse não vai ter indentação.
esse também não.

E aqui tem outro!

E mais um aqui
com mais linhas
só de teste.

Vamos voltar para o nosso arquivo `teste.txt`. Para ler o arquivo *byte a byte*, podemos fazer:

```
File.open("teste.txt") do |arquivo|
  arquivo.each_byte do |byte|
    print "[#{byte}]"
  end
end
```

Código 9.7: Lendo um arquivo byte a byte

Rodando o programa:

```
$ ruby bytes.rb
[65][114][113][117][105][118][111][32][100][101][32][116][101][115][116]
[101][10][67][117][114][115][111][32][100][101][32][82][117][98][121]
[10][69][115][116][97][109][111][115][32][110][97][32][116][101][114]
[99][101][105][114][97][32][108][105][110][104][97][46][10][69][32][97]
[113][117][105][32][195][169][32][97][32][113][117][97][114][116][97]
[32][101][32][195][186][108][116][105][109][97][46][10]
```

Para ler o arquivo *caracter a caracter*, podemos fazer:

```
File.open("teste.txt") do |arquivo|
  arquivo.each_char do |char|
    print "[#{char}]"
  end
end
```

Código 9.8: Lendo um arquivo caracter a caracter

Rodando o programa:

```
[A] [r] [q] [u] [i] [v] [o] [ ] [d] [e] [ ] [t] [e] [s] [t] [e] [
] [C] [u] [r] [s] [o] [ ] [d] [e] [ ] [R] [u] [b] [y] [
] [E] [s] [t] [a] [m] [o] [s] [ ] [n] [a] [ ] [t] [e] [r] [c] [e] [i] [r] [a] [ ] [l] [i] [n] [h] [a]
] [E] [ ] [a] [q] [u] [i] [ ] [é] [ ] [a] [ ] [q] [u] [a] [r] [t] [a] [ ] [e] [ ] [ú] [l] [t] [i] [m]
]
```

Para gravar conteúdo em um arquivo, podemos utilizar `open` com um segundo argumento, indicando "w" para escrita normal ou "wb" para gravar bytes:

```
File.open("escrita.txt", "w") do |file|
  file << "isso\n"
  file << "é\n"
  file << "um\n"
  file << "teste\n"
end
```

Ou usar direto o método `write`:

```
File.write("escrita.txt", "isso\né\num\nteste\n")
```

Vejam que moleza é fazer uma cópia de um arquivo:

```
File.write("novo_teste.txt", File.read("teste.txt"))
```

9.2 FileUtils

O exemplo anterior foi legalzinho, mas ainda estamos lendo todo o arquivo e escrevendo novamente. Podemos fazer isso de modo mais otimizado utilizando a classe `FileUtils` do Ruby, da seguinte forma:

```
require 'fileutils'  
FileUtils.cp 'teste.txt', 'novo_teste.txt'
```

Podemos mover o arquivo:

```
require 'fileutils'  
FileUtils.mv 'teste.txt', 'novo_teste.txt'
```

Temos no `FileUtils` vários outros métodos baseados nos comandos dos sistemas de arquivos Unix, como por exemplo:

`cd`, `chdir`, `chmod`, `chown`, `cp`, `ln`, `mkdir`, `mv`, `pwd`, `rm`, `rmdir`, `touch`

e vários outros. Para ver todos, [podemos consultar a documentação online](#) desse módulo.
¹

9.3 Arquivos Zip

Podemos ler e escrever em arquivos compactados `Zip`, para isso vamos precisar instalar a `gem rubyzip`:

```
$ gem install rubyzip
```

Vamos criar três arquivos, `1.txt`, `2.txt` e `3.txt` com conteúdo livre dentro de cada um, que vão ser armazenados internamente no arquivo `.zip` em um subdiretório chamado `txts`, compactando e logo descompactando:

¹<https://ruby-doc.org/stdlib-3.0.0/libdoc/fileutils/rdoc/FileUtils.html>

```

require "zip"
require "fileutils"

myzip = "teste.zip"
File.delete(myzip) if File.exists?(myzip)

Zip::File.open(myzip,true) do |zipfile|
  Dir.glob("[0-9]*.txt") do |file|
    puts "Zipando #{file}"
    zipfile.add("txts/#{file}", file)
  end
end

Zip::File.open(myzip) do |zipfile|
  zipfile.each do |file|
    dir = File.dirname(file.name)
    puts "Descompactando #{file.name} para #{dir}"
    FileUtils.mkpath(dir) if !File.exists?(dir)
    zipfile.extract(file.name,file.name) do |entry, file|
      puts "Arquivo #{file} existe, apagando ..."
      File.delete(file)
    end
  end
end

```

Código 9.9: Criando um arquivo zip

Rodando o programa:

```

$ ruby io7.rb
Zipando 1.txt
Zipando 2.txt
Zipando 3.txt
Descompactando txts/1.txt para txts
Descompactando txts/2.txt para txts
Descompactando txts/3.txt para txts

```

```

$ ls txts
total 20K
drwxr-xr-x 2 taq taq .
drwxr-xr-x 6 taq taq ..
-rw-r--r-- 1 taq taq 1.txt
-rw-r--r-- 1 taq taq 2.txt
-rw-r--r-- 1 taq taq 3.txt

```

Algumas explicações sobre o código:

- Na linha 3 foi requisitado o módulo `FileUtils`, que carrega métodos como o `mkpath`, na linha 19, utilizado para criar o diretório (ou a estrutura de diretórios).
- Na linha 8 abrimos o arquivo, enviando `true` como *flag* indicando para criar o arquivo caso não exista. Para arquivos novos, podemos também utilizar `new`.
- Na linha 9 utilizamos `Dir.glob` para nos retornar uma lista de arquivos através de uma máscara de arquivos.
- Na linha 11 utilizamos o método `add` para inserir o arquivo encontrado dentro de um *path* interno do arquivo compactado, nesse caso dentro de um diretório chamado `txts`.
- Na linha 15 abrimos o arquivo criado anteriormente, para leitura.
- Na linha 16 utilizamos o iterador `each` para percorrer os arquivos contidos dentro do arquivo compactado.
- Na linha 17 extraímos o nome do diretório com `dirname`.
- Na linha 20 extraímos o arquivo, passando um bloco que vai ser executado no caso do arquivo já existir.

9.4 CSV

O uso de arquivos no formato CSV "Comma-Separated Values" https://pt.wikipedia.org/wiki/Comma-separated_values² ainda é bastante utilizado para exportar e importar dados. O suporte em Ruby está disponível e é feito requisitando o módulo `csv`.

9.4.1 Criando

Para criar um arquivo, vamos utilizar `Arrays` para especificar os dados de cada linha, indicando o primeiro como sendo o cabeçalho *header* e o restante os dados. Vamos utilizar 2 colunas, sendo a primeira o nome de uma cor e a seguinte o código da cor em hexadecimal, gravar o resultado em um arquivo chamado `colors.csv` e ler o arquivo na sequência:

²https://pt.wikipedia.org/wiki/Comma-separated_values

```
require 'csv'

header = %w[color hex]
data   = [
  [:red, '#ff0000'],
  [:green, '#00ff00'],
  [:blue, '#0000ff']
]
file = 'colors.csv'

CSV.open(file, 'w') do |csv|
  csv << header
  data.each do |row|
    csv << row
  end
end

puts File.read(file)
```

Código 9.10: Criando um arquivo CSV

Resultado:

```
$ ruby csv_write.rb
color,hex
red,#ff0000
green,#00ff00
blue,#0000ff
```

9.4.2 Lendo

Agora vamos utilizar o mesmo arquivo `colors.csv` gerado acima para aprender como fazer a leitura do arquivo. Primeiro vamos ver como fica *sem* especificar que a primeira linha do arquivo é o cabeçalho, utilizando o método `parse`:

```
require 'csv'

file   = 'colors.csv'
colors = CSV.parse(File.read(file))

p colors
```

Código 9.11: Lendo um arquivo CSV

Resultado:

```
$ ruby csv_read1.rb
[[{"color": "hex"}, ["red", "#ff0000"], ["green", "#00ff00"],
["blue", "#0000ff"]]]
```

Podemos ver que o cabeçalho é enviado junto com o restante dos dados, no formato de um `Array` com a quantidade de linhas, sendo que cada linha tem outro `Array` com a quantidade de colunas.

Ficou bom, mas agora vamos especificar que queremos processar a primeira linha como sendo o cabeçalho:

```
require 'csv'

file = 'colors.csv'

CSV.parse(File.read(file), headers: true).each do |row|
  puts "o código da cor #{row['color']} é #{row['hex']}"
end
```

Código 9.12: Lendo um arquivo CSV

Resultado:

```
$ ruby csv_read2.rb
o código da cor red é #ff0000
o código da cor green é #00ff00
o código da cor blue é #0000ff
```

Nesse caso, em cada `row` retornado ali, será criado um objeto do tipo `CSV::Table` de onde podemos ler cada coluna pelo conteúdo do cabeçalho.

Até aqui tudo bem para ler arquivos que não sejam tão grandes, com o método `parse` fazendo todo o trabalho de interpretar o resultado retornado por `File.read`. Mas o que acontece se tivemos um arquivo muito grande?

Para fazer esse teste, podemos utilizar algum arquivo grande disponibilizado no site [Datablist](#)³, como por exemplo o arquivo `customers-2000000.csv`, que nem é tão grande, tem 333 Mb (já trabalhei com arquivos de cerca de 4 Gb). Vamos fazer um *benchmark* utilizando `parse`, como feito até agora e `foreach`, que vai ler linha a linha do arquivo (que tem 2000001 registros).

³<https://www.datablist.com/learn/csv/download-sample-csv-files>

```

require 'csv'
require 'benchmark'

file = ARGV[0]
puts "Processando arquivo #{file} ..."

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report 'parse' do
    CSV.parse(File.read(file))
  end
  bm.report 'foreach' do
    CSV.foreach(file) do |row|
    end
  end
end

```

Código 9.13: Lendo um arquivo CSV com parse e foreach

Resultado (vale lembrar que no seu computador com certeza podem variar):

```

$ ruby csv_read3.rb /tmp/customers-2000000.csv
Processando arquivo /tmp/customers-2000000.csv ...
      user      system      total      real
parse   29.104164   0.882691   29.986855 ( 30.143588)
foreach 51.788253   0.455366   52.243619 ( 52.401403)

```

Podemos ver que `parse` roda bem mais rápido, mas se aumentarmos o tamanho do arquivo para mais de 1 Gb? Aqui no meu laptop reserva de uso pessoal (por enquanto o parrudão eu deixo na empresa), mais modesto com apenas 8 Gb, o processo foi morto! Estourou o limite. No computador da empresa, com 16 Gb e um processador melhor, consegui terminar de processar, não antes de eu fechar o resto dos aplicativos que estavam abertos:

```

$ ruby csv_read3.rb /tmp/customers-large.csv
Processando arquivo /tmp/customers-large.csv ...
      user      system      total      real
parse   89.963725   2.870869   92.834594 ( 92.842140)
foreach 186.339993   0.499804  186.839797 (186.853102)

```

Testando com o dobro do tamanho do arquivo, 666 Mb (vixi!), também teve o mesmo resultado (o arquivo tem 4 milhões de linhas!). Testando com 3 milhões de linhas:

```

$ ruby csv_read3.rb /tmp/customers-large.csv
Processando arquivo /tmp/customers-large.csv ...

```

```

      user      system      total      real
parse  43.857464  1.253245  45.110709 ( 45.159896)
foreach 83.236349  0.796232  84.032581 ( 85.698660)

```

Agora funcionou e `parse` continua a ser bem mais rápido, mas via de regra para arquivos muito grandes é mais garantido, mesmo que demore mais, utilizar `foreach` ao invés de `parse`, que pode matar o processo.

Uma última dica é que algumas vezes precisamos converter os tipos de dados das colunas, por exemplo, nesse arquivo com apenas uma linha, agora utilizando direto o método `read`, que é mais simples, lendo direto do arquivo:

```
1,1.2,1.23,2024-12-27,2024-12-27 12:17,symbol
```

Código 9.14: Arquivo CSV com tipos de dados diferentes

Se lermos ele diretamente com `read`, vamos ter algo como:

```

> CSV.read('csv_types.csv')
=> [[1, "1.2", "1.23", "2024-12-27", "2024-12-27 12:17", "symbol"]]

```

Podemos ver que todas as colunas foram convertidas em `String`. Mas podemos especificar os tipos de dados que esperamos em cada coluna (assumindo `String` quando não for especificado):

```

> CSV.parse(File.read('csv_types.csv'), converters: [:integer, :float, :numeric, :date,
  :date_time])
=>
[[1,
  1.2,
  1.23,
  #<Date: 2024-12-27 ((2460672j,0s,0n),+0s,2299161j)>,
  #<DateTime: 2024-12-27T12:17:00+00:00 ((2460672j,44220s,0n),+0s,2299161j)>,
  "symbol"]]

```

Foram especificados `:integer` (íntero), `:float` (flutuante), `:numeric` (tanto íntero quanto flutuante), `:date` (data) e `:date_time` (data e hora), convertendo cada coluna no tipo de dado especificado.

Olhando no final da linha do arquivo, existe uma `String` com o conteúdo "symbol". E se desejarmos converter esse conteúdo em um `Symbol`? Para isso, podemos criar conversores custo-

mizados, como:

```
> CSV::Converters[:symbol] = ->(value) { value.to_sym rescue value }
> CSV.parse(File.read('csv_types.csv'), converters: [:integer, :float, :numeric, :date,
   :date_time, :symbol])
=>
[[1,
  1.2,
  1.23,
  #<Date: 2024-12-27 ((2460672j, 0s, 0n), +0s, 2299161j)>,
  #<DateTime: 2024-12-27T12:17:00+00:00 ((2460672j, 44220s, 0n), +0s, 2299161j)>,
  :symbol]]
```

Aí foram utilizados basicamente tipos de dados disponibilizados pela linguagem, mas podem ser criados conversores mais complexos.

9.5 XML

Vamos acessar arquivos XML através do REXML, um processador XML que já vem com Ruby. Para mais informações sobre esse processador XML, consulte o [tutorial oficial](#)⁴.

Antes de mais nada, vamos criar um arquivo XML para os nossos testes, chamado `aluno.xml`, usando o REXML para isso:

⁴<http://www.germane-software.com/software/rexml/docs/tutorial.html>

```
require "rexml/document"

doc = REXML::Document.new
decl = REXML::XMLDecl.new("1.0", "UTF-8")
doc.add decl

root = REXML::Element.new("alunos")
doc.add_element root

alunos = [
  [1, "João"],
  [2, "José"],
  [3, "Antonio"],
  [4, "Maria"]
]

alunos.each do |info|
  aluno = REXML::Element.new("aluno")
  id    = REXML::Element.new("id")
  nome  = REXML::Element.new("nome")

  id.text  = info[0]
  nome.text = info[1]

  aluno.add_element id
  aluno.add_element nome
  root.add_element aluno
end

doc.write(File.open("alunos.xml", "w"))
```

Código 9.15: Criando um arquivo XML

Rodando o programa:

```
$ ruby rexml.rb
```

O resultado será algo como:

```
$ cat alunos.xml
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<alunos>
  <aluno>
    <id>1</id>
    <nome>João</nome>
  </aluno>
  <aluno>
    <id>2</id>
```

```
<nome>José</nome>
</aluno>
<aluno>
  <id>3</id>
  <nome>Antonio</nome>
</aluno>
<aluno>
  <id>4</id>
  <nome>Maria</nome>
</aluno>
</alunos>
```

Agora vamos ler esse arquivo. Vamos supor que eu quero listar os dados de todos os alunos:

```
require "rexml/document"

doc = REXML::Document.new(File.open("alunos.xml"))

doc.elements.each("alunos/aluno") do |aluno|
  puts "#{aluno.elements['id'].text} - #{aluno.elements['nome'].text}"
end
```

Código 9.16: Lendo um arquivo XML

Rodando o programa:

```
$ ruby xml2.rb
1 - João
2 - José
3 - Antonio
4 - Maria
```

Poderíamos ter convertido também os elementos em um `Array` e usado o iterador para percorrer o arquivo, o que dará resultado similar:

```
require "rexml/document"

doc = REXML::Document.new(File.open("alunos.xml"))

doc.elements.to_a("//aluno").each do |aluno|
  puts "#{aluno.elements['id'].text} - #{aluno.elements['nome'].text}"
end
```

Código 9.17: Lendo um arquivo XML usando arrays

Se quiséssemos somente o segundo aluno, poderíamos usar:

```
require "rexml/document"

doc = REXML::Document.new(File.open("alunos.xml"))
root = doc.root
aluno = root.elements["aluno[2]"]

puts "#{aluno.elements['id'].text} - #{aluno.elements['nome'].text}"
```

Código 9.18: Selecionando um elemento XML pela posição

Rodando o programa:

```
$ ruby xml4.rb
2 - José
```

Uma abordagem mais moderna para criar XML em Ruby é a *gem builder*:

```
$ gem install builder
```

```
require "builder"

alunos = {
  1 => "João",
  2 => "José",
  3 => "Antônio",
  4 => "Maria"
}

xml = Builder::XmlMarkup.new(indent: 2)
xml.instruct!

xml.alunos do
  alunos.each do |key, value|
    xml.aluno do
      xml.id key
      xml.nome value
    end
  end
end

# para gravar o arquivo
File.open("alunos.xml", "w") do |file|
  file << xml.target!
end
```

Código 9.19: Criando um arquivo XML com a gem builder

Rodando o programa e verificando o arquivo:

```
$ ruby xml5.rb
$ cat alunos.xml
<alunos>
  <aluno>
    <id>1</id>
    <nome>João</nome>
  </aluno>
...
...
```

E para a leitura de arquivos XML, podemos utilizar a *gem* nokogiri:

```
$ gem install nokogiri
```

Talvez para fazer a instalação da `Nokogiri`, vai ser preciso instalar algumas *libs* no sistema operacional. No Ubuntu, são:

```
$ sudo apt-get install libxml2-dev libxslt-dev
```

Várias *gems* fazem compilação de código local para utilizar recursos do sistema operacional. É por isso que em sistemas Windows não temos alguns desses recursos.

```
require "nokogiri"

doc = Nokogiri::XML(File.open("alunos.xml"))

doc.search("aluno").each do |node|
  puts node.search("id").text + " - " + node.search("nome").text
end
```

Código 9.20: Lendo um arquivo XML com Nokogiri

Rodando o programa:

```
$ ruby xml6.rb
1 - João
2 - José
3 - Antonio
4 - Maria
```

9.6 XSLT

Aproveitando que estamos falando de XML, vamos ver como utilizar o XSLT. XSLT é uma linguagem para transformar documentos XML em outros documentos, sejam eles outros XML, HTML, o tipo que você quiser e puder imaginar.

XSLT é desenhado para uso com XSL, que são folhas de estilo para documentos XML. Alguns o acham muito “verboso” (sim, existe essa palavra), mas para o que ele é proposto, é bem útil. Você pode conhecer mais sobre XSLT na URL oficial do W3C⁵.

O uso de XSLT em Ruby pode ser feito com o uso da *gem* `ruby-xslt`:

⁵<http://www.w3.org/TR/xslt>

Aqui vamos precisar de uma *lib* do sistema operacional instalada para compilar a *gem*. No Ubuntu, ela é a `libxslt-dev`:

```
$ sudo apt install libxslt-dev
```

```
$ gem install ruby-xslt
```

Após isso vamos usar o nosso arquivo `alunos.xml` criado anteriormente para mostrar um exemplo de transformação. Para isso vamos precisar de uma folha de estilo XSL, `alunos.xsl`:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform" version="1.0">
  <xsl:output method="html" encoding="utf-8" indent="no"/>
  <xsl:template match="/alunos">
    <html>
      <head>
        <title>Teste de XSLT</title>
      </head>
      <body>
        <table>
          <caption>Alunos</caption>
          <thead>
            <th>
              <td>Id</td>
              <td>Nome</td>
            </th>
          </thead>
          <tbody>
            <xsl:apply-templates/>
          </tbody>
        </table>
      </body>
    </html>
  </xsl:template>

  <xsl:template match="aluno">
    <tr>
      <td><xsl:value-of select="id"/></td>
      <td><xsl:value-of select="nome"/></td>
    </tr>
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

Código 9.21: Arquivo XSLT

Agora o código Ruby:

```
require "xml/xslt"

xslt = XML::XSLT.new
xslt.xsl = "alunos.xsl"
xslt.xml = "alunos.xml"
xslt.save("alunos.html")
puts xslt.serve
```

Código 9.22: Processando XSLT

Rodando o programa vamos ter o resultado gravado no arquivo `alunos.html` e apresentado na tela. Abrindo o arquivo com o navegador texto `lynx` (navegador bem legal, se não quisermos conhecer ou tivermos instalado, podemos abrir o arquivo `alunos.html` com qualquer outro navegador, ignorando ali após o *pipe*) vamos ver:

```
$ ruby xsld.rb | lynx --stdin
CAPTION: Alunos
Id Nome
1 João
2 José
3 Antonio
4 Maria
```

9.7 JSON

Aproveitando que estamos falando de XML, nada melhor do que comparar com a alternativa mais do que otimizada utilizada largamente hoje em dia na web para transmissão de dados sem utilizar os "monstrinhos" de XML: JSON⁶. Não é aquele cara do "Sexta-Feira 13" não hein! É o *JavaScript Object Notation*, que nos permite converter, por exemplo, uma Hash em uma String que pode ser enviada nesse formato:

```
require "json"

{ joao: 1, jose: 2, antonio: 3, maria: 4 }.to_json
=> {"joao":1,"jose":2,"antonio":3,"maria":4}"
```

e a conversão de volta:

⁶<http://www.json.org/>

```
JSON.parse({ joao: 1, jose: 2, antonio: 3, maria: 4 }.to_json)
=> {"joao"=>1, "jose"=>2, "antonio"=>3, "maria"=>4}
```

Temos um truque legal para utilizarmos uma `String` em formato JSON, convertendo ela para algo parecido com um "objeto", utilizando nossa conhecida `OpenStruct`:

```
require 'json'

json = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }.to_json
=> "{\"nome\":\"Eustáquio\", \"sobrenome\":\"Rangel\"}"
obj = OpenStruct.new(JSON.parse(json))
=> #<OpenStruct nome="Eustáquio", sobrenome="Rangel">
obj.nome
=> "Eustáquio"
obj.sobrenome
=> "Rangel"
```

9.8 YAML

Podemos definir o YAML (YAML Ain't Markup Language - pronuncia-se mais ou menos como "ieimel", fazendo rima com a pronúncia de "camel", em inglês) como uma linguagem de definição ou *markup* menos verbosa que o XML.

Vamos dar uma olhada em como ler arquivos YAML convertendo-os em tipos do Ruby. Primeiro vamos criar um arquivo chamado `teste.yml` (a extensão dos arquivos YAML é `yml`) que vamos alterar de acordo com nossos exemplos, armazenando um `Array` no nosso arquivo.

Insira o seguinte conteúdo, lembrando que – indica o começo de um arquivo YAML:

```
---
- josé
- João
- antonio
- maria
```

Código 9.23: Arquivo YAML

E agora vamos ler esse arquivo, tendo o resultado convertido em um `Array`:

```
require "yaml"

result = YAML::load(File.open(ARGV[0]))
p result
```

Código 9.24: Lendo um arquivo YAML

Rodando o programa:

```
$ ruby leryaml.rb teste.yml
["josé", "joão", "antonio", "maria"]
```

Podemos ter Arrays dentro de Arrays:

```
---
- - joão
  - josé
- - maria
  - antonio
```

Código 9.25: Arquivo YAML com arrays

Rodando o programa:

```
$ ruby leryaml.rb teste2.yml
[[ "joão", "josé"], ["maria", "antonio"]]
```

Agora vamos ver como fazer uma Hash:

```
---
jósé: 1
joão: 2
antonio: 3
maria: 4
```

Código 9.26: Arquivo YAML com hashes

Rodando o programa:

```
$ ruby leryaml.rb teste3.yml
{"jósé"=>1, "joão"=>2, "antonio"=>3, "maria"=>4}
```

Hashes dentro de Hashes:

```
---
pessoas:
  joão: 1
  jósé: 2
  maria: 3
  antonio: 4
```

Código 9.27: Arquivo YAML com hashes dentro de hashes

Rodando o programa:

```
$ ruby leryaml.rb teste4.yml
{"pessoas"=>{"joão"=>1, "jósé"=>2, "maria"=>3, "antonio"=>4}}
```

O que nos dá, com um arquivo de configuração do banco de dados do Rails:

```
---
development:
  adapter: mysql
  database: teste_development
  username: root
  password: test
  host: localhost

test:
  adapter: mysql
  database: teste_test
  username: root
  password: test
  host: localhost

production:
  adapter: mysql
  database: teste_production
  username: root
  password: test
  host: localhost
```

Código 9.28: Arquivo YAML com configurações do Rails

Rodando o programa:

```
$ ruby leryaml.rb teste5.yml
{ "development"=>{ "adapter"=>"mysql", "database"=>"teste_development",
"username"=>"root", "password"=>"test", "host"=>"localhost" },
"test"=>{ "adapter"=>"mysql", "database"=>"teste_test", "username"=>"root",
"password"=>"test", "host"=>"localhost" }, "production"=>{ "adapter"=>"mysql",
"database"=>"teste_production", "username"=>"root", "password"=>"test",
"host"=>"localhost" } }
```

E também podemos armazenar expressões regulares no arquivo YAML utilizando !ruby/regexp:

```
---
two_words: !ruby/regexp /\A\w+\s\w+\z/i
```

Código 9.29: Arquivo YAML com expressões regulares

```
require 'yaml'

yaml = YAML.load(File.open('code/io/teste6.yml'), permitted_classes: [Regexp])

"Eustáquio Rangel".match?(yaml['two_words'])
=> true

"Eustáquio".match?(yaml['two_words'])
=> false
```

Vejam que precisamos liberar a classe `Regexp` para ser carregada através do método `load`. O `YAML` utiliza procedimentos de segurança para evitar algum tipo de ataque via o carregamento dos objetos armazenados, sendo que libera automaticamente para carregamento somente essas classes:

- `TrueClass`
- `FalseClass`
- `NilClass`
- `Numeric`
- `String`
- `Array`
- `Hash`

Se quisermos carregar outro tipo de objeto, temos que explicitamente especificar o seu tipo no `Array` aceito pelo método `permitted_classes`.

9.9 TCP

O TCP é um dos protocolos que nos permitem utilizar a Internet e que define grande parte do seu funcionamento. Falar em utilizar comunicação de rede sem utilizar TCP hoje em dia é quase uma impossibilidade para grande parte das aplicações que utilizamos e que pretendemos construir. Outra vantagem é a quantidade e qualidade de documentação que podemos encontrar sobre o assunto, o que, alguns anos antes, quando alguns protocolos como o IPX/SPX e o X25 dominam respectivamente na parte de redes de computadores e transmissão telefônica, era uma tarefa bem complicada, principalmente pelo fato de não haver nem Internet para consultarmos algo. Lembro que demorei tanto para arrumar um livro decente sobre IPX/SPX que 1 ano depois, nem precisava mais dele (e não sei para onde diabos que ele foi).

Para começar a aprender sobre como utilizar TCP em Ruby, vamos verificar um servidor SMTP, usando sockets TCP, abrindo a URL indicada na porta 25:

```
require "socket"

TCPSocket.open("smtp.mailtrap.io", 465) do |smtp|
  puts smtp.gets
  smtp.puts "EHLO bluefish.com.br"
  puts smtp.gets
end
```

Código 9.30: Lendo um socket TCP

Rodando o programa:

```
$ ruby sock.rb
220 mailtrap.io ESMTP ready
250-mailtrap.io
```

Servidor de email para testes

O serviço mailtrap.io é uma opção bem interessante para brincar um pouco e testar os emails enviados para a sua aplicação.

Agora vamos criar um servidor com TCP novinho em folha, na porta 8081, do localhost (quem não souber o que é localhost arrume uma ferramenta de ataque com algum script kiddie e aponte para esse tal de localhost - dependendo do seu sistema operacional e configurações de segurança dele, vai aprender rapidinho)⁷:

```
require "socket"

TCPServer.open("localhost", 8081) do |server|
  puts "servidor iniciado"

  loop do
    puts "aguardando conexão ..."
    con = server.accept
    puts "conexão recebida!"
    con.puts "Sua conexão foi recebida!"
    con.close
  end
end
```

Código 9.31: Criando um servidor TCP

Rodando o programa:

```
$ ruby tcpserver.rb
servidor iniciado
aguardando conexão ...
conexão recebida!

$ telnet localhost 8081
Trying ::1...
Connected to localhost.localdomain.
Escape character is '^]'.
```

⁷<https://gist.github.com/taq/5793430>

```
Sua conexão foi recebida!
Connection closed by foreign host.
```

Vimos que a conexão foi recebida e logo em seguida foi fechada. Mas vamos fazer outro servidor agora, que vai permitir escrever tudo o que formos digitando no telnet até que seja recebido a palavra sair (tanto faz em maiúsculas ou minúsculas). O código é o seguinte:

```
require "socket"

TCPServer.open("localhost", 8081) do |server|
  puts "servidor iniciado"

  loop do
    puts "aguardando conexão ..."
    con = server.accept
    puts "conexão recebida!"
    con.puts "Sua conexão foi recebida!"

    while true
      str = con.gets
      break if str.match?(/sair/)

      puts "você digitou: #{str}"
    end

    con.close
  end
end
```

Código 9.32: Criando um servidor TCP com eco

Rodando o servidor, já mostrando o resultado do que foi digitado, que é mostrado logo abaixo:

```
$ ruby tcpserver3.rb
servidor iniciado
aguardando conexão ...
conexão recebida!
você digitou: oi
você digitou: teste!
você digitou: que legal!!!
aguardando conexão ...
```

```
telnet localhost 8081
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^].
Sua conexão foi recebida!
```

```

oi
teste!
que legal!!!
sair
Connection closed by foreign host.

```

Podemos trafegar, além de Strings, outros tipos pela conexão TCP, fazendo uso dos métodos `pack`, para "empacotar" e `unpack`, para "desempacotar" os dados que queremos transmitir. Primeiro, com o arquivo do servidor, `tcpserver2.rb`:

```

require "socket"

TCPServer.open("localhost", 8081) do |server|
  puts "servidor iniciado"

  loop do
    puts "aguardando conexão ..."
    con = server.accept
    rst = con.recv(1024).unpack("LA10A*")
    int = rst[0]
    str = rst[1]

    hash = Marshal.load(rst[2])
    puts "#{int.class}\t: #{int}"
    puts "#{str.class}\t: #{str}"
    puts "#{hash.class}\t: #{hash}"
    con.close
  end
end

```

Código 9.33: Servidor TCP com objetos

E agora com o arquivo do cliente, `tcpclient.rb`:

```

require "socket"

hash = { um: 1, dois: 2, tres: 3 }

TCPSocket.open("localhost", 8081) do |server|
  server.write [
    1,
    "teste".ljust(10),
    Marshal.dump(hash)
  ].pack("LA10A*")
end

```

Código 9.34: Cliente TCP

Abrimos um terminal novo, e rodamos o servidor:

```
$ ruby tcpserver2.rb  
servidor iniciado  
aguardando conexão ...
```

E agora em outro terminal, rodamos o cliente:

```
$ ruby tcpclient.rb
```

Resultado no servidor:

```
Integer : 1  
String  : teste  
Hash    : { :um=>1, :dois=>2, :tres=>3}  
aguardando conexão ...
```

Desafio 6

Você consegue descobrir o que significa aquele código que foi utilizado no método `pack`?

9.10 UDP

O protocolo UDP⁸ utiliza pacotes com um datagrama encapsulado que não tem a garantia que vai chegar ao seu destino, ou seja, não é confiável para operações críticas ou que necessitem de alguma garantia de entrega dos dados, mas pode ser uma escolha viável por causa da sua velocidade, a não necessidade de manter um estado da conexão e algumas outras que quem está desenvolvendo algum programa para comunicação de rede vai conhecer e levar em conta.

Vamos escrever dois programas que nos permitem enviar e receber pacotes usando esse protocolo.

Primeiro, o código do servidor:

⁸http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo_UDP

```
require 'socket'

server = UDPSocket.new
porta = 12345
server.bind('localhost', porta)
puts "Servidor conectado na porta #{porta}, aguardando ..."

loop do
  msg, sender = server.recvfrom(256)
  host = sender[3]
  puts "Host #{host} enviou um pacote UDP: #{msg}"
  break if msg.chomp == 'kill'
end

puts "Kill recebido, fechando servidor."
server.close
```

Código 9.35: Servidor UDP

Agora o código do cliente:

```
require 'socket'

client = UDPSocket.open
client.connect('localhost', 12345)

loop do
  puts "Digite sua mensagem (quit termina, kill finaliza servidor):"
  msg = gets
  client.send(msg, 0)
  break if 'kill,quit'.include? msg.chomp
end

client.close
```

Código 9.36: Cliente UDP

Rodando o servidor e o cliente:

```
$ ruby udpserver.rb
Servidor conectado na porta 12345, aguardando ...
Host 127.0.0.1 enviou um pacote UDP: oi
Host 127.0.0.1 enviou um pacote UDP: tudo bem?
Host 127.0.0.1 enviou um pacote UDP: kill
Kill recebido, fechando servidor.
```

```
$ ruby udpclient.rb
```

```
Digite sua mensagem (quit termina, kill finaliza servidor):  
oi
```

```
Digite sua mensagem (quit termina, kill finaliza servidor):  
tudo bem?
```

```
Digite sua mensagem (quit termina, kill finaliza servidor):  
kill
```

Dica

No método `send` o argumento 0 é uma *flag* que pode usar uma combinação de constantes (utilizando um `or` binário das constantes presentes em `Socket::MSG`).

9.11 SMTP

O SMTP é um protocolo para o **envio** de emails, baseado em texto. Há uma classe `SMTP` pronta para o uso em Ruby:

```
require "net/smtp"
require "highline/import"

from = "eustaquiorangel@gmail.com"
pass = ask("digite sua senha:") { |it| it.echo = "*" }
to = "eustaquiorangel@gmail.com"

msg =<<FIM
From: #{from}
Subject: Teste de SMTP no Ruby
Apenas um teste de envio de email no Ruby.
Falou!
FIM

smtp = Net::SMTP.new("smtp.gmail.com", 587)
smtp.enable_starttls

begin
  smtp.start("localhost", from, pass, :plain) do |smtp|
    puts "conexão aberta!"
    smtp.send_message(msg, from, to)
    puts "mensagem enviada!"
  end
rescue => exception
  puts "ERRO: #{exception}"
  puts exception.backtrace
end
```

Código 9.37: Enviando e-mails com SMTP

Rodando o programa:

```
$ ruby smtp.rb
digite sua senha:
*****
conexão aberta!
mensagem enviada!
```

Dica

Na linha 3 requisitamos o módulo `highline`, que nos permite "mascarar" a digitação da senha na linha 6. Deve ser instalado como uma `gem`.

Também precisamos de uma conta de email que permita conexão menos "insegura":

```
$ gem install highline
```

Para abrir uma conexão com o Gmail, como demonstrado, temos que indicar na conta do Gmail que é permitido o acesso por aplicações "inseguras", que não usam a autenticação em dois fatores do Gmail.

9.12 POP3

Para "fechar o pacote" de e-mail, temos a classe `POP3`, que lida com o protocolo `POP3`, que é utilizado para **receber** emails. Troque o servidor, usuário e senha para os adequados no código seguinte:

```
require "net/pop"
require "highline/import"

user = "eustaquiorangel@gmail.com"
pass = ask("digite sua senha:") { |it| it.echo = "*" }

pop = Net::POP3.new("pop.gmail.com", 995)
pop.enable_ssl(OpenSSL::SSL::VERIFY_NONE)

begin
  pop.start(user, pass) do |pop|
    if pop.mails.empty?
      puts "Sem emails!"
      return
    end
    pop.each do |msg|
      puts msg.header
    end
  end
rescue => exception
  puts "ERRO: #{exception}"
end
```

Código 9.38: Lendo e-mails com POP3

Levar em consideração as mesmas configurações do Gmail indicadas anteriormente.

Rodando o programa:

```
$ ruby pop3.rb
digite sua senha:
```

```
*****
Return-Path: <eustaquiorangel@gmail.com>
Received: from localhost ([186.222.196.152])
by mx.google.com with ESMTPS id x15sm1427881vcs.32.2016.07.06.14.14.13
(version=TLSv1/SSLv3 cipher=OTHER);
Wed, 06 Jul 14:14:17 -0700 (PDT)
Message-ID: <4e14d029.8f83dc0a.6a32.5cd7@mx.google.com>
Date: Wed, 06 Jul 14:14:17 -0700 (PDT)
From: eustaquiorangel@gmail.com
Subject: Teste de SMTP no Ruby
```

9.13 FTP

O FTP é um protocolo para a transmissão de arquivos. Vamos requisitar um arquivo em um servidor FTP:

```
require "net/ftp"

host = "ftp.gnu.org"
user = "anonymous"
pass = "eustaquiorangel@gmail.com"
file = "README"

begin
  Net::FTP.open(host) do |ftp|
    puts "Conexão FTP aberta."
    ftp.login(user, pass)

    puts "Requisitando arquivo ..."
    ftp.chdir("pub")
    ftp.get(file)
    puts "Download efetuado."

    puts File.read(file)
  end
rescue => exception
  puts "ERRO: #{exception}"
end
```

Código 9.39: Usando FTP

Rodando o programa:

```
$ ruby ftp.rb
Conexão FTP aberta.
Requisitando arquivo ...
Download efetuado.
```

Welcome to ftp.mozilla.org!

This is a distribution point for software and developer tools related to the Mozilla project. For more information, see our home page:

...

Podemos também enviar arquivos utilizando o método `put(local, remoto)`.

9.14 HTTP

O HTTP é talvez o mais famoso dos protocolos, pois, apesar dos outros serem bastante utilizados, esse é o que dá mais as caras nos navegadores por aí, quando acessamos vários sites. É só dar uma olhada na barra de endereço do navegador que sempre vai ter um `http://` (ou `https://`, como vamos ver daqui a pouco) por lá.

Para investigar como as requisições estão sendo feitas, vamos disparar em um terminal um servidor HTTP, o `WEBrick`, que deve ser instalado como uma `gem`:

```
$ gem install webrick
```

```
require 'webrick'
require 'json'
include WEBrick

server = WEBrick::HTTPServer.new Port: 2_000, DocumentRoot: Dir.pwd
server.mount_proc '/' do |req, res|
  puts "\nURI: #{req.request_uri}"
  puts "Request method: #{req.request_method}"

  req.header.slice('content-type', 'authorization').each do |key, value|
    puts "#{key}: #{value.join}"
  end

  if req.body
    json = JSON.parse(req.body)
    p json
  end
  puts "\n"

  res.body = 'Hello!'
end

trap("INT") { server.shutdown }
server.start
```

Código 9.40: Disparando um servidor web

Rodando o programa:

```
$ ruby webrick.rb
[2024-03-02 18:16:21] INFO  WEBrick 1.8.1
[2024-03-02 18:16:21] INFO  ruby 3.4.1 [x86_64-freebsd14.0]
[2024-03-02 18:16:21] INFO  WEBrick::HTTPServer#start: pid=6195 port=2000
```

Vamos deixar ele quietinho rodando ali porque daqui a pouco vamos precisar dele. Importante notar que ele está rodando no `localhost` e na porta 2000.

Agora vamos utilizar o protocolo para ler o conteúdo de um site e procurar alguns elementos HTML. Em versões anteriores eu testava direto no [meu site](#)⁹ mas eu fiz ele aceitar apenas HTTPS (que vamos ver abaixo), então os exemplos não funcionavam mais.

Para fazer o teste do HTTP sem "o cadeadinho", vamos utilizar o site [HTTP Forever](#)¹⁰, criado justamente para ter uma conexão HTTP para referência.

Vamos procurar elementos H2 no site, talvez o conteúdo vai estar diferente quando você rodar isso, ou o site nem exista mais, se for o caso, [me envie um e-mail alertando sobre isso](#), por favor:

```
require 'net/http'

request = Net::HTTP.new('httpforever.com', 80)
response = request.get('/')
return unless response.message == 'OK'

puts response.body.scan(/<h2>.*</h2>/)
```

Código 9.41: Lendo um site com HTTP

Rodando o programa:

```
<h2>HTTP FOREVER</h2>
<h2>Why does this site exist?</h2>
<h2>How does it work?</h2>
<h2>Can I use it?</h2>
<h2>Who built this?</h2>
```

Abrir um fluxo HTTP é muito fácil, mas dá para ficar mais fácil ainda! Vamos usar o `OpenURI`, que abre HTTP, HTTPS e FTP, o que vai nos dar resultados similares ao acima:

⁹<https://eustaquiorangel.com>

¹⁰<http://httpforever.com>

```
require 'open-uri'

response = URI.open('http://httpforever.com')
puts response.read.scan(/<h2>.*</h2>/)
```

Código 9.42: Lendo um site com HTTP e OpenURI

Podemos melhorar o código usando um *parser* para selecionar os elementos. Lembrando que já utilizamos a Nokogiri para XML, podemos utilizar também para HTTP:

```
require 'open-uri'
require 'nokogiri'

doc = Nokogiri::HTML(URI.open('http://httpforever.com'))
puts doc.search('h2').map { |it| it.text }
```

Código 9.43: Lendo um site com HTTP e Nokogiri

Rodando o programa:

```
HTTP FOREVER
Why does this site exist?
How does it work?
Can I use it?
Who built this?
```

Tranquilo demais, não? Porém, só utilizamos até agora o método GET do HTTP, e temos mais alguns disponíveis, além dos *headers* que podem ser enviados também. Para fazer os testes seguintes, vamos utilizar o nosso servidor web que deixamos rodando ali acima e *não prestar atenção às respostas do servidor*, pois ele não está configurado para responder com apenas uma String.

Vamos só prestar atenção *nas requisições que são feitas ao servidor*, mesmo que tenham algumas mensagens de erro por ali.

Vamos imaginar que queremos enviar parâmetros para a consulta do GET, tipo, indicar que o parâmetro chave tem o valor valor. Isso poderia ser feito facilmente dessa forma:

```
require 'net/http'

request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
request.get('/?chave=valor')
```

Código 9.44: Enviando chave e valor com GET

Rodando o programa e dando uma olhada no terminal onde está o servidor web, vamos encontrar algo como:

```
URI: http://localhost:2000/?chave=valor
Request method: GET

127.0.0.1 - - "GET /?chave=valor HTTP/1.1" 200 6
```

Até aqui tranquilo, mas se precisássemos enviar muitos conjuntos de chave e valor? Até daria para ter uma Hash e converter ela facilmente para uma String para ser enviada, mas uma forma mais segura seria assim:

```
require 'net/http'

params = { c1: 'v1', c2: 'v2', c3: 'v3' }
query = URI.encode_www_form(params)
request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
request.get("/?#{query}")
```

Código 9.45: Enviando uma Hash com GET

O que geraria a seguinte requisição no servidor web:

```
URI: http://localhost:2000/?c1=v1&c2=v2&c3=v3
Request method: GET

127.0.0.1 - - "GET /?c1=v1&c2=v2&c3=v3 HTTP/1.1" 500 320
```

Utilizar esse formato é particularmente útil quando temos que enviar algum caractér acentuado, que é convertido no formato mais adequado ("escapado") para ser enviado em uma URL:

```
require 'net/http'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
request.get("/?#{query}")
```

Código 9.46: Enviando uma Hash com acentos com GET

Verificando a requisição no servidor web, podemos ver que a conversão segura dos caracteres (só tem o "á" ali) foi feita de forma adequada:

```
URI: http://localhost:2000/?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel
Request method: GET
```

```
127.0.0.1 - - "GET /?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel HTTP/1.1" 500 320
```

Muitas vezes precisamos enviar algum valor no cabeçalho (*header*) HTTP. Hoje em dia é muito comum pedir que a requisição seja identificada no formato JSON. Vamos dar uma olhada em como indicar isso:

```
require 'net/http'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
headers = { 'Content-Type': 'application/json' }
request.get("/?#{query}", headers)
```

Código 9.47: Enviando cabeçalhos HTTP

Vejam que agora já apareceu a linha indicando que foi enviado o *content type*:

```
URI: http://localhost:2000/?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel
Request method: GET
content-type: application/json
```

```
127.0.0.1 - - "GET /?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel HTTP/1.1" 200 6
```

Outro bem comum é o envio de um token de autenticação, através de Bearer:

```
require 'net/http'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
headers = {
  'Content-Type': 'application/json',
  'Authorization': 'Bearer <meu token secreto>'
}
request.get("/?#{query}", headers)
```

Código 9.48: Enviando token de autenticação

```
URI: http://localhost:2000/?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel
Request method: GET
content-type: application/json
authorization: Bearer <meu token secreto>

127.0.0.1 - - "GET /?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel HTTP/1.1" 200 6
```

E se quisermos utilizar outros métodos, como por exemplo, o POST? Vamos enviar nome e sobrenome através desse método agora:

```
require 'net/http'
require 'json'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
headers = {
  'Content-Type': 'application/json',
  'Authorization': 'Bearer <meu token secreto>'
}
request.post('/', params.to_json, headers)
```

Código 9.49: Enviando um POST

```
URI: http://localhost:2000/
Request method: POST
content-type: application/json
authorization: Bearer <meu token secreto>
{"nome"=>"Eustáquio", "sobrenome"=>"Rangel"}
```

```
127.0.0.1 - - "POST / HTTP/1.1" 200 6
```

Também existem os métodos correspondentes para os outros verbos: `put` para `PUT`, `patch` para `PATCH` e `delete` para `DELETE`. Para exemplos de sua utilização (que é bem similar ao que vimos em `get` e `post`, podemos [consultar a documentação](#)¹¹.

Como dicas finais, podemos especificar segundos de *timeout* tanto para abrir a conexão como para receber a resposta. Isso é bem prático para evitar hosts muito lentos. O tempo padrão para *abrir a conexão* é de 60 segundos, assim como o de *ler o conteúdo*. Vamos especificar 10 segundos para ambos:

```
require 'net/http'
require 'json'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
request = Net::HTTP.new('localhost', 2000)
headers = {
  'Content-Type': 'application/json',
  'Authorization': 'Bearer <meu token secreto>'
}
request.open_timeout = 10
request.read_timeout = 10
request.post('/', params.to_json, headers)
```

Código 9.50: Especificando timeout na requisição

E, por fim, se vamos fazer várias requisições em seguida, compensa criar uma sessão abrindo a conexão com `Net::HTTP.start`, que irá abrir a conexão e executar todas as requisições que estiverem dentro do bloco, melhorando bastante a performance:

¹¹<https://ruby-doc.org/3.3.0/stdlibs/net/Net/HTTP.html>

```

require 'net/http'
require 'json'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
headers = {
  'Content-Type': 'application/json',
  'Authorization': 'Bearer <meu token secreto>'
}

Net::HTTP.start('localhost', 2000) do |request|
  request.open_timeout = 10
  request.read_timeout = 10
  request.get("/?#{query}", headers)
  request.post('/', params.to_json, headers)
end

```

Código 9.51: Abrindo uma sessão HTTP

Eu sempre gosto de mostrar como fazer as coisas com os recursos já presentes na linguagem, mas se você quiser utilizar alguma *gem* para as suas requisições de rede, temos algumas opções.

Faraday

A *gem* [Faraday](#)¹² nos permite fazer algo como:

```

require 'faraday'

params = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
query = URI.encode_www_form(params)
headers = {
  'Content-Type': 'application/json',
  'Authorization': 'Bearer <meu token secreto>'
}

host = Faraday.new(url: 'http://localhost:2000')
host.get('/', params, headers)
host.post('/', params.to_json, headers)

```

Código 9.52: Requisições de rede com a gem Faraday

Rodando o programa:

```

URI: http://localhost:2000/?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel
Request method: GET

```

¹²<https://github.com/lostisland/faraday>

```
content-type: application/json
authorization: Bearer <meu token secreto>

127.0.0.1 -- "GET /?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel HTTP/1.1" 200 6
- -> /?nome=Eust%C3%A1quio&sobrenome=Rangel

URI: http://localhost:2000/
Request method: POST
content-type: application/json
authorization: Bearer <meu token secreto>
{"nome"=>"Eustáquio", "sobrenome"=>"Rangel" }

127.0.0.1 -- "POST / HTTP/1.1" 200 6
```

httparty

A gem [httparty](#)¹³ é outra opção para requisições de rede, onde podemos fazer algo como:

```
require 'httparty'

query = { nome: 'Eustáquio', sobrenome: 'Rangel' }
headers = {
  'Content-Type': 'application/json',
  'Authorization': 'Bearer <meu token secreto>'
}

HTTParty.get('http://localhost:2000', query: query, headers: headers)
HTTParty.post('http://localhost:2000', query: query, body: query.to_json)
```

Código 9.53: Requisições de rede com a gem httparty

Rodando o programa, vamos ter algo como o resultado mostrado acima na *Faraday*.

Para mais detalhes do funcionamento de cada *gem*, os links constam aqui no rodapé e ao lado dos nomes de cada uma. Eu ainda continuo utilizando os recursos que já estão disponíveis na linguagem, mas cada um, cada um.

9.15 HTTPS

O **HTTPS** é o primo mais seguro do **HTTP**. Sempre o utilizamos quando precisamos de uma conexão segura onde podem ser enviados dados sigilosos como senhas, dados de cartões de crédito e coisas do tipo que, se caírem nas mãos de uma turma por aí que gosta de fazer coisas erradas, vai nos dar algumas belas dores de cabeça depois.

¹³<https://github.com/jnunemaker/httparty>

Podemos utilizar o `HTTPS` facilmente, abrindo a porta `443` e utilizando o método `use_ssl` na requisição. Em versões anteriores, tínhamos que requisitar o módulo com `require 'net/https'`, mas agora não é mais necessário.

Vamos utilizar o `postman-echo`, que é parte do [Postman](#)¹⁴, para abrir uma conexão `HTTPS` com `GET`, enviar alguns parâmetros e ler a resposta, que vai basicamente dar um `eco` em tudo o que foi enviado:

```
require 'net/http'

begin
  host = Net::HTTP.new('postman-echo.com', 443)
  host.use_ssl = true
  res = host.get('/get?foo=bar')

  puts res.body if res.is_a?(Net::HTTPSuccess)
rescue => exc
  puts "erro: #{exc}"
end
```

Código 9.54: Utilizando `HTTPS`

Resultado em rodar o programa:

```
{"args": {"foo": "bar"}, "headers": {"x-forwarded-proto": "https", "x-forwarded-port": "443", "host": "postman-echo.com", "x-amzn-trace-id": "Root=1-63ecba31-5f6f3dfb14156cb124181d51", "accept-encoding": "gzip;q=1.0,deflate;q=0.6,identity;q=0.3", "accept": "*/*", "user-agent": "Ruby"}, "url": "https://postman-echo.com/get?foo=bar"}
```

9.16 SSH

O `SSH` é ao mesmo tempo um software e um protocolo, que podemos utilizar para estabelecer conexões seguras e criptografadas com outro computador. É um `telnet` super-vitaminado, com várias vantagens que só eram desconhecidas (e devem continuar) por um gerente de uma grande empresa que prestei serviço, que acreditava que o bom mesmo era `telnet` ou `FTP`, e `SSH` era ... "inseguro". Sério! O duro que esse tipo de coisa, infelizmente, é comum entre pessoas em cargo de liderança em tecnologia por aí, e dá para arrumar umas boas discussões inúteis por causa disso. Mas essa é outra história ...

Vamos começar a trabalhar com o `SSH` e abrir uma conexão e executar alguns comandos. Para isso precisamos da `gem net-ssh`:

¹⁴<https://www.postman.com>

```
$ gem install net-ssh
```

E agora vamos rodar um programa similar ao seguinte, onde você deve alterar o host, usuário e senha para algum que você tenha acesso:

```
require 'net/ssh'
require 'highline/import'

host = 'eustaguiorangel.com'
user = 'taq'
pass = ask('digite sua senha') { |it| it.echo = "*" }

begin
  Net::SSH.start(host, user, password: pass) do |session|
    puts 'Sessão SSH aberta!'

    session.open_channel do |channel|
      puts 'Canal aberto!'

      channel.on_data do |ch, data|
        puts "> #{data}"
      end
    end

    puts 'Executando comando ...'
    channel.exec "ls -lah"
  end
  session.loop
end
rescue StandardError => exception
  puts "ERRO:#{exception}"
  puts exception.backtrace
end
```

Código 9.55: Utilizando SSH

Rodando o programa:

```
$ ruby ssh.rb
digite sua senha
*****
Sessão SSH aberta!
Canal aberto!
Executando comando
> total 103M
drwxr-xr-x 6 taq taq 4.0K Jun 17 19:10
...
```

9.17 Processos do sistema operacional

Podemos nos comunicar diretamente com o sistema operacional, executando comandos e recuperando as respostas.

9.17.1 Backticks

O jeito mais simples de fazer isso é com o uso de *backticks*:

```
> time = `date +%H:%M`  
=> "16:26\n"  
  
> puts time  
16:26
```

O uso dos *backticks* fazem um *fork* do processo atual, executando o comando em um novo processo, criando uma **operação bloqueante**, esperando o comando terminar e o resultado é passado para o processo atual, podendo ser armazenado em uma variável. Se ocorrer algum erro no comando, esse erro é convertido em uma exceção:

```
> time = `xdate +%H:%M`  
Errno::ENOENT: No such file or directory - xdate  
    from (irb):3:in ``'  
    from (irb):3
```

O uso de interpolação é permitido nas *backticks*:

```
> cmd = "date"  
=> "date"  
  
> time = `#{cmd} +%H:%M`  
=> "16:30\n"  
  
> puts time  
16:30
```

9.17.2 System

Utilizar `system` é parecido com *backticks* mas com algumas diferenças:

- As exceções são "engolidas".
- O retorno é *booleano* ou nulo, com `true` indicando que o comando foi bem sucedido, `false` se não foi bem sucedido e `nil` indicando um erro na execução.

Vamos ver como funciona:

```
> time = system("date +%H:%M")
16:31
=> true
> puts time
true

> time = system("xdate +%H:%M")
=> nil
> puts time
=> nil
```

9.17.3 Exec

Utilizar `exec` substitui o processo atual pelo processo executando o comando. Então, se estivermos no `irb` e utilizarmos `exec`, vamos **sair do irb e ir para o processo com o comando sendo executado**, então muito cuidado com isso:

```
> time = exec("date +%H:%M")
21:16
$
```

No caso de ocorrer um erro é retornando `nil`:

```
> time = exec("xdate +%H:%M")
Errno::ENOENT: No such file or directory - xdate
from (irb):5:in `exec'
from (irb):5
```

9.17.4 IO.popen

Roda o comando em um processo novo e retorna os fluxos de entrada e saída conectados à um objeto `IO`:

```
> time = IO.popen("date +%H:%M").read  
=> "16:32\n"
```

9.17.5 Open3

É o que dá controle mais granular para os fluxos de IO envolvidos. Vamos imaginar que temos o seguinte *shell script* para ler um nome digitado e mostrar o resultado na tela:

```
#!/bin/bash  
echo "Digite seu nome: "  
read nome  
echo "Oi, $nome!"
```

Código 9.56: Lendo um nome com shell script

Executando o *script* e digitando algum nome:

```
$ nome.sh  
Digite seu nome:  
taq  
Oi, taq!
```

Agora queremos interagir com o *script*, conseguindo enviar alguma coisa para o fluxo de entrada (STDIN), ler do fluxo de saída (STDOUT) e do fluxo de erros (STDERR). Podemos utilizar o módulo Open3 para isso:

```
require "open3"  
  
Open3.popen3("./nome.sh") do |stdin, stdout, stderr, thread|  
  stdin.puts "taq"  
  puts stdout.read  
  puts "Rodei no processo #{thread.pid}"  
  erro = stderr.read  
  puts "Ocorreu o erro: #{erro}" if erro.size > 0  
end
```

Código 9.57: Lendo de STDOUT

Rodando o programa:

```
$ ruby nome.rb  
Digite seu nome:  
Oi, taq!  
Rodei no processo 19210
```

No programa:

- Enviamos a `String "taq"` para o fluxo de entrada (`STDIN`), que estava esperando ser digitado algum nome.
- Lemos o fluxo de saída (`STDOUT`) com o resultado do programa.
- Mostramos o `pid` do processo que foi rodado.
- Verificamos o fluxo de erro (`STDERR`) se ocorreu algum erro, e se ocorreu, imprimimos ele na tela.

9.18 XML-RPC

XML-RPC¹⁵ é, segundo a descrição em seu site:

É uma especificação e um conjunto de implementações que permitem á softwares rodando em sistemas operacionais diferentes, rodando em diferentes ambientes, fazerem chamadas de procedures pela internet.

A chamada de *procedures* remotas é feita usando `HTTP` como transporte e `XML` como o *encoding*. XML-RPC é desenhada para ser o mais simples possível, permitindo estruturas de dados completas serem transmitidas, processadas e retornadas.

Tentando dar uma resumida, você pode escrever métodos em várias linguagens rodando em vários sistemas operacionais e acessar esses métodos através de várias linguagens e vários sistemas operacionais.

Vamos instalar a `gem xmlrpc`:

```
$ gem install xmlrpc
```

Antes de mais nada, vamos criar um servidor que vai responder as nossas requisições, fazendo algumas operações matemáticas básicas, que serão **adição** e **divisão**:

¹⁵<http://www.xmlrpc.com>

```

require "webrick"
require "xmlrpc/server"

server = XMLRPC::Server.new(8081)

# somando números
server.add_handler("soma") do |n1, n2|
  {"resultado" => n1 + n2}
end

# dividindo e retornando o resto
server.add_handler("divide") do |n1, n2|
  {"resultado" => n1 / n2, "resto" => n1 % n2}
end

server.serve

```

Código 9.58: Servidor RPC

Rodando o programa:

```

$ ruby rpcserver.rb
INFO WEBrick 1.3.1
INFO ruby 1.9.2 (2010-08-18) [i686-linux]
INFO WEBrick::HTTPServer#start: pid=20414 port=8081

```

Agora vamos fazer um cliente para testar (você pode usar qualquer outra linguagem que suporte RPC que desejar):

```

require "xmlrpc/client"

begin
  client = XMLRPC::Client.new("localhost", "/RPC2", 8081)
  resp = client.call("soma", 5, 3)
  puts "O resultado da soma é #{resp['resultado']}"

  resp = client.call("divide", 11, 4)
  puts "O resultado da divisão é #{resp['resultado']} e o resto é #{resp['resto']}"
rescue => exception
  puts "ERRO: #{exception}"
end

```

Código 9.59: Cliente RPC

```
$ ruby rpcclient.rb
O resultado da soma é 8
O resultado da divisao é 2 e o resto é 3
```

Vamos acessar agora o servidor em outras linguagens!

9.18.1 Python

```
# coding: utf-8
import xmlrpc.client

with xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8081/") as server:
    result = server.soma(5,3)
    print("O resultado da soma é:", result["resultado"])

    result = server.divide(11,4)
    print("O resultado da divisão é", result["resultado"], "e o resto é", result["resto"])
])
```

Código 9.60: Cliente RPC em Python

Rodando o programa:

```
$ python rpcclient.py
O resultado da soma é: 8
O resultado da divisão é 2 e o resto é 3
```

9.18.2 PHP

Um pouco mais de código para fazer em PHP:

```
<?php
// soma
$request = xmlrpc_encode_request("soma", [5, 3]);
$context = stream_context_create([
    "http" => [
        "method" => "POST",
        "header" => "Content-Type: text/xml",
        "content" => $request
    ]
]);

$file      = file_get_contents("http://localhost:8081", false, $context);
$response = xmlrpc_decode($file);

if ($response && xmlrpc_is_fault($response)) {
    trigger_error("xmlrpc: ".$response["faultString"]." (".$response["faultCode"].")");
} else {
    print "O resultado da soma é ".$response["resultado"]."\n";
}

// divisão
$request = xmlrpc_encode_request("divide", [11, 4]);
$context = stream_context_create([
    "http" => [
        "method" => "POST",
        "header" => "Content-Type: text/xml",
        "content" => $request
    ]
]);

$file = file_get_contents("http://localhost:8081", false, $context);
$response = xmlrpc_decode($file);

if ($response && xmlrpc_is_fault($response)) {
    trigger_error("xmlrpc: ".$response["faultString"]." (".$response["faultCode"].")");
} else {
    print "O resultado da divisão é ".$response["resultado"]." e o resto é ".$response["resto"]."\n";
}
?>
```

Código 9.61: Cliente RPC em PHP

Rodando o programa:

```
$ php rpcclient.php
O resultado da soma é 8
O resultado da divisão é 2 e o resto é 3
```

Temos que ter instalado no PHP o suporte para XML-RPC, que no Ubuntu pode ser feito dessa forma:

```
$ sudo apt install php-xmlrpc
```

9.18.3 Java

Em Java vamos precisar do Apache XML-RPC¹⁶, vamos pegar o último arquivo para rodar o seguinte código:

```

import java.net.URL;
import java.util.Vector;
import java.util.HashMap;
import org.apache.xmlrpc.common.*;
import org.apache.xmlrpc.client.*;

public class RPCClient {
    public static void main(String args[]) {
        try {
            Vector <Integer>params;
            XmlRpcClientConfigImpl config = new XmlRpcClientConfigImpl();
            config.setServerURL(new URL("http://localhost:8081/RPC2"));
            XmlRpcClient server = new XmlRpcClient();
            server.setConfig(config);

            params = new Vector<Integer>();
            params.addElement(new Integer(5));
            params.addElement(new Integer(3));

            HashMap result = (HashMap) server.execute("soma", params);
            int sum = ((Integer) result.get("resultado")).intValue();
            System.out.println("O resultado da soma é " + Integer.toString(sum));

            params = new Vector<Integer>();
            params.addElement(new Integer(11));
            params.addElement(new Integer(4));
            result = (HashMap) server.execute("divide", params);

            int divide = ((Integer) result.get("resultado")).intValue();
            int resto = ((Integer) result.get("resto")).intValue();
            System.out.println("O resultado da divisão é " + Integer.toString(sum) + " e o
resto é " + Integer.toString(resto));
        } catch(Exception error) {
            System.err.println("erro:" + error.getMessage());
        }
    }
}

```

Código 9.62: Cliente RPC em Java

Compilando e rodando o programa, especificando os arquivos .jar necessários:

```
$ javac -classpath ws-commons-util-1.0.2.jar:xmlrpc-client-3.1.3.jar:
xmlrpc-common-3.1.3.jar: RPCClient.java
```

¹⁶<https://ws.apache.org/xmlrpc/client.html>

```
$ java -classpath ws-commons-util-1.0.2.jar:xmlrpc-client-3.1.3.jar:  
xmlrpc-common-3.1.3.jar: RPCClient  
O resultado da soma é 8  
O resultado da divisão é 8 e o resto é: 3
```

Capítulo 10

JRuby

Vamos instalar JRuby para dar uma olhada em como integrar Ruby com Java, usando a RVM:

```
$ rvm install jruby  
$ rvm use jruby  
$ jruby -v  
$ jruby <versão>
```

Precisamos inserir as classes do JRuby no CLASSPATH do Java. Teste as duas opções abaixo, se você estiver em um SO que suporte o comando `locate`, a primeira é bem mais rápida, do contrário, use a segunda.

Primeiro utilizando `locate`:

```
$ export CLASSPATH=$CLASSPATH:$(`locate -b '\jruby.jar'`)::
```

Se o comando `locate` não for encontrado/suportado, utilize `find`:

```
$ export CLASSPATH=$CLASSPATH:$(`find ~ -iname '\jruby.jar'`)::
```

Desafio 7

Tentem entender como que eu adicionei as classes necessárias para o JRuby no CLASSPATH do Java ali acima.

Agora fazendo um pequeno programa em Ruby:

```
puts "digite seu nome:"  
nome = gets.chomp  
puts "oi, #{nome}!"
```

Código 10.1: Primeiro programa em JRuby

Vamos compilar o programa com o compilador do JRuby, o `jrubyc`:

```
$ jrubyc jruby.rb
```

E rodar o programa direto com Java!

```
$ java jruby  
digite seu nome:  
taq  
oi, taq!
```

10.1 Utilizando classes do Java de dentro do Ruby

Vamos criar um programa chamado `gui.rb`:

```
# encoding: utf-8
require "java"

class Alistener
  include java.awt.event.ActionListener
  def actionPerformed(event)
    puts "Botão clicado!"
  end
end
listener = Alistener.new

frame = JFrame.new
label = JLabel.new("Clique no botão!")
panel = JPanel.new

button = JButton.new("Clique em mim!")
button.addActionListener(listener)

panel.setLayout(java.awt.GridLayout.new(2,1))
panel.add(label)
panel.add(button)

frame.setTitle("Exemplo de JRuby")
frame.getContentPane().add(panel)
frame.pack
frame.defaultCloseOperation = JFrame::EXIT_ON_CLOSE
frame.setVisible(true)
```

Código 10.2: Usando interface gráfica em JRuby

Compilando e rodando o programa:

```
$ jrubyc gui.rb
$ java gui
```

Resulta em:



Pudemos ver que criamos a classe `Alistener` com a interface, no caso aqui com um comportamento de módulo, `java.awt.event.ActionListener`, ou seja, JRuby nos permite utilizar interfaces do Java como se fossem módulos de Ruby!

E tem mais, podemos fazer com que nossas classes em Ruby herdem de classes do Java, primeiro, escrevendo o arquivo `Carro.java`:

```
// Carro.java
public class Carro {
    private String marca, cor, modelo;
    private int tanque;

    public Carro(String marca, String cor, String modelo, int tanque) {
        this.marca = marca;
        this.cor = cor;
        this.modelo = modelo;
        this.tanque = tanque;
    }

    public String toString() {
        return "Marca: " + this.marca + "\n" +
            "Cor: " + this.cor + "\n" +
            "Modelo:" + this.modelo + "\n" +
            "Tanque:" + this.tanque;
    }
}
```

Código 10.3: Classe Carro em Java

e agora o arquivo `carro.rb`:

```
# carro.rb
require "java"
java_import("Carro")

carro = Carro.new("VW", "prata", "polo", 40)
puts carro

class Mach5 < Carro
attr_reader :tanque_oxigenio

def initialize(marca, cor, modelo, tanque, tanque_oxigenio)
super(marca, cor, modelo, tanque)
@tanque_oxigenio = tanque_oxigenio
end

def to_s
 "#{super}\nTanque oxigenio: #{@tanque_oxigenio}"
end
end

puts "*" * 25
mach5 = Mach5.new("PopsRacer", "branco", "Mach5", 50, 10)
puts mach5
```

Código 10.4: Usando a classe Carro em Java dentro de Ruby

Compilando e rodando o programa:

```
$ javac Carro.java
$ jrubycc carro_java.rb
$ java carro_java

Marca: VW
Cor: prata
Modelo:polo
Tanque:40
*****
Marca: PopsRacer
Cor: branco
Modelo:Mach5
Tanque:50
Tanque oxigenio: 10
```

10.2 Usando classes do Ruby dentro do Java

Antes era um pouco mais complicado de fazer isso, mas parece que hoje está um pouco mais tranquilo. Primeiro vamos fazer o código em Ruby, que vai receber um valor do código em Java na variável num:

```
puts "Dobrando #{num} aqui no Ruby ..."
num * 2
```

Código 10.5: Código Ruby que vai ser chamado em Java

E agora o código Java, usando as *libs* do JRuby:

```
import org.jruby.*;
import org.jruby.embed.LocalVariableBehavior;
import org.jruby.embed.PathType;
import org.jruby.embed.ScriptingContainer;

public class Double {
    public static void main(String args[]) {
        try {
            ScriptingContainer container = new ScriptingContainer(LocalVariableBehavior.
PERSISTENT);
            container.put("num", 2);

            String script = "doublejava.rb";
            System.out.println("Chamando o script " + script + " ...");
            long value = (Long) container.runScriptlet(PathType.CLASSPATH, script);
            System.out.println("Resultado: " + value);
        } catch(Exception e) {
            System.err.println("Erro: " + e.getMessage());
        }
    }
}
```

Código 10.6: Código Java chamando Ruby

Compilando e rodando:

```
$ javac Double.java
$ java Double
Chamando o script doublejava.rb ...
Dobrando 2 aqui no Ruby ...
Resultado: 4
```

Capítulo 11

Banco de dados

Vamos utilizar uma interface uniforme para acesso aos mais diversos bancos de dados suportados em Ruby através da interface Sequel¹. Para instalá-la, é só utilizar a *gem* sequel:

```
$ gem install sequel
```

Também vamos instalar a *gem* sqlite3, que nos dá suporte ao banco de dados auto-contido, sem servidor, com configuração zero e relacional (quanta coisa!) SQLite², que vai nos permitir testar rapidamente os recursos da Sequel sem precisar ficar configurando um banco de dados, já que o banco é criado em um arquivo simples no diretório corrente.

Atenção!

Pelo amor do ET de Varginha, não vão utilizar o SQLite para produção em alguma aplicação com grande volume de dados! É somente para pequenos bancos, apesar que atualmente (escrevendo de 2025) isso já está mudando um pouco, como pode ser conferido [em alguns artigos](#).^a ^b

^a<https://fractaledmind.github.io/2023/12/23/rubyconftw/>

^b<https://towardsdatascience.com/sqlite-in-production-dreams-becoming-reality-94557bec095b>

11.1 Abrindo a conexão

Vamos abrir e fechar a conexão com o banco:

¹<http://sequel.rubyforge.org/>

²<https://sqlite.org/>

```
require "sequel"
require "sqlite"

con = Sequel.sqlite(database: "alunos.sqlite3")
=> #<Sequel::SQLite::Database: {:adapter=>:sqlite, :database=>"aluno"}>
```

Para dar uma encurtada no código e praticidade maior, vamos usar um bloco logo após conectar, para onde vai ser enviado o *handle* da conexão:

```
require "sequel"
require "sqlite3"

Sequel.sqlite(database: "alunos.sqlite3") do |con|
  p con
end
```

Desse modo sempre que a conexão for aberta, ela será automaticamente fechada no fim do bloco.

Dica

Para trocar o banco de dados, podemos alterar apenas o método de conexão, ou seja, o `sqlite` ali após `Sequel`.

11.2 Consultas que não retornam dados

Vamos criar uma tabela nova para usamos no curso, chamada `alunos` e inserir alguns valores:

```
require 'sequel'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  con.run('drop table if exists alunos')

  sql = <<FIM
create table alunos (
  id integer primary key autoincrement not null,
  nome varchar(50) not null
FIM
  con.run(sql)

  con[:alunos].insert(id: 1, nome: 'João')
  con[:alunos].insert(id: 2, nome: 'José')
  con[:alunos].insert(id: 3, nome: 'Antonio')
  con[:alunos].insert(id: 4, nome: 'Maria')
end
```

Código 11.1: Consultas que não retornam dados

Rodando o programa:

```
$ ruby dbl.rb

$ sqlite3 alunos.sqlite3
SQLite
Enter ".help" for usage hints.
sqlite> select * from alunos;
1|João
2|José
3|Antonio
4|Maria
sqlite>
```

Apesar de ter criado a coluna `id` como auto-incremento, estou especificando os valores dela para efeitos didáticos.

11.3 Atualizando um registro

Aqui vamos utilizar o método `where` para selecionar o registro com o `id` que queremos atualizar, e o método `update` para fazer a atualização:

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  puts con[:alunos].where(id: 4).update(nome: 'Mário')
end
```

Código 11.2: Atualizando um registro

Rodando o programa:

```
$ ruby db2.rb
1

$ sqlite3 alunos.sqlite3
SQLite
Enter ".help" for usage hints.
sqlite> select * from alunos where id = 4;
4|Mário
```

11.4 Apagando um registro

Vamos inserir um registro com o método `insert` e apagar com `delete`, após encontrar com `where`:

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  con[:alunos].insert(id: 5, nome: 'Teste')
  puts con[:alunos].where(id: 5).delete
end
```

Código 11.3: Apagando um registro

Rodando o programa:

```
$ ruby db3.rb
1

$ sqlite3 alunos.sqlite3
```

```
SQLite
Enter ".help" for usage hints.
sqlite> select * from alunos where id = 5;
sqlite>
```

11.5 Consultas que retornam dados

Vamos recuperar alguns dados do nosso banco, afinal, essa é a operação mais costumeira, certo? Para isso, vamos ver duas maneiras. Primeiro, da maneira "convencional":

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  con[:alunos].each do |row|
    puts "id: #{row[:id]} nome: #{row[:nome]}"
  end
end
```

Código 11.4: Retornando dados

Rodando o programa:

```
$ ruby db4.rb
id: 1 nome: João
id: 2 nome: José
id: 3 nome: Antonio
id: 4 nome: Mário
```

Podemos recuperar todas as linhas de dados de uma vez usando `all`:

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  rows = con[:alunos].all
  puts "#{rows.size} registros recuperados"
  rows.each do |row|
    puts "id: #{row[:id]} nome: #{row[:nome]}"
  end
end
```

Código 11.5: Retornando todos os registros

Rodando o programa:

```
$ ruby db5.rb
4 registros recuperados
id: 1 nome: João
id: 2 nome: José
id: 3 nome: Antonio
id: 4 nome: Mário
```

Ou se quisermos somente o primeiro registro:

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  row = con[:alunos].first
  puts "id: #{row[:id]} nome: #{row[:nome]}"
end
```

Código 11.6: Retornando o primeiro registro

Rodando o programa:

```
$ ruby db6.rb
id: 1 nome: João
```

11.6 Comandos preparados

Agora vamos consultar registro por registro usando comandos preparados com argumentos variáveis, o que vai nos dar resultados similares mas muito mais velocidade quando executando a mesma consulta SQL trocando apenas os argumentos que variam:

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  ds = con[:alunos].filter(id: :$i)
  ps = ds.prepare(:select, :select_by_id)

  (1..4).each do |id|
    print "procurando id #{id} ... "
    row = ps.call(i: id)
    puts "#{row.first[:nome]}"
  end
end
```

Código 11.7: Comandos preparados

Rodando o programa:

```
$ ruby db7.rb
procurando id 1 ... João
procurando id 2 ... José
procurando id 3 ... Antonio
procurando id 4 ... Mário
```

11.7 Metadados

Vamos dar uma examinada nos dados que recebemos de nossa consulta e na estrutura de uma tabela:

```
require 'sequel'
require 'sqlite3'

Sequel.sqlite(database: 'alunos.sqlite3') do |con|
  p con[:alunos].columns
  p con.schema(:alunos)
end
```

Código 11.8: Metadados da consulta

Rodando o programa:

```
$ ruby db8.rb

[:id, :nome]
[[:id, {allow_null=>false, default=>nil, db_type=>"integer",
primary_key=>true, auto_increment=>true, type=>:integer,
ruby_default=>nil}], [:nome, {allow_null=>false, default=>nil,
db_type=>"varchar(50)", primary_key=>false, type=>:string,
ruby_default=>nil, max_length=>50}]]
```

11.7.1 ActiveRecord

Agora vamos ver uma forma de mostrar que é possível utilizar o “motorzão” ORM do Rails sem o Rails, vamos ver como criar e usar um modelo da nossa tabela `alunos`, já atendendo à uma pequena requisição do `ActiveRecord`, que pede uma coluna chamada `id` como chave primária, o que já temos.

Só precisamos instalar a `gem` correspondente, que é a `active_record`:

```
$ gem install activerecord
```

Dando uma olhada no programa:

```
require 'active_record'

# estabelecendo a conexão
ActiveRecord::Base.establish_connection({
  adapter: 'sqlite3',
  database: 'alunos.sqlite3'
})

# criando o mapeamento da classe com a tabela
# (espera aí é só isso??)
class Aluno < ActiveRecord::Base
end

# pegando a coleção e usando o seu iterador
for aluno in Aluno.all
  puts "id: #{aluno.id} nome: #{aluno.nome}"
end

# atualizando o nome de um aluno
aluno = Aluno.find(3)
puts "encontrei #{aluno.nome}"
aluno.nome = 'Danilo'
aluno.save
```

Código 11.9: Utilizando ActiveRecord

Rodando o programa:

```
$ ruby db9.rb
id: 1 nome: João
id: 2 nome: José
id: 3 nome: Antonio
id: 4 nome: Maria
encontrei Antonio
```

Se rodarmos novamente, vamos verificar que o registro foi alterado, quando rodamos o programa anteriormente:

```
$ ruby db9.rb
id: 1 nome: João
id: 2 nome: José
id: 3 nome: Danilo
id: 4 nome: Maria
encontrei Danilo
```


Capítulo 12

Extensões em C

Se quisermos incrementar um pouco a linguagem usando linguagem C para:

- Maior velocidade
- Recursos específicos do sistema operacional que não estejam disponíveis na implementação padrão
- Algum desejo mórbido de lidar com segfaults e ponteiros nulos
- Todas as anteriores

podemos escrever facilmente extensões em C.

Vamos criar um módulo novo chamado `Curso` com uma classe chamada `Horario` dentro dele, que vai nos permitir cadastrar uma descrição da instância do objeto no momento em que o criarmos, e vai retornar a data e a hora correntes em dois métodos distintos.

Que uso prático isso teria não sei, mas vamos relevar isso em função do exemplo didático do código apresentado!

A primeira coisa que temos que fazer é criar um arquivo chamado `extconf.rb`, que vai usar o módulo `mkmf` para criar um `Makefile` que irá compilar os arquivos da nossa extensão:

```
require "mkmf"

extension_name = "curso"
dir_config(extension_name)
create_makefile(extension_name)
```

Código 12.1: Criando o arquivo `extconf.rb` para o módulo em C

Vamos assumir essa sequência de código como a nossa base para fazer extensões, somente trocando o nome da extensão na variável `extension_name`.

CAPÍTULO 12. EXTENSÕES EM C

Agora vamos escrever o fonte em C da nossa extensão, como diria Jack, O Estripador, “por partes”. Crie um arquivo chamado `curso.c` com o seguinte conteúdo:

```
#include <ruby.h>
#include <time.h>

VALUE modulo, classe;

void Init_curso(){
    modulo = rb_define_module("Curso");
    classe = rb_define_class_under(modulo, "Horario", rb_cObject);
}
```

Código 12.2: Iniciando o módulo em C

Opa! Já temos algumas coisas definidas ali! Agora temos que criar um `Makefile`¹ para compilarmos nossa extensão. O bom que ele é gerado automaticamente a partir do nosso arquivo `extconf.rb`:

```
$ ruby extconf.rb
creating Makefile
```

E agora vamos executar o `make` para ver o que acontece:

```
$ make
compiling curso.c
linking shared-object curso.so
```

Dando uma olhada no diretório, temos:

```
$ ls *.so
curso.so
```

Foi gerado um arquivo `.so`, que é um arquivo de bibliotecas compartilhadas do GNU/Linux (a analogia no mundo Windows é uma `DLL`) com o nome que definimos para a extensão, com a extensão apropriada. Vamos fazer um teste no `irb` para ver se tudo correu bem:

```
$ irb
require_relative "curso"
```

¹http://pt.wikibooks.org/wiki/Programar_em_C/Makefiles

```
=> true

> horario = Curso::Horario.new
=> #<Curso::Horario:0x991aa4c>
```

Legal, já temos nosso primeiro módulo e classe vindos diretamente do C! Vamos criar agora o método construtor, alterando nosso código fonte C:

```
#include <ruby.h>
#include <time.h>

VALUE modulo, classe;

VALUE t_init(VALUE self, VALUE valor){
    rb_iv_set(self, "@descricao", valor);
    return self;
}

void Init_curso(){
    modulo = rb_define_module("Curso");
    classe = rb_define_class_under(modulo, "Horario", rb_cObject);
    rb_define_method(classe, "initialize", t_init, 1);
}
```

Código 12.3: Construtor em C

Vamos testar, lembrando de rodar o `make` para compilar novamente o código:

```
require_relative "curso"
=> true

> horario = Curso::Horario.new
ArgumentError: wrong number of arguments(0 for 1)
from (irb):2:in 'initialize'
from (irb):2:in 'new'
from (irb):2
from /home/aluno/.rvm/rubies/ruby-1.9.2-p180/bin/irb:16:in '<main>'

> horario = Curso::Horario.new(:teste)
=> #<Curso::Horario:0x8b9e5e4 @descricao=:teste>
```

Foi feita uma tentativa de criar um objeto novo sem passar argumento algum no construtor, mas ele estava esperando um parâmetro, definido com o número 1 no final de `rb_define_method`.

Logo após criamos o objeto enviando um `Symbol` e tudo correu bem, já temos o nosso construtor!

CAPÍTULO 12. EXTENSÕES EM C

Reparam como utilizamos `rb_iv_set` (algo como Ruby Instance Variable Set) para criar uma variável de instância com o argumento enviado. Mas a variável de instância continua sem um método para ler o seu valor, presa no objeto:

```
horario.descricao
NoMethodError: undefined method 'descricao' for
#<Curso::Horario:0x8b9e5e4 @descricao=:teste>
from (irb):4
```

Vamos criar um método para acessá-la:

```
#include <ruby.h>
#include <time.h>

VALUE modulo, classe;

VALUE t_init(VALUE self, VALUE valor){
    rb_iv_set(self, "@descricao", valor);
    return self;
}

VALUE descricao(VALUE self){
    return rb_iv_get(self, "@descricao");
}

void Init_curso(){
    modulo = rb_define_module("Curso");
    classe = rb_define_class_under(modulo, "Horario", rb_cObject);
    rb_define_method(classe, "initialize", t_init, 1);
    rb_define_method(classe, "descricao", descricao, 0);
}
```

Código 12.4: Variáveis de instância em C

Rodando novamente:

```
require_relative "curso"
=> true

> horario = Curso::Horario.new(:teste)
=> #<Curso::Horario:0x8410d04 @descricao=:teste>

> horario.descricao
=> :teste
```

Agora para fazer uma graça vamos definir dois métodos que retornam a data e a hora corrente, como `Strings`. A parte mais complicada é pegar e formatar isso em C. Convém prestar atenção no modo que é alocada uma `String` nova usando `rb_str_new2`.

```
#include <ruby.h>
#include <time.h>

VALUE modulo, classe;

VALUE t_init(VALUE self, VALUE valor){
    rb_iv_set(self, "@descricao", valor);
    return self;
}

VALUE descricao(VALUE self){
    return rb_iv_get(self, "@descricao");
}

struct tm *get_date_time() {
    time_t dt;
    struct tm *dc;
    time(&dt);
    dc = localtime(&dt);
    return dc;
}

VALUE data(VALUE self) {
    char str[30];
    struct tm *dc = get_date_time();
    sprintf(str, "%02d/%02d/%04d", dc->tm_mday, dc->tm_mon + 1, dc->tm_year + 1900);
    return rb_str_new2(str);
}

VALUE hora(VALUE self) {
    char str[15];
    struct tm *dc = get_date_time();
    sprintf(str, "%02d:%02d:%02d", dc->tm_hour, dc->tm_min, dc->tm_sec);
    return rb_str_new2(str);
}

void Init_curso() {
    modulo = rb_define_module("Curso");
    classe = rb_define_class_under(modulo, "Horario", rb_cObject);
    rb_define_method(classe, "initialize", t_init, 1);
    rb_define_method(classe, "descricao", descricao, 0);
    rb_define_method(classe, "data", data, 0);
    rb_define_method(classe, "hora", hora, 0);
}
```

Código 12.5: Métodos em C

Dica

Apesar dos nomes parecidos, `rb_str_new` espera dois argumentos, uma `String` e o comprimento, enquanto `rb_str_new2` espera somente uma `String` terminada com nulo e é bem mais prática na maior parte dos casos.

Rodando o programa:

```
require_relative "curso"
=> true

> horario = Curso::Horario.new(:teste)
=> #<Curso::Horario:0x896b6dc @descricao=:teste>

> horario.descricao
=> :teste

horario.data
=> "17/04/2021"

horario.hora
=> "15:33:27"
```

Tudo funcionando perfeitamente! Para maiores informações de como criar extensões para Ruby, uma boa fonte de consultas é http://www.rubycentral.com/pickaxe/ext_ruby.html.

12.1 Utilizando libs externas

Vamos supor que precisamos fazer uma integração do nosso código Ruby com alguma lib externa, já pronta. Para isso temos que dar um jeito de acessar as funções dessa lib de dentro do nosso código Ruby. Aproveitando o código que vimos acima para recuperar a hora, vamos fazer uma pequena lib, chamada `libhora` que faz isso na função `hora`.

12.1.1 Escrevendo o código em C da lib

Para a lib vamos utilizar o seguinte código no arquivo `hora.c`:

```
#include <stdio.h>
#include <time.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

struct tm *get_date_time() {
    time_t dt;
    struct tm *dc;
    time(&dt);
    dc = localtime(&dt);
    return dc;
}

char *hora() {
    char *str, cur[15];
    str = malloc(sizeof(char) * 15);
    struct tm *dc = get_date_time();
    sprintf(cur, "%02d:%02d:%02d", dc->tm_hour, dc->tm_min, dc->tm_sec);
    strcpy(str, cur);
    return str;
}
```

Código 12.6: Library externa em C

Compilando o programa para produzir o arquivo `hora.o`:

```
$ gcc -c -Wall -Werror -fpic hora.c
```

E agora convertendo para uma lib compartilhada, que vai produzir o arquivo `libhora.so`:

```
$ gcc -shared -o libhora.so hora.o
```

Para desencargo de consciência, vamos fazer código em C para utilizar essa lib, para o caso de acontecer algum problema e isolarmos direto em C para não achar que a causa é a integração com Ruby. Primeiro o arquivo `header` em `hora.h`:

```
#ifndef hora_h_
#define hora_h_

extern char* hora(void);

#endif // hora_h_
```

Código 12.7: Header da library externa em C

E agora o programa de teste em `main.c`:

```
#include <stdio.h>
#include "hora.h"

int main(void)
{
    puts("Teste da lib compartilhada:");
    puts(hora());
    return 0;
}
```

Código 12.8: Arquivo para conferência da library em C

Compilando o programa de testes:

```
$ gcc -o main main.c -lhora -L$(pwd)
```

Para rodar o programa para testar, temos que indicar onde encontrar a lib compartilhada (que foi feito na compilação ali acima utilizando `-L` seguido de `pwd`):

```
$ LD_LIBRARY_PATH=$LIBRARY_PATH:$ (pwd) ./main
Teste da lib compartilhada:
20:05:54
```

Pronto, agora podemos testar no código Ruby.

12.2 Utilizando a lib compartilhada

Agora vamos utilizar essa lib dentro do nosso código Ruby. Para isso, vamos utilizar o módulo `fiddle`, com o seguinte programa:

```
require "fiddle"

# carrega a lib compartilhada
libhora = Fiddle.dlopen("./libhora.so")

# pega uma referência para a função
hora = Fiddle::Function.new(libhora["hora"], [], Fiddle::TYPE_VOIDP)

# chama a função
puts hora.call
```

Código 12.9: Utilizando libraries externas em C

Rodando o programa vemos que tudo correu bem:

```
$ ruby fiddle.rb
20:10:27
```

Temos que adequar as requisições para as referências e chamadas de funções para o número e tipo correto de valores que vamos enviar e receber. Para mais informações de como fazer isso na [documentação do Fiddle](#).

Capítulo 13

Garbage collector

Vamos aproveitar que estamos falando de coisa de um nível mais baixo (não, não é de política) e vamos investigar como funciona o garbage collector do Ruby. Várias linguagens modernas tem um *garbage collector*, que é quem recolhe objetos desnecessários e limpa a memória para nós. Isso evita que precisemos alocar memória sempre que criar um objeto e libera-lá após a sua utilização. Quem programa em C conhece bem `malloc` e `free`, não é mesmo? E ainda mais os famigerados *null pointer assignments*.

Em Ruby, o *garbage collector* é basicamente do tipo *mark-and-sweep*, que atua em fases separadas onde marca os objetos que não são mais necessários e depois os limpa. Vamos ver fazendo um teste prático de criar alguns objetos, invalidar algum, chamar o *garbage collector* e verificar os objetos novamente:

```
class Teste
end

t1 = Teste.new
t2 = Teste.new
t3 = Teste.new

count = ObjectSpace.each_object(Teste) do |object|
  puts object
end
puts "#{count} objetos encontrados."

t2 = nil
GC.start

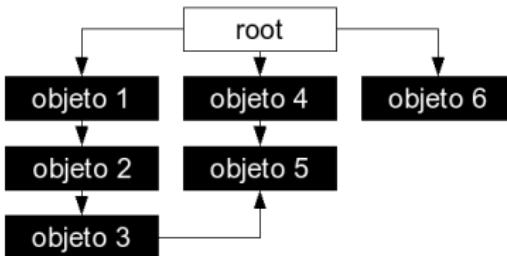
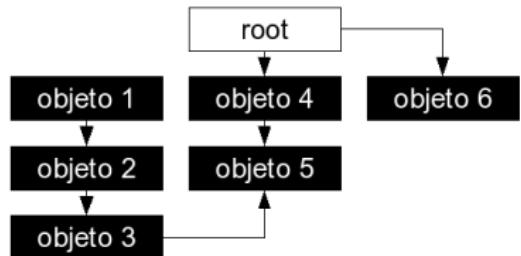
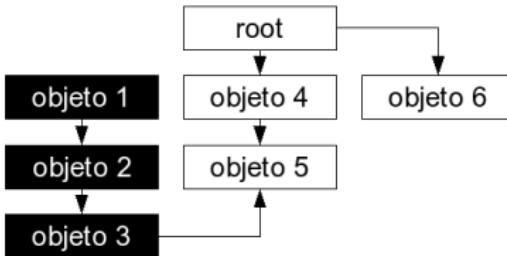
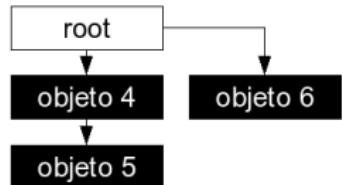
count = ObjectSpace.each_object(Teste) do |object|
  puts object
end
puts "#{count} objetos encontrados."
```

Código 13.1: Garbage collector

Rodando o programa:

```
$ ruby gcl.rb

#<Teste:0x850d1a8>
#<Teste:0x850d1bc>
#<Teste:0x850d1d0>
3 objetos encontrados.
#<Teste:0x850d1a8>
#<Teste:0x850d1d0>
2 objetos encontrados.
```

Fase 1**Fase 2****Fase 3****Fase 4**

- Na **Fase 1**, todos os objetos não estão marcados como acessíveis.
- Na **Fase 2**, continuam do mesmo jeito, porém o *objeto 1* agora não está disponível no *root*.
- Na **Fase 3**, o algoritmo foi acionado, parando o programa e marcando (*mark*) os objetos que estão acessíveis.
- Na **Fase 4** foi executada a limpeza (*sweep*) dos objetos não-acessíveis, e retirado o *flag* dos que estavam acessíveis (deixando-os em preto novamente), forçando a sua verificação na próxima vez que o *garbage collector* rodar.

Os gatilhos para disparar o *garbage collector* são definidos na VM, como por exemplo quando a alocação de um novo objeto excede um determinado limite/*threshold*, onde é iniciado um novo ciclo de coleta. Como vimos no exemplo acima, podemos disparar essa coleta/ciclo através de `GC.start`, mas é **muito boa idéia** deixar isso a cargo da VM.

Vamos dar uma olhada em algumas estatísticas do *garbage collector* utilizando `GC.stat` antes e depois de executarmos o `GC.start`:

```
class Teste
end

t1 = Teste.new
t2 = Teste.new
t3 = Teste.new

count = ObjectSpace.each_object(Teste) do |object|
  puts object
end
puts "#{count} objetos encontrados."

t2 = nil

puts "Antes:"
p GC.stat

GC.start

puts "Depois:"
p GC.stat

count = ObjectSpace.each_object(Teste) do |object|
  puts object
end
puts "#{count} objetos encontrados."
```

Código 13.2: Estatísticas do garbage collector

Rodando o programa, vamos ver algo como:

```
$ ruby gc2.rb
#<Teste:0x000055e987b64628>
#<Teste:0x000055e987b64678>
#<Teste:0x000055e987b646a0>
3 objetos encontrados.
```

Antes:

```
{ :count=>9, :heap_allocated_pages=>49, :heap_sorted_length=>49,
:heap_allocatable_pages=>0, :heap_available_slots=>20021,
:heap_live_slots=>18102, :heap_free_slots=>1919, :heap_final_slots=>0,
:heap_marked_slots=>15479, :heap_eden_pages=>49, :heap_tomb_pages=>0,
:total_allocated_pages=>49, :total_freed_pages=>0,
:total_allocated_objects=>55021, :total_freed_objects=>36919,
:malloc_increase_bytes=>97776, :malloc_increase_bytes_limit=>16777216,
:minor_gc_count=>8, :major_gc_count=>1, :compact_count=>0,
:read_barrier_faults=>0, :total_moved_objects=>0,
:remembered_wb_unprotected_objects=>213,
```

```
:remembered_wb_unprotected_objects_limit=>290, :old_objects=>15185,
:old_objects_limit=>23716, :oldmalloc_increase_bytes=>411912,
:oldmalloc_increase_bytes_limit=>16777216}
```

Depois:

```
{:count=>10, :heap_allocated_pages=>50, :heap_sorted_length=>65,
:heap_allocatable_pages=>15, :heap_available_slots=>20429,
:heap_live_slots=>16064, :heap_free_slots=>4365, :heap_final_slots=>0,
:heap_marked_slots=>16062, :heap_eden_pages=>50, :heap_tomb_pages=>0,
:total_allocated_pages=>50, :total_freed_pages=>0,
:total_allocated_objects=>55087, :total_freed_objects=>39023,
:malloc_increase_bytes=>2616, :malloc_increase_bytes_limit=>16777216,
:minor_gc_count=>8, :major_gc_count=>2, :compact_count=>0,
:read_barrier_faults=>0, :total_moved_objects=>0,
:remembered_wb_unprotected_objects=>205,
:remembered_wb_unprotected_objects_limit=>410, :old_objects=>15828,
:old_objects_limit=>31656, :oldmalloc_increase_bytes=>321328,
:oldmalloc_increase_bytes_limit=>16777216}
#<Teste:0x000055e987b64628>
#<Teste:0x000055e987b646a0>
2 objetos encontrados.
```

Podemos ver ali várias mudanças, entre elas, a contagem de vezes que o *garbage collector* foi executado em `count`.

Uma curiosidade é que a partir da versão 2.2, as referências do tipo `Symbol`, que antes não eram coletadas, agora são. Vamos fazer um teste rápido:

```
puts Symbol.all_symbols.size

100_000.times do |i|
  "sym#{i}".to_sym
end

puts Symbol.all_symbols.size
GC.start

puts Symbol.all_symbols.size
```

Código 13.3: Coletando símbolos no garbage collector

Rodando o programa, vamos ver na versão 3.3 algo como:

```
$ ruby sym_gc.rb
```

3747
7909
7909

Enquanto que **na versão 3.1** era algo como:

3442
4702
3443

Vejam que na versão **3.1** a coleta dos símbolos estava mais agressiva, e na versão **3.3** praticamente ainda ficaram os mesmos durante o período que estavámos rodando o programa, e vão ser coletados em algum momento mais para frente.

Importante notar que tem alguns símbolos considerados pela VM como "imortais", especialmente os que ela utiliza de forma interna.

13.1 Isso não é um livro de C mas ...

Não custa ver como uma linguagem com alocação e limpeza automática de memória quebra nosso galho. Considerem esse código:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

int main() {
    char *str;
    str = malloc(sizeof(char) * 15);
    strcpy(str, "hello world");
    printf("%s\n", str);
    free(str);
    return 0;
}
```

Código 13.4: Garbage collector

Vamos compilá-lo. Você tem o **GCC**¹, para plataformas GNU/Linux, ou o **clang**², para o FreeBSD aí, não tem? Escolha o compilador adequado, e após compilado e linkado, vamos executá-lo:

¹<https://gcc.gnu.org>

²[https://man.freebsd.org/cgi/man.cgi?clang\(1\)](https://man.freebsd.org/cgi/man.cgi?clang(1))

```
$ gcc -o null null.c
$ ./null
hello world
```

Até aqui tudo bem. Mas agora comentem a linha 7, onde é executada `malloc`:

```
$ gcc -o null null.c
$ ./null
hello world
*** Error in `./null': free(): invalid pointer: 0xb7758000 ***
===== Backtrace: =====
...
...
```

Oh-oh. Como não houve alocação de memória, a chamada a `free` disparou uma mensagem de erro. Comentando a linha 10, onde se encontra `free`:

```
$ gcc -o null null.c
$ ./null
hello world
```

Aparentemente sem problemas, não é mesmo? Só que copiar uma `String` para um ponteiro de memória não inicializado pode nos dar algumas dores de cabeça ...

13.2 Isso ainda não é um livro de C, mas ...

Mas temos que aprender a verificar se um simples programa como esse tem alguma falha. Para isso, podemos utilizar o `Valgrind`³, que é uma ferramenta ótima para esse tipo de coisa. Vamos executar o comando `valgrind` pedindo para verificar *memory leaks* no nosso pequeno programa, no estado em que está:

```
$ valgrind --tool=memcheck --leak-check=yes -q ./null
==8119== Use of uninitialised value of size 4
==8119==    at 0x8048429: main (in /home/taq/code/ruby/conhecendo-ruby/null)
==8119==
...
...
```

Não vamos entrar a fundo no uso do `Valgrind`, mas isso significa que nosso programa tem um problema. Vamos tentar remover o comentário da linha 10, onde está `free`, compilar e rodar o comando `valgrind` novamente:

³<http://valgrind.org>

```
$ gcc -o null null.c
$ valgrind --tool=memcheck --leak-check=yes -q ./null
==8793== Use of uninitialised value of size 4
==8793==     at 0x8048459: main (in /home/taq/code/ruby/conhecendo-ruby/null)
==8793==
```

Ainda não deu certo, e vamos voltar no comportamento já visto de erro do programa na hora em que executarmos ele. Vamos remover agora o comentário da linha 7, onde está `malloc`, e rodar novamente o `valgrind`:

```
$ gcc -o null null.c
$ valgrind --tool=memcheck --leak-check=yes -q ./null
hello world
```

Agora temos certeza de que está tudo ok! O Valgrind é uma ferramenta muito poderosa que quebra altos galhos.

Dica

Para termos um retorno exato do Valgrind de onde está o nosso problema, compilem o programa utilizando a opção `-g`, que vai inserir informações de *debugging* no executável. Se comentarmos novamente a linha 7, onde está `malloc`, vamos ter o seguinte resultado do `valgrind` quando compilarmos e executarmos ele novamente:

```
$ gcc -g -o null null.c
$ valgrind --tool=memcheck --leak-check=yes -q ./null
==9029== Use of uninitialised value of size 4
==9029==     at 0x8048459: main (null.c:8)
==9029==
```

Reparam que agora ele já dedurou que o problema está na linha 8 (`null.c:8`), onde está sendo copiado um valor para uma variável não alocada.

13.2.1 Pequeno detalhe: nem toda String usa malloc/free

Apesar de mostrar e chorar as pitangas sobre `malloc` e `free` acima (ah vá, vocês gostaram das dicas em C), nem toda `String` em Ruby (pelo menos nas versões 1.9.x para cima) são alocadas com `malloc`, diretamente no *heap*, que são os casos das chamadas "Strings de heap", mas existem também as "Strings compartilhadas", que são `Strings` que apontam para outras, ou seja, quando utilizamos algo como `str2 = str1`, vão apontar para o mesmo local e um outro tipo de `Strings`, as consideradas "Strings embutidas" ("*embedded*"), que são descritas a

seguir.

Os objetos em Ruby são basicamente criados todos na área de *heap* da memória, onde ocorre a alocação de memória com `malloc` e posterior coleta pelo garbage collector dos objetos que não estão sendo mais utilizados. Se você tem alguma dificuldade de decorar em que área da memória utilizamos `malloc`, decore a expressão "hippie maloqueiro", visualize a imagem e nunca mais você vai esquecer disso.

Essas `Strings` tem limites de até 11 caracteres em máquinas 32 bits e 23 caracteres em máquinas 64 bits, e tem, na estrutura interna de Ruby, um `array` de caracteres desses tamanhos respectivos já alocado, para onde a `String` é copiada direto, sem precisar da utilização de `malloc` e `free`, consequentemente, aumentando a velocidade. O nosso programa acima seria algo como:

```
#include <stdio.h>

int main() {
    char str[15] = "hello world";
    printf("%s\n", str);
    return 0;
}
```

Código 13.5: Strings com tamanho definido

Fica até mais simples, mas a sequência de caracteres fica "engessada" nos 15 caracteres. As `Strings` que ultrapassam esses limites são automaticamente criadas ou promovidas para `Strings` de *heap*, ou seja, usam `malloc/free`. Se você ficou curioso com os limites, pode compilar (compilado aqui com o `GCC` em um `GNU/Linux`) e rodar esse programa:

```
#include <stdio.h>
#include <limits.h>

int main() {
    int size = ((int) ((sizeof(void *) * 3) / sizeof(char)) - 1));
    printf("%d bits: %d bytes de comprimento\n", __WORDSIZE, size);
}
```

Código 13.6: Limites de String

O resultado vai ser algo como, em computadores com 64 bits:

64 bits: 23 bytes de comprimento

Se quisermos simular um ambiente de 32 bits, primeiro temos que instalar os recursos necessários para isso:

```
$ sudo apt install gcc-multilib
```

E compilar e rodar o programa dessa forma:

```
$ gcc -m32 -o gc3 gc3.c
$ ./gc3
32 bits: 11 bytes de comprimento
```

A sequência que Ruby vai fazer para definir uma `String` é basicamente:

- Se for uma cópia de outra `String`, vai ser criada uma `String` compartilhada, onde só vamos precisar de uma área de memória para armazenar os dados dela.
- Se a `String` cabe dentro dos valores que vimos acima, é criada uma `String` embutida/embedded, que é mais rápido do que alocar e desalocar a memória, apenas copiando para a estrutura que dá suporte à esse tipo de `String` (vista logo ali abaixo).
- Se não for nenhum desses casos acima, é criada uma `String` de *heap*, utilizando `malloc` para alocar o espaço (olhem aí o hippie maloqueiro de novo!).

Vamos fazer um *benchmark* para testar isso:

```

require 'benchmark'

Benchmark.bm do |bm|
  bm.report('alocando strings com menos de 23 caracteres') do
    1_000_000.times { s = '*' * 10 }
  end

  bm.report('alocando strings com 23 caracteres') do
    1_000_000.times { s = '*' * 23 }
  end

  bm.report('alocando strings com 24 caracteres') do
    1_000_000.times { s = '*' * 24 }
  end

  bm.report('alocando strings com mais de 24 caracteres') do
    1_000_000.times { s = '*' * 100 }
  end
end

```

Código 13.7: Benchmark com Strings de tamanhos diversos

Rodando o programa, podemos ver como existem similaridades entre as `Strings` embutidas e as alocadas, independente dos tamanhos das categorias:

```

$ ruby str_bench.rb
              user      system      total      real
alocando strings com menos de 23 caracteres 0.149636  0.000000  0.149636 ( 0.149654)
alocando strings com 23 caracteres          0.147452  0.000000  0.147452 ( 0.147464)
alocando strings com 24 caracteres          0.213678  0.000000  0.213678 ( 0.213690)
alocando strings com mais de 24 caracteres  0.218274  0.000000  0.218274 ( 0.218280)

```

Como curiosidade, essa é a estrutura que cuida de `Strings` no código de Ruby, `RString`, que é um dos tipos definidos como `RVALUE` na VM:

```

struct RString {
    struct RBasic basic;

    union {
        struct {
            long len;
            char *ptr;
            union {
                long capa;
                VALUE shared;
            } aux;
        } heap;
    };

    char ary[RSTRING_EMBED_LEN_MAX + 1];
} as;
};

```

Código 13.8: Limites

Se repararmos na primeira `union` definida, podemos ver que é ali que é gerenciado se vai ser utilizada uma `String` de `heap` ou embutida. Lembrem-se (ou saibam) que `unions` em C permitem que sejam armazenados vários tipos dentro dela, mas permite acesso a apenas um deles por vez.

Esse programa aqui vai produzir um efeito indesejado, pois é atribuído um valor no primeiro membro e logo após no segundo membro, que *sobreescrava* o valor do primeiro, deixando ele totalmente maluco no caso da conversão para um `int`:

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

union data {
    int id;
    char name[20];
};

int main() {
    union data d;
    d.id = 1;
    strcpy(d.name, "tag");
    printf("%d %s\n", d.id, d.name);
    return 0;
}

```

Código 13.9: Utilizando unions em C

Rodando o programa, temos algo como isso:

```
$ ./union  
7430516 taq
```

Agora, se utilizarmos cada membro da union **de cada vez**, temos o comportamento esperado:

```
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <string.h>  
  
union data {  
    int id;  
    char name[20];  
};  
  
int main() {  
    union data d;  
  
    d.id = 1;  
    printf("%d\n", d.id);  
  
    strcpy(d.name, "taq");  
    printf("%s\n", d.name);  
  
    return 0;  
}
```

Código 13.10: Utilizando unions corretamente em C

Rodando o programa:

```
$ ./union2  
1  
taq
```


Capítulo 14

Testes

Se você está aprendendo Ruby para utilizar depois Rails e não aprender a usar os recursos de testes do *framework*, que já vem todo estruturado, estará relegando um ganho de produtividade muito grande.

Testes unitários são meios de testar e depurar pequenas partes do seu código, para verificar se não tem alguma coisa errada acontecendo, "modularizando" a checagem de erros. Um sistema é feito de várias "camadas" ou "módulos", e os testes unitários tem que ser rodados nessas camadas.

Os testes não são só uma metodologia de decoreba. São uma cultura, uma prática, algo que deve ser transformado em um hábito. Deve ser algo que se incorpore de maneira transparente no seu dia-a-dia de desenvolvimento de código, o que com certeza vai aumentar muito a qualidade do seu código, a sua produtividade com o desenvolvimento do mesmo e a garantia de estar fazendo um investimento bem sólido para o futuro do seu projeto.

No filme "Shine - Brilhante", baseado na vida do pianista David Helfgott, interpretado de forma brilhante (o que refletiu no título em Português) por Geoffrey Rush, na hora de ensinar como tocar uma obra no piano, o professor diz que primeiro devemos decorar cada nota, e quando estivemos bons o suficiente, devemos esquecer as notas e aí sim tocar com a emoção. Desenvolver código orientado à testes é mais ou menos esse esquema: aprendemos **bem** o jeito de se fazer e depois ficamos tão acostumados que absorvemos sem esforço depois. Filme altamente recomendado, mostrando o protagonista que é um gênio na música e todos os perrengues que ele passou, além de música de ótima qualidade. A obra de Rachmaninoff é de uma beleza singular.

Prefiram testes do que *debug*. Uma hora ou outra vamos ter que usar *debug* nos nossos softwares, mas quanto mais testes fizermos, menos *debug* vamos precisar, sendo que quanto *menos* testes fizermos, *mais debug* vamos precisar, com certeza.

Para isso, é importante escolher uma ferramenta de testes que não seja difícil, burocrática ou

CAPÍTULO 14. TESTES

que fique mudando de sintaxe em toda versão. Fazer testes deve ser prazeroso e agregar valor para o desenvolvedor que usa a ferramenta. Se uma ferramenta de testes é muito complicada de utilizar, acaba gerando uma resistência em fazer testes e isso é muito ruim. Por sorte em Ruby temos várias ferramentas bem eficientes para isso.

Vamos usar de exemplo uma calculadora que só tem soma e subtração, então vamos fazer uma classe para ela, no arquivo `calc.rb`:

```
class Calculadora
  def soma(a, b)
    a + b
  end

  def subtrai(a, b)
    a - b
  end

  def media(colecao)
    val = colecao.valores
    val.reduce(:+) / val.size.to_f
  end
end
```

Código 14.1: Calculadora para testes

E agora o nosso teste propriamente dito, no arquivo `calc_test.rb`:

```
require 'test/unit'
require_relative 'calc'

class TesteCalculadora < Test::Unit::TestCase
  def setup
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  def test_adicao
    assert_equal(2, @calculadora.soma(1, 1), '1 + 1 = 2')
  end

  def test_subtracao
    assert_equal(0, @calculadora.subtrai(1, 1), '1 - 1 = 0')
  end

  def teardown
    @calculadora = nil
  end
end
```

Código 14.2: Testes para a calculadora

Deixei um método da calculadora, `media`, sem testes agora de propósito, para criarmos um teste mais tarde, mas **sempre testem todos os métodos do objeto**.

Rodando os testes:

```
$ ruby calc_test.rb
Loaded suite calc_test
Started
..
Finished in 0.000407485 seconds.
=====
2 tests, 2 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 pendings, 0 omissions, 0 notifications
100% passed
=====
4908.16 tests/s, 4908.16 assertions/s
```

Que é o resultado esperado quando todos os testes passam. Algumas explicações do arquivo de teste:

- A classe é estendida de `Test::Unit::TestCase`, o que vai “dedurar” que queremos executar os testes contidos ali.
- Temos o método `setup`, que é o “construtor” do teste, e vai ser chamado para todos os testes, não somente uma vez.
- Temos o método `teardown`, que é o “destrutor” do teste, e vai liberar os recursos alocados através do `setup`.
- Temos as asserções, que esperam que o seu tipo combine com o primeiro argumento, executando o teste especificado no segundo argumento, usando o terceiro argumento como uma mensagem de ajuda se por acaso o teste der errado.

Para demonstrar uma falha, faça o seu código de subtração da classe `Calculadora` ficar meio maluco, por exemplo, retornando o resultado mais 1, e rode os testes novamente:

```
$ ruby calc_test.rb
Loaded suite calc_test
Started
.F
=====
11:   end
12:
13:   def test_subtracao
=> 14:     assert_equal(0, @calculadora.subtrai(1, 1), '1 - 1 = 0')
15:   end
16:
17:   def teardown
calc_test.rb:14:in `test_subtracao'
1 - 1 = 0
<0> expected but was
<2>
```

CAPÍTULO 14. TESTES

```
Failure: test_subtracao(TesteCalculadora)
=====
Finished in 0.004781519 seconds.
-----
2 tests, 2 assertions, 1 failures, 0 errors, 0 pendings, 0 omissions, 0 notifications
50% passed
-----
418.28 tests/s, 418.28 assertions/s
```

No resultado é demonstrado exatamente o que falhou: na linha 14, o resultado esperado era 0, mas foi diferente, como indicado em <0> expected but as <2>, ou seja, era esperado 0 mas foi retornado 2.

No resumo, foram contabilizados 2 testes, 2 asserções, 1 falha, nenhum erro, testes pendentes, omissões ou notificações, sendo que:

- Testes são a quantidade de métodos de teste (que começam com `test_`) encontrados no arquivo.
- A quantidade de asserções (métodos que testam algo, que começam com `assert_`) encontradas no arquivo.
- A quantidade de falhas encontradas, 1 no caso acima, onde uma asserção falhou.
- A quantidade de erros encontrados. Os erros são contabilizados se por acaso alguma coisa quebrou no código testado ou no código do teste. Experimentem trocar `a - b` no método de subtração para `a - b - x` para verem um erro disparar e ser contabilizado.
- A quantidade de testes pendentes. Podemos marcar algum teste dessa forma se por acaso ainda não temos o código pronto ou ele precisa de determinada condição. Isso é importante pois quando fazemos os testes já temos em mente como o código deve se comportar e devemos expressar isso nos testes até escrever o código para satisfazer o teste. As pendências são também como um marcador `TODO` para ficar nos enchendo o saco até finalmente escrever o código para remover o marcador, mas é **muito importante** já deixar isso parametrizado. Um exemplo de teste pendente pode ser visto abaixo.
- A quantidade de testes que foram omitidos. Isso pode ser utilizado para omitir testes, mas **deixar isso bem claro na suíte de testes**, por causa de alguma coisa que ainda está errada ou por um determinado comportamento. Um exemplo de teste omitido pode ser visto abaixo.
- A quantidade de notificações. As notificações podem ser utilizadas como mensagens de debug durante os testes, para acompanharmos determinadas coisas que podem acontecer durante os testes. Um exemplo de notificações pode ser visto abaixo.

Exemplo de teste pendente:

```
require 'test/unit'  
require_relative 'calc'  
  
class TesteCalculadora < Test::Unit::TestCase  
  def setup  
    @calculadora = Calculadora.new  
  end  
  
  def test_adicao  
    assert_equal(2, @calculadora.soma(1, 1), '1 + 1 = 2')  
  end  
  
  def test_subtracao  
    assert_equal(0, @calculadora.subtrai(1, 1), '1 - 1 = 0')  
  end  
  
  def test_raiz_quadrada  
    pending('Ainda não fizemos esse método')  
    assert_equal(2, @calculadora.raiz_quadrada(4), '2 é raiz de 4')  
  end  
  
  def teardown  
    @calculadora = nil  
  end  
end
```

Código 14.3: Teste pendente

Exemplo de testes omitidos:

```
require 'test/unit'
require_relative 'calc'

class TesteCalculadora < Test::Unit::TestCase
  def setup
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  def test_adicao
    assert_equal(2, @calculadora.soma(1, 1), '1 + 1 = 2')
  end

  def test_subtracao
    assert_equal(0, @calculadora.subtrai(1, 1), '1 - 1 = 0')
  end

  def test_raiz_quadrada
    omit('Fugi da escola, não sei fazer isso')
    assert_true(1 == 1)
  end

  def test_linux
    omit_unless('Só funciona no Linux', RUBY_PLATFORM.match?(/linux/i))
    assert_true(Dir.exist?('/tmp'))
  end

  def test_tarde
    omit_if('Só roda à tarde', Time.now.hour >= 12)
    assert_true(Time.hour.hour >= 12)
  end

  def teardown
    @calculadora = nil
  end
end
```

Código 14.4: Testes omitidos

Exemplo de testes com notificações:

```
require 'test/unit'  
require_relative 'calc'  
  
class TesteCalculadora < Test::Unit::TestCase  
  def setup  
    @calculadora = Calculadora.new  
  end  
  
  def test_adicao  
    assert_equal(2, @calculadora.soma(1, 1), '1 + 1 = 2')  
  end  
  
  def test_subtracao  
    notify('Começando o teste de subtração')  
    assert_equal(0, @calculadora.subtrai(1, 1), '1 - 1 = 0')  
    notify('Teste de subtração terminado')  
  end  
  
  def teardown  
    @calculadora = nil  
  end  
end
```

Código 14.5: Testes com notificações

Além de `assert_equal`, temos várias outras asserções:

- `assert_nil`
- `assert_not_nil`
- `assert_not_equal`
- `assert_instance_of`
- `assert_kind_of`
- `assert_match`
- `assert_no_match`
- `assert_same`
- `assert_not_same`
- `assert_true`

Vamos incluir algumas outras:

```
require "test/unit"
require_relative "calc"

class TesteCalculadora < Test::Unit::TestCase
  def setup
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  def test_objeto
    assert_kind_of Calculadora, @calculadora
    assert_match /^\d$/, @calculadora.soma(1, 1).to_s
    assert_respond_to @calculadora, :soma
    assert_same @calculadora, @calculadora
  end

  def test_objetos
    assert_operator @calculadora.soma(1, 1), :>, @calculadora.soma(1, 0)
  end

  def test_adicao
    assert_equal 2, @calculadora.soma(1, 1), "1 + 1 = 2"
  end

  def test_subtracao
    assert_equal 0, @calculadora.subtrai(1, 1), "1 - 1 = 0"
  end

  def teardown
    @calculadora = nil
  end
end
```

Código 14.6: Testes com mais asserções

Rodando os novos testes:

```
%% ruby calc_test2.rb
Loaded suite calc_test2
Started
....
Finished in 0.000745739 seconds.
-----
4 tests, 7 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 pendings, 0 omissions, 0 notifications
100% passed
-----
```

14.1 Modernizando os testes

A partir da versão 1.9.x de Ruby, podemos contar com o *framework* de testes Minitest, e podemos reescrever nosso teste da calculadora dessa forma, definida no arquivo `minitest1.rb`:

```
require 'minitest/autorun'
require_relative 'calc'

class TesteCalculadora < Minitest::Test
  def setup
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  def teardown
    @calculadora = nil
  end

  def test_objeto
    assert_kind_of Calculadora, @calculadora
    assert_match /^\d$/, @calculadora.soma(1, 1).to_s
    assert_respond_to @calculadora, :soma
    assert_same @calculadora, @calculadora
  end

  def test_objetos
    assert_operator @calculadora.soma(1, 1), :>, @calculadora.soma(1, 0)
  end

  def test_adicao
    assert_equal 2, @calculadora.soma(1, 1), "1 + 1 = 2"
  end

  def test_subtracao
    assert_equal 0, @calculadora.subtrai(1, 1), "1 - 1 = 0"
  end
end
```

Código 14.7: Utilizando Minitest

Mas que? Aparentemente só mudou no código de onde herdávamos de `Test::Unit::TestCase` e agora é `Minitest::Test`?

14.1.1 Randomizando os testes

Qual a vantagem? Antes de mais nada, vamos rodar o teste para ver o resultado:

```
Run options: --seed 21510
```

```
# Running:
```

```
....
```

```
Finished in 0.001438s, 2781.7882 runs/s, 5563.5764 assertions/s.
```

```
4 runs, 8 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

Reparam em `--seed 21510`. Ali é indicado que os testes são executados em ordem randômica, prevenindo a sua suíte de testes de ser executada dependente da ordem dos testes, o que ajuda a prevenir algo chamado de "*state leakage*"("vazamento de estado") entre os testes. Os testes tem que ser executados independente de sua ordem, e para isso o Minitest gera uma *seed* randômica para a execução dos testes. Se precisarmos executar os testes novamente com a mesma *seed*, já que ela vai ser alterada a cada vez que executamos os testes, podemos utilizar:

```
$ ruby minitest1.rb --seed 21510
```

14.1.2 Testando com specs

Também podemos testar utilizando *specs*, no estilo do RSpec, reescrevendo o código dessa maneira:

```
require 'minitest/autorun'
require_relative 'calc'

describe Calculadora do
  before do
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  after do
    @calculadora = nil
  end

  describe 'objeto' do
    it 'deve ser do tipo de Calculadora' do
      expect(@calculadora).must_be_kind_of Calculadora
    end

    it 'deve ter um método para somar' do
      expect(@calculadora).must_respond_to :soma
    end

    it 'deve ter um método para subtrair' do
      expect(@calculadora).must_respond_to :subtrai
    end
  end

  describe 'soma' do
    it 'deve ser igual a 2' do
      expect(@calculadora.soma(1, 1)).must_equal 2
    end
  end

  describe 'subtração' do
    it 'deve ser igual a 0' do
      expect(@calculadora.subtrai(1, 1)).must_equal 0
    end
  end
end
```

Código 14.8: Testes da calculadora com specs

Rodando o programa:

```
$ ruby calc_spec.rb
Run options: --seed 50323

# Running:
```

.....

Finished in 0.001507s, 3317.3327 runs/s, 3317.3327 assertions/s.

5 runs, 5 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips

Agora já mudou bastante o código dos testes, mais organizados e contextualizados, mas não a saída, que continua a mesma.

Podemos usar alguns atalhos como `let`, ao invés do método `before`, que é um método **lazy** e só executa o bloco quando é invocado:

```
require 'minitest/autorun'  
require_relative 'calc'  
  
describe "Calculadora" do  
  let(:calculadora) { Calculadora.new }  
  ...
```

Podemos pular algum teste (lemboram dos omitidos acima?), utilizando `skip`:

```
it "deve ter um método para multiplicar" do  
  skip "ainda não aprendi como multiplicar"  
  calculadora.must_respond_to :multiplicar  
end
```

14.1.3 Benchmarks

O Minitest já vem com recursos de *benchmarks*:

```
require 'minitest/autorun'
require 'minitest/benchmark'
require_relative 'calc'

describe 'Calculadora Benchmark' do
  before do
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  bench_performance_constant 'primeiro algoritmo', 0.001 do |n|
    100.times do |v|
      @calculadora.soma(n, v)
    end
  end

  bench_performance_constant 'segundo algoritmo', 0.001 do |n|
    100.times do |v|
      @calculadora.soma(v, n)
    end
  end
end
```

Código 14.9: Testes com benchmark

Rodando o programa:

```
$ ruby calc_bench_spec.rb
Run options: --seed 14916

# Running:

bench_primeiro_algoritmo 0.000024 0.000019 0.000017 0.000013 0.000024
bench_segundo_algoritmo 0.000022 0.000012 0.000013 0.000011 0.000019

Finished in 0.042308s, 47.2726 runs/s, 47.2726 assertions/s.

2 runs, 2 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

14.2 Mocks

Temos um sistema básico e fácil para utilizar `mocks`¹, onde podemos simular o comportamento de um objeto complexo, ainda não acessível ou construído ou impossível de ser incorporado no teste, e verificar se os métodos dele foram acionados. Um `mock` é recomendado se:

- Gera resultados não determinísticos (ou seja, que exibem diferentes comportamentos cada

¹http://pt.wikipedia.org/wiki/Mock_Object

vez que são executados)

- Tem estados que são difíceis de criar ou reproduzir (por exemplo, erro de comunicação da rede)
- É lento (por exemplo, um banco de dados completo que precisa ser inicializado antes do teste)
- Ainda não existe ou pode ter comportamento alterado
- Teriam que adicionar informações e métodos exclusivamente para os testes (e não para sua função real)

Um mock é praticamente um dublê do seu objeto real, para ser utilizado em cenas perigosas ou quando o original é muito complexo para determinada tarefa.

Existem algumas *gems* para utilizarmos *mocks*, como a [Mocha](#), que tem vários recursos interessantes, mas com o [Minitest](#) grande parte do que precisamos já está pronto.

Agora vamos utilizar o método chamado `media`, que vai receber e calcular a média de uma coleção e utilizar um `Mock` para simular um **objeto** de coleção (apesar que poderia facilmente ser um `Array`). Para isso, vamos ver agora o teste, mostrando somente o método que utiliza o `Mock`:

```
require 'minitest/autorun'
require_relative 'calc'

describe Calculadora do
  before do
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  after do
    @calculadora = nil
  end

  describe 'média' do
    it 'deve ser igual a 2' do
      colecao = MiniTest::Mock.new
      colecao.expect :valores, [1, 2, 3]
      @calculadora.media(colecao)
      colecao.verify
    end
  end
end
```

Código 14.10: Mocks

"Falsificamos" um objeto, com um método chamado `valores`, que retorna um `Array` de 3 `Fixnum's`:

[1, 2, 3]. A instrução ali é algo como "ei, quando o método `valores` for acionado em `colecao`, retorne aquele `Array` que indicamos e **verifique** que ele foi chamado". A verificação é feita pela asserção `assert_mock` mas pode ser também feita pelo método `verify`.

14.3 Stubs

Também podemos ter `stubs`², que podem ser utilizados como substitutos temporários de **métodos** que demorem muito para executar, consumam muito processamento, etc. No caso dos Stubs do Minitest, eles duram dentro e enquanto durar o bloco que foram definidos:

```
require 'minitest/autorun'
require_relative 'calc'

describe Calculadora do
  before do
    @calculadora = Calculadora.new
  end

  after do
    @calculadora = nil
  end

  describe 'soma maluca' do
    it 'deve ser igual a 3' do
      @calculadora.stub :soma, 3 do
        expect(@calculadora.soma(1, 1)).must_equal 3
      end
    end
  end
end
```

Código 14.11: Stubs

Vejam que aqui eu só substitui temporariamente o método, sem verificar que ele estava sendo chamado de alguma forma, como fizemos com o `mock`. No `mock` é testado um comportamento enquanto que no `stub` está sendo definido esse comportamento.

Esse exemplo foi para efeitos puramente didáticos - e inúteis, do ponto de vista de uma calculadora que iria retornar um valor totalmente inválido - mas serve para mostrar como podemos fazer uso de `stubs`.

14.4 Expectations

Vamos ver algumas das `expectations`³ do Minitest. Para testarmos uma condição inversa, na maioria das vezes é só trocar **must** para **wont**, por exemplo, **must_be** por **wont_be**:

²<http://pt.wikipedia.org/wiki/Stub>

³<http://www.ruby-doc.org/stdlib-1.9.3/libdoc/minitest/spec/rdoc/MiniTest/Expectations.html>

- **must_be** - Testa uma condição comparando o valor retornado de um método:

```
10.must_be :<, 20
```

- **must_be_empty** - Deve ser vazio:

```
[] .must_be_empty
```

- **must_be_instance_of** - Deve ser uma instância de uma classe:

```
"oi" .must_be_instance_of String
```

- **must_be_kind_of** - Deve ser de um determinado tipo:

```
1.must_be_kind_of Numeric
```

- **must_be_nil** - Deve ser nulo:

```
a = nil  
a.must_be_nil
```

- **must_be_same_as** - Deve ser o mesmo objeto:

```
a = "oi"  
b = a  
a.must_be_same_as b
```

- **must_be_silent** - O bloco não pode mandar nada para `stdout` ou `stderr`:

```
-> {} .must_be_silent  
=> true  
-> { puts "oi" } .must_be_silent  
1) Failure:  
test_0002_should be silent (Test) [minitest.rb:10]:  
In stdout.
```

- **must_be_within_delta(exp,act,delta,msg)** - Compara `Floats`, verificando se o valor de `exp` tem uma diferença de no máximo `delta` de `act`, comparando se `delta` é maior que o o valor absoluto de `exp-act` (`(exp-act).abs`):

```
1.01.must_be_within_delta 1.02, 0.1  
=> true  
1.01.must_be_within_delta 1.02, 0.1  
Expected |1.02 - 1.01| (0.0100000000000009) to be < 0.009
```

- **must_be_within_epsilon(exp,act,epsilon,msg)** - Similar ao `delta`, mas `epsilon` é uma medida de erro relativa aos pontos flutuantes. Compara utilizando **must_be_within_delta**, calculando `delta` como o valor mínimo entre `exp` e `act`, vezes `epsilon` (`must_be_within_delta(exp, act, [exp, act].min*epsilon)`).

- **must_equal** - Valores devem ser iguais. Para `Floats`, use `must_be_within_delta` explicada logo acima.

```
a.must_equal b
```

- **must_include** - A coleção deve incluir o objeto:

```
(0..10).must_include 5
```

- **must_match** - Deve "casar":

```
"1".must_match /\d/
```

- **must_output(stdout,stderr)** - Deve imprimir determinado o resultado esperado em `stdout` ou `stderr`. Para testar somente em `stderr`, envie `nil` no primeiro argumento:

```
-> { puts "oi" }.must_output "oi\n"
=> true
-> { }.must_output "oi\n"
1) Failure:
test_0004_should output (Test) [minitest.rb:20]:
In stdout.
```

- **must_raise** - Deve disparar uma `Exception`:

```
-> { 1+"um" }.must_raise TypeError
=> true
-> { 1+1 }.must_raise TypeError
1) Failure:
test_0005_should raises an exception (Test) [minitest.rb:25]:
TypeError expected but nothing was raised.
```

- **must_respond_to** - Deve responder à um determinado método:

```
"oi".must_respond_to :upcase
```

- **must_send** - Deve poder ser enviado determinado método com argumentos:

```
must_send ["eustáquio", :slice, 3, 3]
```

- **must_throw** - Deve disparar um `throw`:

```
->{ throw :custom_error }.must_throw :custom_error
```

Já deixando claro que existe uma pequena grande diferença entre `kind_of?` (tipo de) e `instance_of?` (instância de).

Deêm uma olhada nesse código:

```
class A; end
class B < A; end

b = B.new
b.instance_of?(B)
=> true

b.instance_of?(A)
=> false
b.kind_of?(B)
=> true
b.kind_of?(A)
=> true

A === b
=> true

B === b
true
```

Dá para perceber que `==`, para classes, é um *alias* de `kind_of?`.

14.5 Testes automáticos

Nada mais chato do que ficar rodando os testes manualmente após alterarmos algum conteúdo. Para evitar isso, temos algumas ferramentas como o `Guard`⁴, que automatizam esse processo. Podemos instalar as seguintes *gems* para utilizar `Guard` e `Minitest`:

```
$ gem install guard guard-minitest
```

Após isso, podemos executar:

```
$ guard init minitest
```

Deixar o arquivo `Guardfile` criado dessa maneira:

⁴<https://github.com/guard/guard>

```
guard :minitest do
  watch(%r{^spec/(.*)_spec\.rb$})
  watch(%r{^(+)\.rb$}) { |it| "spec/#{it[1]}_spec.rb" }
end
```

Código 14.12: Guardfile

Criar um diretório chamado `spec` (viram ele referenciado ali em cima?) com arquivos chamados `*_spec.rb` (também viram a máscara `*_spec.rb` ali?), copiar o arquivo `calc_spec3.rb` para `spec/calc_spec.rb` e finalmente rodar o comando `guard`:

```
$ guard
...
22:38:18 - INFO - Guard is now watching
[1] guard(main) >
```

Os testes encontrados vão ser avaliados sempre que algum arquivo com a extensão `.rb` no diretório corrente ou algum arquivo com o nome `*_spec.rb` for alterado.

Note que a configuração do `Guardfile` procura saber qual é o teste para ser rodado através do nome do arquivo `.rb` modificado, inserindo `_spec` no final do nome dele.

14.6 Diferentes formatos de saída

Podemos alterar os formatos de saída dos nossos testes, utilizando a `gem minitest-reporters`⁵, que vai dar *feedback* visual de acordo com o estilo do relatório selecionado. Para instalar a `gem`:

```
$ gem install minitest-reporters
```

Pegando o nosso arquivo `calc_spec.rb` utilizado acima, alterando no começo dele para utilizar a `gem`:

⁵<https://github.com/minitest-reporters/minitest-reporters>

```
require 'minitest/autorun'  
require_relative 'calc'  
  
require "minitest/reporters"  
Minitest::Reporters.use!  
  
describe Calculadora do  
  before do  
    @calculadora = Calculadora.new  
  end  
  
  after do  
    @calculadora = nil  
  end  
  
  describe 'objeto' do  
    it 'deve ser do tipo de Calculadora' do  
      expect(@calculadora).must_be_kind_of Calculadora  
    end  
  
    it 'deve ter um método para somar' do  
      expect(@calculadora).must_respond_to :soma  
    end  
  
    it 'deve ter um método para subtrair' do  
      expect(@calculadora).must_respond_to :subtrai  
    end  
  end  
  
  describe 'soma' do  
    it 'deve ser igual a 2' do  
      expect(@calculadora.soma(1, 1)).must_equal 2  
    end  
  end  
  
  describe 'subtração' do  
    it 'deve ser igual a 0' do  
      expect(@calculadora.subtrai(1, 1)).must_equal 0  
    end  
  end  
end
```

Código 14.13: Testes com report padrão

Rodando o programa vamos ter uma saída como a visualizada logo abaixo, com o relatório DefaultReporter, o que é especificado por padrão:

```
# Running tests with run options --seed 46272:  
.....  
Finished tests in 0.003731s, 1340.2968 tests/s, 1340.2968 assertions/s.  
  
5 tests, 5 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

Temos alguns outros relatórios disponíveis:

- **Minitest::Reporters::DefaultReporter**, versão standard com pontos verdes e vermelhos
- **Minitest::Reporters::SpecReporter**, mostra os testes dentro de *specs* e contextos
- **Minitest::Reporters::ProgressReporter**, mostra como uma barra de progresso
- **Minitest::Reporters::RubyMateReporter**, desenhado para o uso na IDE RubyMate
- **Minitest::Reporters::RubyMineReporter**, desenhado para o uso na IDE RubyMine
- **Minitest::Reporters::JUnitReporter**, desenhado no formato do JUnit para JetBrains TeamCity
- **Minitest::Reporters::MeanTimeReporter**, mostra um resumo mostrando os testes mais lentos
- **Minitest::Reporters::HtmlReporter**, gera um relatório HTML com o resultado dos testes

Para alterar o relatório, é muito fácil, bastante especificar após o método `use!`. Vamos alterar para o relatório de *specs*:

```
Minitest::Reporters.use! Minitest::Reporters::SpecReporter.new
```

que resultará em algo como

```
Started with run options --seed 55027

Calculadora::soma
  test_0001_deve ser igual a 2                         PASS (0.00s)

Calculadora::subtração
  test_0001_deve ser igual a 0                         PASS (0.00s)

Calculadora::objeto
  test_0003_deve ter um método para subtrair          PASS (0.00s)
  test_0002_deve ter um método para somar            PASS (0.00s)
  test_0001_deve ser do tipo de Calculadora          PASS (0.00s)

Finished in 0.00425s
5 tests, 5 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

E agora com o relatório de progresso:

```
Minitest::Reporters.use! Minitest::Reporters::ProgressReporter.new
```

que resultará em algo como

```
Started with run options --seed 64182
5/5: [=====] 100% Time: 00:00:00, Time: 00:00:00
Finished in 0.00304s
5 tests, 5 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

Particularmente, gosto do relatório de progresso pois não precisamos deslizar a tela para ver o resultado, temos uma previsão visual interessante de quantos testes estão sendo executados e quantos faltam, e se algum falhar, é demonstrado logo abaixo da barra.

Outros exemplos de saída podem ser vistos na [documentação da gem](#).

14.7 Debugging

Apesar de ainda reforçar que se você cercar o seu código com testes a necessidade de *debugging* cai consideravelmente, podemos precisar desse recurso alguma hora. Existem algumas *gems* que trazem recursos interessantes para isso, como a `debug`⁶ e a `byebug`⁷, mas Ruby já tem disponível um recurso muito interessante usando o `irb`.

Vamos imaginar que temos nossa classe `Carro` e queremos inserir um *breakpoint* logo no final do método `initialize`, o que vai nos permitir inspecionar as coisas por ali. Vamos utilizar `binding.irb` para inserir o *breakpoint*, conforme demonstrado ali na linha 13, com uma seta ao lado esquerdo do número da linha, na imagem demonstrada logo após o código abaixo:

```
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor
  @@qtde = 0

  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
    @@qtde += 1

    binding.irb
  end
end

Carro.new(:fiat, :pulse, :branco, 40)
```

Código 14.14: Debugging com irb

Isso irá parar o processamento, abrir o `irb` e produzir algo como:

⁶<https://github.com/ruby/debug>

⁷<https://github.com/deivid-rodriguez/byebug>

```
From: carro.rb @ line 13 :  
8:     @modelo = modelo  
9:     @cor    = cor  
10:    @tanque = tanque  
11:    @@qtdde += 1  
12:  
⇒ 13:     binding.irb  
14:   end  
15: end  
16:  
17: Carro.new(:fiat, :pulse, :branco, 40)  
  
3.3.0 :001 > @modelo  
⇒ :pulse  
3.3.0 :002 > exit
```

Onde podemos ver que logo após o `irb` ser aberto, conseguimos digitar alguns comandos, nesse caso vendo o conteúdo da variável `@modelo` e digitando `exit` para sair do `irb`.

Capítulo 15

Criando gems

Podemos criar *gems* facilmente, desde escrevendo os arquivos de configuração "na unha", até utilizando a *gem bundle*, que provavelmente já se encontra instalada no sistema.

15.1 Criando a gem

Vamos construir uma *gem* para "aportuguesar"os métodos `even?` e `odd?`, traduzindo-os respectivamente para `par?` e `impar?`. Para criar a nova *gem*, chamada `portnum`, podemos digitar o comando abaixo e responder algumas questões que nos são apresentadas da maneira que achamos melhor (ficando a recomendação de responder `minitest` quando perguntado sobre testes):

```
$ bundle gem portnum  
Creating gem 'portnum'...
```

Quando rodar o comando, vai ser perguntado se queremos algum mecanismo de *continuous integration* para a *gem*. Podemos responder com `none` agora. Logo após, se queremos adicionar o `rubocop`. Podemos por enquanto responder com `n`, "não".

Esse comando gera um diretório chamado `portnum`, com a seguinte estrutura de diretório/arquivos, inclusive já dentro de um repositório do `Git`:

```
bin  
Gemfile  
.git
```

```
.gitignore  
lib  
portnum.gemspec  
Rakefile  
README.md  
test
```

O ponto-chave é o arquivo portnum.gemspec:

```
# frozen_string_literal: true  
  
require_relative "lib/portnum/version"  
  
Gem::Specification.new do |spec|  
  spec.name          = "portnum"  
  spec.version       = Portnum::VERSION  
  spec.authors       = ["Eustáquio Rangel"]  
  spec.email         = ["taq@eustaquierangel.com"]  
  
  spec.summary        = "TODO: Write a short summary, because RubyGems requires one."  
  spec.description    = "TODO: Write a longer description or delete this line."  
  spec.homepage      = "TODO: Put your gem's website or public repo URL here."  
  spec.required_ruby_version = Gem::Requirement.new(">= 2.3.0")  
  
  spec.metadata["allowed_push_host"] = "TODO: Set to 'http://mygemserver.com'"  
  
  spec.metadata["homepage_uri"] = spec.homepage  
  spec.metadata["source_code_uri"] = "TODO: Put your gem's public repo URL here."  
  spec.metadata["changelog_uri"] = "TODO: Put your gem's CHANGELOG.md URL here."  
  
  # Specify which files should be added to the gem when it is released.  
  # The `git ls-files -z` loads the files in the RubyGem that have been added into git.  
  spec.files = Dir.chdir(File.expand_path(__dir__)) do  
    `git ls-files -z`.split("\x0").reject { |it| it.match(%r{^(test|spec|features)/}) }  
  end  
  spec.bindir        = "exe"  
  spec.executables   = spec.filesgrep(%r{\.exe/}) { |it| File.basename(it) }  
  spec.require_paths = ["lib"]  
  
  # Uncomment to register a new dependency of your gem  
  # spec.add_dependency "example-gem", "~> 1.0"  
  
  # For more information and examples about making a new gem, checkout our  
  # guide at: https://bundler.io/guides/creating\_gem.html  
end
```

Temos que preencher com os dados necessários:

```

# frozen_string_literal: true

require_relative "lib/portnum/version"

Gem::Specification.new do |spec|
  spec.name          = "portnum"
  spec.version       = Portnum::VERSION
  spec.authors       = ["Eustáquio Rangel"]
  spec.email         = ["taq@eustaquierangel.com"]

  spec.summary        = "Aportuguesamento de números"
  spec.description    = "Adiciona os métodos par? e impar? na classe Numeric"
  spec.homepage       = "http://github.com/taq/portnum"
  spec.required_ruby_version = Gem::Requirement.new(">= 2.3.0")

  spec.metadata["allowed_push_host"] = "TODO: Set to 'http://mygemserver.com'"

  spec.metadata["homepage_uri"] = spec.homepage
  spec.metadata["source_code_uri"] = "http://github.com/taq/portnum"
  spec.metadata["changelog_uri"] = "http://github.com/taq/portnum/CHANGELOG.md"

  # Specify which files should be added to the gem when it is released.
  # The `git ls-files -z` loads the files in the RubyGem that have been added into git.
  spec.files = Dir.chdir(File.expand_path(__dir__)) do
    `git ls-files -z`.split("\x0").reject { |it| it.match(%r{^(test|spec|features)/}) }
  end
  spec.bindir        = "exe"
  spec.executables   = spec.files.grep(%r{^exe/}) { |it| File.basename(it) }
  spec.require_paths = ["lib"]

  # Uncomment to register a new dependency of your gem
  # spec.add_dependency "example-gem", "~> 1.0"

  # For more information and examples about making a new gem, checkout our
  # guide at: https://bundler.io/guides/creating_gem.html
end

```

Código 15.1: Arquivo de criação de gems

Dentro do diretório lib, se encontram os seguintes arquivos:

```

$ ls -lah lib
portnum
portnum.rb

$ ls -lah lib/portnum
version.rb

```

Dentro do arquivo version.rb, temos:

```
$ cat lib/portnum/version.rb
# frozen_string_literal: true

module Portnum
  VERSION = "0.1.0"
end
```

Que vai definir o número de versão da nossa *gem*. Dentro do arquivo `portnum.rb`, temos:

```
$ cat lib/portnum.rb
require_relative "portnum/version"

module Portnum
  class Error < StandardError; end
  # Your code goes here...
end
```

Esse é o código que vai ser carregado quando a gem for requisitada. Vamos alterar a classe `Numeric` nesse arquivo (`lib/portnum.rb`), para implementar os nossos dois métodos:

```
# frozen_string_literal: true

require_relative "portnum/version"

class Numeric
  def par?
    self % 2 == 0
  end

  def impar?
    self % 2 != 0
  end
end
```

Código 15.2: Código da gem

15.2 Testando a gem

Antes de construir nossa *gem*, vamos criar alguns testes no diretório `test`, que deve estar criado:

```
# frozen_string_literal: true

require "test_helper"

class PortnumTest < Minitest::Test
  def test_that_it_has_a_version_number
    refute_nil ::Portnum::VERSION
  end

  def test_par
    assert_respond_to 1, :par?
  end

  def test_par_ok
    assert 2.par?
    assert !1.par?
  end

  def test_impar
    assert_respond_to 1, :impar?
  end

  def test_impar_ok
    assert 1.impar?
    assert !2.impar?
  end
end
```

Código 15.3: Código do teste da gem

Rodando os testes:

```
rake test
Run options: --seed 22058

# Running:

.....
Finished in 0.001631s, 3066.3409 runs/s, 4292.8773 assertions/s.

5 runs, 7 assertions, 0 failures, 0 errors, 0 skips
```

15.3 Construindo a gem

Agora que verificamos que tudo está ok, vamos construir a nossa *gem*:

```
$ rake build  
portnum 0.1.0 built to pkg/portnum-0.1.0.gem.
```

```
$ ls -lah pkg/  
portnum-0.1.0.gem
```

Olha lá a nossa *gem*! Agora vamos instalá-la:

```
$ rake install  
portnum 0.1.0 built to pkg/portnum-0.1.0.gem.  
portnum (0.1.0) installed.
```

Testando se deu certo:

```
$ irb  
  
require "portnum"  
=> true  
1.par?  
=> false  
1.impar?  
=> true
```

15.4 Publicando a gem

Podemos publicar a gem facilmente para o [RubyGems.org](#), que é o repositório oficial de *gems* para Ruby. Primeiro temos que criar uma conta no site e depois, indo em

https://rubygems.org/profile/api_keys/new

gerar uma chave de API nova, que vai ser utilizada para nos identificar no momento em que estivemos enviando uma nova versão de *gem* para o site.

Essa chave é pessoal e deve ficar secreta guardada em um lugar seguro. Se alguém tiver acesso à ela, pode publicar uma *gem* como se fosse você, então, cuidado!

Após gerar a chave, ela vai ser mostrada na tela e, **muito importante**, ela deve ser copiada e salva para um arquivo YAML em `~/.gem/credentials`:



API keys

Note that we won't be able to show the key to you again. New API key:

```
$ cat ~/.gem/credentials  
---  
:rubygems_api_key: nananinanana
```

Recomendo fortemente utilizar um segundo fator de autenticação na sua conta. No site [tem uma seção para configurar a autenticação em múltiplos fatores](#), sendo que pode ser utilizado um aplicativo (como o [Authy](#), o [Google Authenticator](#), etc.) ou um dispositivo físico como uma [Yubikey](#). Lembrem-se: vocês estão expondo o seu código para o público, que está confiando que, esperando o seu código fazer o que se propõe e não ser nocivo, está **confiando** em você. Temos que minimizar qualquer chance de dar alguma brecha para alguém conseguir invadir a sua conta, se passar por você e causar algum dano.

Tudo pronto, é só usar o comando `gem push`:

```
$ gem push portnum-0.1.0.gem
```

Se quisermos fazer os seguintes passos:

- Executar o `build`
- Criar uma tag no `git` e fazer um `push` para o repositório de código
- Publicar a `gem` no `RubyGems.org`

podemos utilizar:

```
$ rake release  
portnum 0.1.0 built to pkg/portnum-0.1.0.gem  
Tagged v0.1.0  
...
```

Para ver todas as tasks que o Rake suporta:

```
$ rake -T
rake build          # Build portnum-0.1.0.gem into the pkg directory
rake clean          # Remove any temporary products
rake clobber         # Remove any generated files
rake install         # Build and install portnum-0.1.0.gem into system gems
rake install:local   # Build and install portnum-0.1.0.gem into system gems without
                     # network access
rake release[remote] # Create tag v0.1.0 and build and push portnum-0.1.0.gem to Rubygems
rake test            # Run tests
```

15.5 Extraindo uma gem

Podemos extrair o código (com toda a estrutura de diretórios) contido em uma *gem* utilizando o comando `gem` com a opção `unpack`:

```
$ gem unpack portnum
```

Ou, no caso de não ter as *gems* instaladas, utilizando a ferramenta GNU `tar`:

```
$ tar xvf portnum-0.1.0.gem data.tar.gz
$ tar tvf data.tar.gz
```

15.6 Assinando uma gem

Em razão de um problema de comprometimento do [RubyGems](#) em Janeiro de 2013, os autores de *gems* foram instruídos a assinarem as suas *gems* usando um certificado auto-assinado baseado com [RSA](#), de forma que quando instaladas ou atualizadas, as *gems* possam ter a sua integridade verificada.

15.6.1 Criando um certificado

Para criar o seu certificado, digite o seguinte comando, trocando `<seu_email>` para o email que deseja que esteja associado ao certificado, digitando a senha do certificado (não se esqueça dela!) duas vezes:

```
$ gem cert --build <seu_email>
Passphrase for your Private Key:
Please repeat the passphrase for your Private Key:
Certificate: /home/taq/gem-public_cert.pem
```

```
Private Key: /home/taq/gem-private_key.pem
Don't forget to move the key file to somewhere private!
```

Podemos ver que foram criados dois arquivos no diretório corrente:

- gem-public_cert.pem
- gem-private_cert.pem

É uma boa idéia movermos esses arquivos para um diretório específico, como por exemplo, `/.gemcert`:

```
$ mkdir ~/.gemcert
```

```
$ mv -v gem-p* ~/.gemcert/
"gem-private_key.pem" -> "/home/taq/.gemcert/gem-private_key.pem"
"gem-public_cert.pem" -> "/home/taq/.gemcert/gem-public_cert.pem"
```

Uma **grande** diferença entre esses arquivos é que o **private** tem que ficar bem guardado em segredo, sem divulgar ou entregar para alguém, para evitar que alguém se faça passar por você, enquanto o **public pode e deve ser publicado** para que as pessoas possam conferir a assinatura da `gem` que usa esse certificado, no velho esquema de chaves públicas e privadas.

15.6.2 Adaptando a gem para usar o certificado

Vamos pegar como exemplo uma `gem` que mantenho, a [Traquitana](#). Para indicar que ela vai utilizar o meu certificado, vou inserir as seguintes linhas no final do arquivo `traquitana.gemspec`:

```
gem.signing_key = '/home/taq/.gemcert/gem-private_key.pem'
gem.cert_chain = ['gem-public_cert.pem']
```

Isso vai indicar que o arquivo **private** vai ser utilizado para assinar a `gem`, e o arquivo **public** vai ser utilizado para conferir a assinatura. Podemos publicar nosso arquivo **public** em algum lugar na web, mas vamos facilitar e distribuí-lo junto com o código da nossa `gem`.

Para isso, vá para o diretório onde está o arquivo `.gemspec` da `gem` (no caso acima, o `traquitana.gemspec`) e copie o arquivo **public** do seu diretório `/.gemcert` (ou de onde você armazenou os arquivos):

```
$ cp ~/.gemspec/gem-public_cert.pem .
```

15.6.3 Construindo e publicando a gem assinada

Agora podemos construir a `gem` assinada, utilizando o `rake build` como vimos acima, com a diferença que agora vai ser solicitada a senha utilizada na criação do certificado:

```
$ rake build  
Enter PEM pass phrase:  
%traquitana 0.0.23 built to pkg/traquitana-0.0.23.gem.
```

Podemos também utilizar `rake release` para fazer o processo completo, como demonstrado um pouco antes, sem problemas.

15.6.4 Utilizando a gem assinada

Com a `gem` assinada e publicada, agora podemos instalá-la ou atualizá-la pedindo para que seja verificada no momento da operação selecionada. Para isso, vamos precisar importar os certificados **públicos** disponibilizados pelos desenvolvedores das `gems` e utilizar a opção `-P HighSecurity`. Se, por exemplo, eu tentar atualizar a `gem` em um computador que não tem o certificado importado, não conseguindo verificar a integridade da `gem`, vai acontecer isso:

```
$ gem update traquitana -P HighSecurity  
Updating installed gems  
Updating traquitana  
Fetching: traquitana-0.0.23.gem (100%)  
ERROR: While executing gem ... (Gem::Security::Exception)  
root cert /CN=taq/DC=eustaquiorangel/DC=com is not trusted
```

Vamos dar uma olhada nos certificados que temos disponíveis:

```
$ gem cert --list
```

Não foi retornado nada aqui, então vamos importar o certificado disponibilizado com a `gem`, que nesse caso, se encontra disponível em https://raw.githubusercontent.com/taq/traquitana/master/gem-public_cert.pem, de onde vamos fazer *download* para um arquivo local, importar o certificado e logo depois apagar o arquivo local:

```
$ curl https://raw.githubusercontent.com/taq/traquitana/master/gem-public_cert.pem > cert  
$ gem cert --add cert  
Added '/CN=taq/DC=eustaquiorangel/DC=com'  
$ rm cert
```

```
$ gem cert --list  
/CN=taq/DC=eustaquiorangel/DC=com
```

Com o certificado instalado, vamos tentar atualizar a `gem` novamente com a opção de verificação:

```
$ gem update traquitana -P HighSecurity  
Updating installed gems  
Updating traquitana  
Successfully installed traquitana-0.0.23  
Parsing documentation for traquitana-0.0.23  
Installing ri documentation for traquitana-0.0.23  
Installing darkfish documentation for traquitana-0.0.23  
Done installing documentation for traquitana after 0 seconds  
Gems updated: traquitana
```

Agora funcionou tudo de acordo!

15.6.5 Sempre utilizando gems assinadas

Para utilizar a verificação com o [Bundler](#), podemos utilizar a opção `--trust-policy HighSecurity`, que funciona da mesma forma demonstrada acima. Por exemplo, se tivermos um arquivo `Gemfile`, que é uma referência das `gems` que queremos instalar (como visto no capítulo de `gems`) com o seguinte conteúdo:

```
source "https://rubygems.org"  
ruby "3.4.1"  
  
gem "traquitana"
```

Para instalar as `gems` listadas nele (nesse caso só tem uma, mas podem ter várias), podemos executar:

```
$ bundle install --trust-policy=HighSecurity  
  
Fetching gem metadata from https://rubygems.org/.....  
Resolving dependencies...  
Using bundler 2.4.6  
Using net-ssh 7.0.1  
Using rubyzip 2.3.2  
Using net-scp 4.0.0  
Using highline 2.1.0
```

```
Installing traquitana 2.0.4
```

```
Bundle complete! 1 Gemfile dependency, 6 gems now installed.
```

Capítulo 16

Rake

Vimos no capítulo anterior uma ferramenta poderosíssima que utilizamos com bastante frequência no ecossistema Ruby: o [Rake](#).

O `rake` foi inspirado no [make](#), que é utilizado com frequência para automatizar tarefas, especialmente para compilar e gerar programas executáveis no mundo Unix. Sorte nossa que o `rake` é bem mais descomplicado e prático que o `make`, onde a geração de um `Makefile` mais completo (e complexo) demanda a utilização de outras ferramentas como o [automake](#).

16.1 Definindo uma tarefa

Definir uma tarefa no `rake` é bem fácil. Primeiro, vamos precisar de um arquivo `Rakefile` (primo do `Makefile`), uma descrição e a definição da tarefa.

Para o nosso exemplo, vamos fazer algumas tarefas para listar, criar o zip, e extrair os arquivos, mas utilizando os utilitários do sistema operacional (e não os meios que aprendemos em um capítulo anterior, para simplificar e focar aqui somente no `rake`).

Vamos criar os arquivos texto `1.txt`, `2.txt` e `3.txt`, com qualquer conteúdo, somente para utilizarmos novamente nesse capítulo:

```
$ ls *.txt
1.txt
2.txt
3.txt
```

Dando uma olhada no `Rakefile`:

```
desc "Lista os arquivos"
task :list do
  Dir.glob("*.txt") do |file|
    puts "encontrei o arquivo: #{file}"
  end
end
```

Código 16.1: Rakefile

Rodando o rake:

```
$ rake
rake aborted!
Don't know how to build task 'default' (see --tasks)
```

Ops, criamos uma *task* chamada `list` mas não especificamos qual seria a *task default* se rodarmos o `rake` sem uma *task* específica. Podemos indicar qual a *task default* utilizando `task default: <task>`:

```
task default: :list

desc "Lista os arquivos"
task :list do
  Dir.glob("*.txt") do |file|
    puts "encontrei o arquivo: #{file}"
  end
end
```

Código 16.2: Rakefile com task default

Rodando novamente:

```
$ rake
encontrei o arquivo: 1.txt
encontrei o arquivo: 2.txt
encontrei o arquivo: 3.txt
```

Que é o mesmo comportamento que rodando com `rake list`:

```
$ rake list
encontrei o arquivo: 1.txt
```

```
encontrei o arquivo: 2.txt  
encontrei o arquivo: 3.txt
```

A partir desse momento, já podemos listar quais são as tarefas definidas no `Rakefile` do diretório corrente, utilizando `rake -T`:

```
$ rake -T  
rake list # Lista os arquivos
```

16.2 Namespaces

Agora vamos imaginar que essa `task list`, como vimos aqui, lista os arquivos candidatos à compactação (que nesse caso, são apenas os arquivos `*.txt` que temos no diretório corrente), mas queremos também listar somente os arquivos já compactados, ou seja, os arquivos `.zip` presentes no diretório corrente. Seria outra `task list`, mas como evitar que uma `task` conflite com a outra? Da mesma forma que resolvemos isso com classes, utilizando *namespaces*:

```
task default: "files:list"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob("*.txt") do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob("*.zip") do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end
```

Código 16.3: `Rakefile` com namespaces

Agora temos duas tarefas distintas:

```
$ rake -T  
rake files:list # Lista os arquivos candidatos à compactação  
rake zip:list # Lista os arquivos compactados
```

Uma diferença importante se não tivéssemos utilizado *namespaces* ali é que se definirmos outra tarefa com o mesmo nome de uma existente, **elas não se sobreponem**, e sim a última é adicionada como uma continuação da anterior. Então, fiquem de olho nisso e organizem o seu código.

16.3 Tarefas dependentes

Vamos fazer uma tarefa agora para compactar os arquivos, apagando o arquivo `.zip` anterior se ele existir, definida na tarefa `clean`:

```
require "open3"

task default: "files:list"

filemask = "*.txt"
zipfile  = "rake.zip"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob(filemask) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob(zipfile) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

desc "Apaga o arquivo .zip anterior"
task :clean do
  puts "Apagando o arquivo #{zipfile}, se existir ..."
  File.delete(zipfile) if File.exists?(zipfile)
end

desc "Cria o arquivo .zip"
task build: :clean do
  puts "Criando o arquivo #{zipfile} ..."
  list = Dir.glob(filemask).sort.join(" ")
  puts "Adicionando os arquivos #{list} ..."
  stdin, stdout, stderr = Open3.popen3("zip #{zipfile} #{list}")
  error = stderr.read
  if error.size == 0
    puts "Arquivo criado com sucesso."
  else
    puts "Erro criando o arquivo: #{error}"
  end
end
end
```

Código 16.4: Rakefile com tarefas dependentes

Rodando a task:

```
$ rake zip:build
Apagando o arquivo rake.zip, se existir ...
Criando o arquivo rake.zip ...
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...
Arquivo criado com sucesso.
```

16.4 Executando tarefas em outros programas

Podemos executar as tarefas em outros programas, como no `irb`:

```
$ irb
require "rake"
=> true

load "Rakefile"
=> true

Rake:::Task["files:list"].invoke
encontrei o arquivo: 1.txt
encontrei o arquivo: 2.txt
encontrei o arquivo: 3.txt
=> [#<Proc:0x000000021b50d8@Rakefile:10>]
```

Reparam que no final é retornada uma `Proc`.

16.5 Arquivos diferentes

Até agora estamos executando todas as tarefas em um arquivo `Rakefile`, porém podemos ter vários arquivos `.rake` com código específicos, indicados na linha de comando, como por exemplo, `dependent.rake`:

```
require "open3"

task default: "files:list"

FILEMASK = "*.txt"
ZIPFILE  = "rake.zip"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob(FILEMASK) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob(ZIPFILE) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

desc "Apaga o arquivo .zip anterior"
task :clean do
  puts "Apagando o arquivo #{ZIPFILE}, se existir ..."
  File.delete(ZIPFILE) if File.exists?(ZIPFILE)
end

desc "Cria o arquivo .zip"
task build: :clean do
  puts "Criando o arquivo #{ZIPFILE} ..."
  list = Dir.glob(FILEMASK).sort.join(", ")
  puts "Adicionando os arquivos #{list} ..."
  stdin, stdout, stderr = Open3.popen3("zip #{ZIPFILE} #{list}")
  error = stderr.read
  if error.size == 0
    puts "Arquivo criado com sucesso."
  else
    puts "Erro criando o arquivo: #{error}"
  end
end
end
```

Código 16.5: Arquivo Rake com nome fora do padrão

O que nos dá comportamento similar:

```
$ rake -f dependent.rake -T
rake files:list  # Lista os arquivos candidatos à compactação
rake zip:build   # Cria o arquivo .zip
rake zip:clean   # Apaga o arquivo .zip anterior
rake zip:list    # Lista os arquivos compactados

$ rake -f dependent.rake zip:build
Apagando o arquivo rake.zip, se existir ...
Criando o arquivo rake.zip ...
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...
Arquivo criado com sucesso.
```

16.6 Tarefas com nomes de arquivo

Podemos definir uma *task* de arquivo, que somente vai ser executada se o arquivo não existir. Vamos criar uma chamada `rake.zip`, que vai executar, através de `invoke`, como vimos acima, a *task* `build`:

```
require "open3"

task default: "files:list"
filenmask = "*.txt"
zipfile = "rake.zip"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob(filenmask) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob(zipfile) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end

desc "Apaga o arquivo .zip anterior"
task :clean do
  puts "Apagando o arquivo #{zipfile}, se existir ..."
  File.delete(zipfile) if File.exists?(zipfile)
end

desc "Cria o arquivo .zip"
task build: :clean do
  puts "Criando o arquivo #{zipfile} ..."
  list = Dir.glob(filenmask).sort.join(", ")
  puts "Adicionando os arquivos #{list} ..."
  stdin, stdout, stderr = Open3.popen3("zip #{zipfile} #{list}")
  puts stderr.read.size == 0 ? "Arquivo criado com sucesso." : "Erro criando o arquivo
  : #{error}"
end

desc "Cria o arquivo rake.zip se não estiver criado"
file "rake.zip" do
  Rake::Task["zip:build"].invoke
end
end
```

Código 16.6: Arquivo Rake com tarefas dependentes

Apagando o arquivo, rodando e verificando que da segunda vez a *task* não foi executada:

```
$ rm rake.zip  
$ rake rake.zip  
Apagando o arquivo rake.zip, se existir ...  
Criando o arquivo rake.zip ...  
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...  
Arquivo criado com sucesso.
```

```
$ rake rake.zip
```

16.7 Tarefas com listas de arquivos

Utilizamos `Dir.glob` para a lista de arquivos, mas o `rake` tem um método para selecionar e lidar com arquivos. Vamos adicionar arquivos (`a.txt`, `b.txt`, etc) e reescrever nosso `Rakefile`:

```
require "open3"

task default: "files:list"
filenmask = "*.txt"
zipfile = "rake.zip"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob(filenmask) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob(zipfile) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end

desc "Apaga o arquivo .zip anterior"
task :clean do
  puts "Apagando o arquivo #{zipfile}, se existir ..."
  File.delete(zipfile) if File.exists?(zipfile)
end

desc "Cria o arquivo .zip"
task build: :clean do
  puts "Criando o arquivo #{zipfile} ..."
  list = Rake::FileList[filemask]
  list.exclude(/[^a-zA-Z]+/)
  list = list.sort.join(", ")
  puts "Adicionando os arquivos #{list} ..."
  stdin, stdout, stderr = Open3.popen3("zip #{zipfile} #{list}")
  puts stderr.read.size == 0 ? "Arquivo criado com sucesso." : "Erro criando o arquivo : #{error}"
end

desc "Cria o arquivo rake.zip se não estiver criado"
file "rake.zip" do
  Rake::Task["zip:build"].invoke
end
end
```

Código 16.7: Arquivo Rake com máscaras de arquivo próprias

Dessa forma pedimos para excluir os arquivos que começam com letras (e mantenha os restantes) e quando rodamos temos:

```
$ rake zip:build
Apagando o arquivo rake.zip, se existir ...
Criando o arquivo rake.zip ...
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...
Arquivo criado com sucesso.
```

16.8 Regras

Podemos ter regras de construção definidas através de expressões regulares, onde vai ser enviado o valor que "casa" com a expressão, através de um objeto do tipo Rake::FileTask:

```

require "open3"
task default: "files:list"
filenmask = "*.txt"
zipfile = "rake.zip"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob(filenmask) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob(zipfile) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

desc "Apaga o arquivo .zip anterior"
task :clean do
  puts "Apagando o arquivo #{zipfile}, se existir ..."
  File.delete(zipfile) if File.exists?(zipfile)
end

desc "Cria o arquivo .zip"
task build: :clean do
  puts "Criando o arquivo #{zipfile} ..."
  list = Rake::FileList[filenmask]
  list.exclude(/[^A-Za-z]+/)
  list = list.sort.join(", ")
  puts "Adicionando os arquivos #{list} ..."
  stdin, stdout, stderr = Open3.popen3("zip #{zipfile} #{list}")
  puts stderr.read.size == 0 ? "Arquivo criado com sucesso." : "Erro criando o
  arquivo: #{error}"
end

desc "Cria o arquivo rake.zip se não estiver criado"
file "rake.zip" do
  Rake::Task["zip:build"].invoke
end

desc "Cria o arquivo"
rule ".zip" do |file|
  zipfile = file.name
  Rake::Task["zip:build"].invoke
end

```

Código 16.8: Arquivo Rake com expressões regulares

Rodando:

```
$ rake teste1.zip  
Apagando o arquivo teste1.zip, se existir ...  
Criando o arquivo teste1.zip ...  
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...  
Arquivo criado com sucesso.  
  
$ rake teste2.zip  
Apagando o arquivo teste2.zip, se existir ...  
Criando o arquivo teste2.zip ...  
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...  
Arquivo criado com sucesso.
```

16.9 Estendendo

Lembram-se que se definirmos uma tarefa com o mesmo nome todas elas são executadas? Também podemos deixar esse comportamento mais explícito com `enhance`, que vai ser executado no final da tarefa que foi estendida:

```
require "open3"
require "fileutils"

task default: "files:list"
filenmask = "*.*txt"
zipfile = "rake.zip"

namespace :files do
  desc "Lista os arquivos candidatos à compactação"
  task :list do
    Dir.glob(filenmask) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

namespace :zip do
  desc "Lista os arquivos compactados"
  task :list do
    Dir.glob(zipfile) do |file|
      puts "encontrei o arquivo: #{file}"
    end
  end
end

desc "Apaga o arquivo .zip anterior"
task :clean do
  puts "Apagando o arquivo #{zipfile}, se existir ..."
  File.delete(zipfile) if File.exists?(zipfile)
end

desc "Cria o arquivo .zip"
task build: :clean do
  puts "Criando o arquivo #{zipfile} ..."
  list = Rake::FileList[filenmask]
  list.exclude(/\A[a-zA-Z]+/)
  list = list.sort.join(", ")
  puts "Adicionando os arquivos #{list} ..."
  stdin, stdout, stderr = Open3.popen3("zip #{zipfile} #{list}")
  puts stderr.read.size == 0 ? "Arquivo criado com sucesso." : "Erro criando o arquivo : #{error}"
end

desc "Cria o arquivo rake.zip se não estiver criado"
file "rake.zip" do
  Rake::Task["zip:build"].invoke
end

desc "Cria o arquivo"
rule ".zip" do |file|
  zipfile = file.name
  Rake::Task["zip:build"].invoke
end

Rake::Task["zip:build"].enhance do
  newfile = "rake.#{Time.now.strftime('%H%M%S')}.zip"
  puts "Renomeando para #{newfile} ..."
  FileUtils.mv zipfile, newfile
end
end
```

Rodando:

```
$ rake zip:build
Apagando o arquivo rake.zip, se existir ...
Criando o arquivo rake.zip ...
Adicionando os arquivos 1.txt, 2.txt, 3.txt ...
Arquivo criado com sucesso.
Renomeando para rake.160626.zip ...
```

Capítulo 17

Gerando documentação

17.1 Rdoc

Vamos ver como podemos documentar o nosso código utilizando o `rdoc`, que é uma aplicação que gera documentação para um ou vários arquivos com código fonte em Ruby, interpretando o código e extraíndo as definições de classes, módulos e métodos. Vamos fazer um arquivo com um pouco de código, usando nossos exemplos de carros:

```
# Essa é a classe base para todos os carros que vamos
# criar no nosso programa. A partir dela criamos carros
# de marcas específicas.
#
# Autor:: Eustáquio 'TaQ' Rangel
# Licença:: GPL
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  # Parâmetros obrigatórios para criar o carro
  # Não se esqueça de que todo carro vai ter os custos de:
  # * IPVA
  # * Seguro obrigatório
  # * Seguro
  # * Manutenção
  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  # Converte o carro em uma representação mais legível
  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end
end
```

Código 17.1: Documentação da classe Carro

Agora vamos rodar o `rdoc` nesse arquivo:

```
$ rdoc carro.rb
Parsing sources...
100% [ 1/ 1] carro.rb
Generating Darkfish format into doc...
Files: 1
Classes: 1
Modules: 0
Constants: 0
Attributes: 4
Methods: 2
(0 undocumented)
(0 undocumented)
(0 undocumented)
(4 undocumented)
(0 undocumented)
```

Total: 7 (4 undocumented)
 42.86% documented
 Elapsed: 0.1s

Isso vai produzir um diretório chamado `doc` abaixo do diretório atual, que vai conter um arquivo `index.html` com um conteúdo como esse:

The screenshot shows a web page with a header navigation bar containing "Home", "Pages", "Classes", and "Methods". Below the header is a search bar. The main content area has a title "This is the Class and Module Index". Underneath, there's a section for "Carro" with a "Validate" link and copyright information: "Generated by RDoc 6.3.0. Based on Darkfish by Michael Granger."

Clicando no link da classe `Carro`, vamos ter algo como:

The screenshot shows the detailed documentation for the `Carro` class. It includes a navigation bar with "Home", "Pages", "Classes", and "Methods", and a search bar. The main content starts with a brief description: "Essa é a classe base para todos os carros que vamos criar no nosso programa. A partir dela criamos carros de marcas e...".

Parent Object: Autor Eustáquio 'TaQ' Rangel
Licença: GPL

Methods:
`::new`
`#to_s`

Attributes:

- `cor [RW]`
- `marca [R]`
- `modelo [R]`
- `tanque [R]`

Public Class Methods:

`new(marca,modelo,cor,tanque)`

Parâmetros obrigatórios para criar o carro. Não se esqueça de que todo carro vai ter os custos de:

- IPVA
- Seguro obrigatório
- Seguro
- Manutenção

Public Instance Methods:

`to_s()`

Converte o carro em uma representação mais legível

Pudemos ver algumas convenções para escrever a documentação. Os comentários são utiliza-

dos como as descrições das classes, módulos ou métodos. Podemos reparar que, se clicarmos no nome de algum método, o código-fonte desse método é mostrado logo abaixo, como em:

```
to_s()  
Converte o carro em uma representação mais legível  
  
# File carro.rb, line 25  
def to_s  
  "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"  
end
```

Dica

Um detalhe muito importante é que se precisarmos gerar a documentação novamente sem alterar os fontes, devemos apagar o diretório onde ela foi gerada antes de rodar o `rdoc` novamente.

Algumas outras dicas de formatação:

- Texto do tipo *labeled lists*, que são listas com suas descrições alinhadas, como no caso do autor e da licença do exemplo, são criados utilizando o valor e logo em seguida 2 dois pontos (::), seguido da descrição.
- Listas de *bullets* são criadas usando asterisco ou hífen no começo da linha.
- Para listas ordenadas, temos que usar o número do item da lista seguido por um ponto.
- Cabeçalhos são gerados usando = para determinar o nível do cabeçalho, como: = Primeiro nível == Segundo nível
- Linhas podem ser inseridas usando três ou mais hifens.
- Negrito pode ser criado usando asteriscos em volta do texto, como em `*negrito*`,
- Itálico pode ser criado com sublinhados em volta do texto
- Fonte de tamanho fixo entre sinais de mais
- Hyperlinks começando com `http:`, `mailto:`, `ftp:` e `www` são automaticamente convertidos. Também podemos usar o formato `texto[url]`.
- Nomes de classes, arquivos de código fonte, e métodos tem links criados do texto dos comentários para a sua descrição.

O processamento dos comentários podem ser interrompido utilizando – e retornado utilizando ++. Isso é muito útil para comentários que não devem aparecer na documentação.

Vamos ver nosso exemplo incrementado com todas essas opções e mais um arquivo novo, uma classe filha de `Carro` chamada `Fusca`, separando os dois arquivos em um diretório para não misturar com o restante do nosso código:

```
# = Classe
# Essa é a classe base para *todos* os carros que vamos
# criar no nosso programa. A partir dela criamos carros
# de _marcas_ específicas. Verique o método to_s dessa
# classe Carro para uma descrição mais legível.
# ---
#
# == Sobre o autor e licença
#
# Autor:: Eustáquio 'TaQ' Rangel
# Website:: http://eustaquierangel.com
# Email:: mailto:naotemcontato@eustaquierangel.com
# Licença:: +GPL+ Clique aqui para ver mais[http://www.fsf.org]
# --
# Ei, ninguém deve ler isso.
# ++
# Obrigado pela preferência.
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  # Parâmetros obrigatórios para criar o carro
  # Não se esqueça de que todo carro vai ter os custos de:
  # * IPVA
  # * Seguro obrigatório
  # * Seguro
  # * Manutenção
  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  # Converte o carro em uma representação mais legível
  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end
end

# Classe de um _vokinho_, derivada da classe Carro.
class Fusca < Carro
  def ipva
    false
  end
end
```

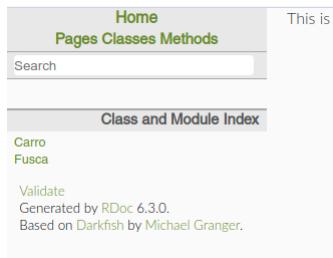
Código 17.2: Documentação de carros

Rodando o rdoc (prestem atenção que agora não específico o arquivo):

```
$ rdoc
Parsing sources...
```

```
100% [ 2/ 2] fusca.rb
Generating Darkfish format into doc...
Files: 2
Classes: 2
Modules: 0
Constants: 0
Attributes: 4
Methods: 3
(0 undocumented)
(0 undocumented)
(0 undocumented)
(4 undocumented)
(1 undocumented)
Total:
9 (5 undocumented)
44.44% documented
Elapsed: 0.1s
```

Vamos ter um resultado como esse:



A partir da versão 2.0, o `Rdoc` entende [Markdown](#). Para utilizar, devemos executar:

```
$ rdoc --markup markdown
```

E podemos deixar no diretório do projeto em um arquivo chamado `.doc_options`, para não ter que repetir toda vez, utilizando:

```
$ rdoc --markup markdown --write-options
```

17.2 YARD

[YARD](#)¹ é "Yay! Another Ruby Documentation Tool"(tá, o "t" do final ficou perdido), outra ferramenta para gerar documentação para os nossos softwares em Ruby, que é inclusive compatível com o `Rdoc`, complementando com algumas outras tags de documentação.

Podemos instalar `YARD` através da sua `gem`:

```
$ gem install yard
```

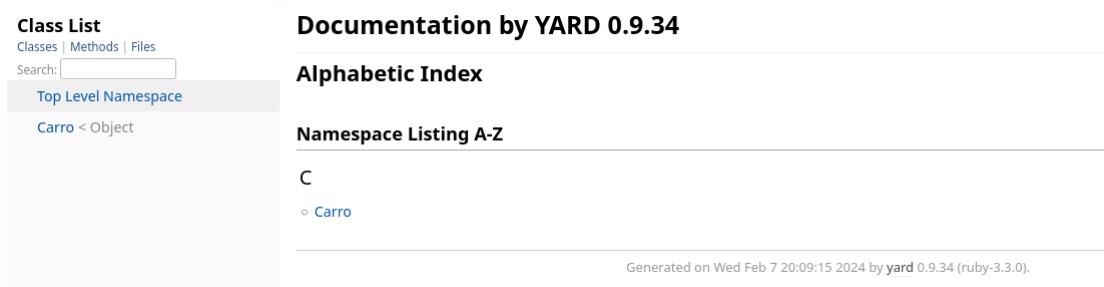
Um ponto importante é que também temos que ter instalado o `Rdoc`, pois é utilizado ocasionalmente para fazer algumas conversões.

¹<https://yardoc.org>

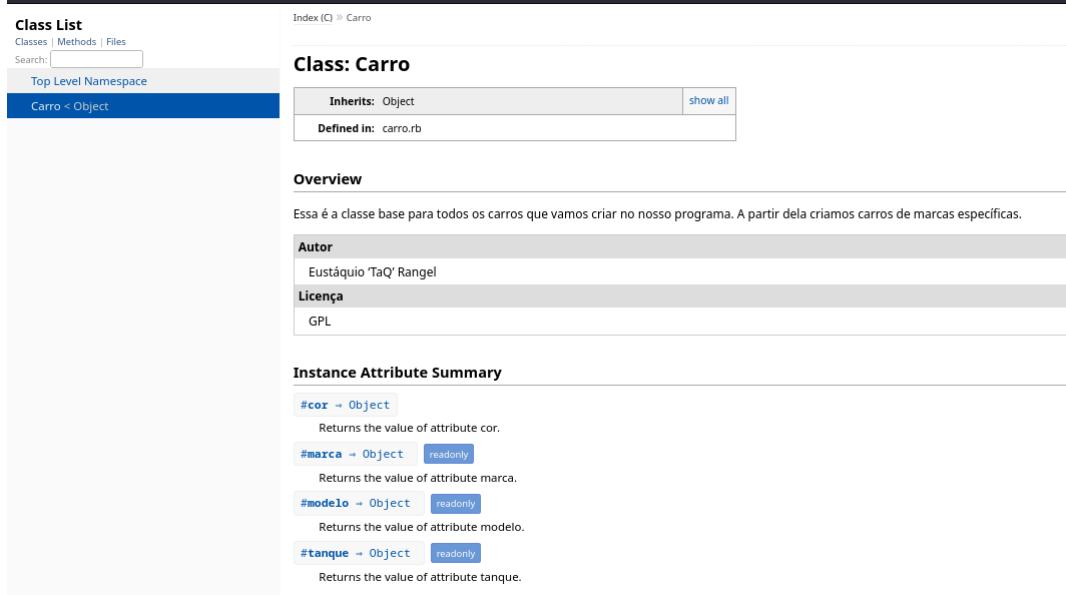
Vamos gerar documentação para a classe `Carro` no arquivo `carro.rb` como fizemos anteriormente, agora utilizando o executável `yardoc` que é parte do YARD:

```
$ yardoc carro.rb
Files:          1
Modules:        0 (      0 undocumented)
Classes:        1 (      0 undocumented)
Constants:      0 (      0 undocumented)
Attributes:     4 (      0 undocumented)
Methods:        2 (      0 undocumented)
100.00% documented
```

Isso também vai gerar um diretório chamado `doc` no diretório corrente, com o seguinte conteúdo:



Clicando no link da classe `Carro`, vamos ter algo como:



Ficou um pouco mais *clean*, mas aí depende do gosto pessoal. Também temos suporte para visualizar o código fonte dos métodos:

Instance Method Details

#to_s -> Object

Converte o carro em uma representação mais legível

[[Hide source](#)]

```
# File 'carro.rb', line 25
25 def to_s
26   "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
27 end
```

Agora vamos gerar a documentação desse arquivo, mais completo, com Fusca herdando de Carro:

```
# = Classe
# Essa é a classe base para *todos* os carros que vamos
# criar no nosso programa. A partir dela criamos carros
# de _marcas_ específicas. Verique o método to_s dessa
# classe Carro para uma descrição mais legível.
#
# @author Eustáquio Rangel
#
# Parâmetros obrigatórios para criar o carro
# Não se esqueça de que todo carro vai ter os custos de:
# * IPVA
# * Seguro obrigatório
# * Seguro
# * Manutenção
#
# @!attribute [r] marca
#   @return [Symbol] retorna a marca do carro
#
# @!attribute [r] modelo
#   @return [Symbol] retorna o modelo do carro
#
# @!attribute [r] tanque
#   @return [Integer] retorna a capacidade do tanque do carro, em litros
#
# @!attribute [rw] cor
#   @return [Symbol] atribui e retorna a cor do carro
#
class Carro
  attr_reader :marca, :modelo, :tanque
  attr_accessor :cor

  # @param marca [Symbol] a marca do carro
  # @param modelo [Symbol] o modelo do carro
  # @param cor [Symbol] a cor do carro
  # @param tanque [Integer] a capacidade, em litros, do tanque do carro
  #
  # @return um novo objeto da classe Carro
  def initialize(marca, modelo, cor, tanque)
    @marca = marca
    @modelo = modelo
    @cor = cor
    @tanque = tanque
  end

  # Converte o carro em uma representação mais legível
  def to_s
    "Marca:#{@marca} Modelo:#{@modelo} Cor:#{@cor} Tanque:#{@tanque}"
  end
end

# Classe de um _vokinho_, derivada da classe Carro.
class Fusca < Carro
  # @return [Boolean] se paga IPVA esse ano
  def ipva
    false
  end
end
```

Isso vai produzir os seguintes conteúdos:

Class List

Classes | Methods | Files
Search:

Top Level Namespace

- Carro < Object
- Fusca < Carro

Documentation by YARD 0.9.34

Alphabetic Index

Namespace Listing A-Z

C

- Carro

 F

- Fusca

Class List

Classes | Methods | Files
Search:

Top Level Namespace

- Carro < Object
- Fusca < Carro

Class: Carro

Inherits: Object show all
Defined in: carro_complete.rb

Overview

Classe

Essa é a classe base para **todos** os carros que vamos criar no nosso programa. A partir dela criamos carros de *marcas* específicas. Verique o método `to_s` dessa classe Carro para uma descrição mais detalhada.

Parâmetros obrigatórios para criar o carro Não se esqueça de que todo carro vai ter os custos de:

- IPVA
- Seguro obrigatório
- Seguro
- Manutenção

Author:

- Eustáquio Rangel

Direct Known Subclasses

Fusca

Instance Attribute Summary

<code>#cor</code> → Symbol	<small>readonly</small>
Atribui e retorna a cor do carro.	
<code>#marca</code> → Symbol	<small>readonly</small>
Retorna a marca do carro.	
<code>#modelo</code> → Symbol	<small>readonly</small>
Retorna o modelo do carro.	
<code>#tanque</code> → Integer	<small>readonly</small>
Retorna a capacidade do tanque do carro, em litros.	

Podemos ver que existem várias marcações que indicam os tipos recebidos. Já discutimos sobre tipagem estática e *duck typing* anteriormente, mas não deixa de ser uma idéia interessante indicar na documentação o que é esperado nos métodos.

Para ver os arquivos gerados, podemos abri-los no navegador, mas YARD tem um recurso bem interessante que vai disparar um servidor HTTP na porta 8808 (verificar sempre a porta quando rodar):

```
$ yard server
>> YARD 0.9.34 documentation server at http://localhost:8808
[20:45:45] INFO  WEBrick 1.8.1
[20:45:45] INFO  ruby 3.4.1 (2023-12-25) [x86_64-freebsd14.0]
[20:45:45] INFO  WEBrick::HTTPServer#start: pid=9474 port=8808
```

Abrindo no navegador:

The screenshot shows a detailed class documentation page for 'Carro'. On the left, there's a sidebar titled 'Class List' with tabs for 'Classes', 'Methods', and 'Files'. A search bar is also present. The main content area has a title 'Class: Carro' and a subtitle 'Inherits: Object'. It includes a 'Defined in:' section pointing to 'carro_complete.rb'. Below this is an 'Overview' section with a heading 'Classe'. A note states: 'Essa é a classe base para todos os carros que vamos criar no nosso programa. A partir dela criamos carros de marcas específicas. Verique o método to_s dessa classe Carro para uma descrição mais detalhada.' It lists required parameters: 'IPVA', 'Seguro obrigatório', 'Seguro', and 'Manutenção'. An 'Author:' section lists 'Eustáquio Rangel'. The 'Direct Known Subclasses' section shows 'Fusca'. The 'Instance Attribute Summary' section details four attributes: '#cor' (Symbol), '#marca' (Symbol, readonly), '#modelo' (Symbol, readonly), and '#tanque' (Integer, readonly). Each attribute is described with its purpose.

Existem vários outros recursos e *tags* que podem ser utilizadas, para maiores informações, podemos <https://yardoc.org>².

²<https://yardoc.org>

Capítulo 18

Desafios

18.1 Desafio 1

Esse desafio foi mencionado na seção “Estruturas de controle”. A atribuição em paralelo mostra que primeiro o **lado direito da expressão de atribuição** é avaliado (ou seja, tudo à direita do sinal de igual) e somente após isso, os resultados são enviados para a esquerda, “encaixando” nos devidos locais, dessa maneira:

```
x, y = 1, 2
y, x = x, y

x
=> 2

y
=> 1
```

18.2 Desafio 2

Esse desafio foi mencionado na seção “Iteradores”. Cada elemento da `Hash` é convertido em um `Array` para ser comparado. Por isso que podemos utilizar algo como `elemento1[1]`, onde no caso do primeiro elemento, vai ser convertido em `[:joao, 33]`.

18.3 Desafio 3

Esse desafio foi mencionado no capítulo “Classes e objetos”. Se criamos algo como:

```
v1 = "oi mundo"
v2 = Carro.new
v3 = 1
```

Isso significa que `v3` não vai apresentar a mensagem pois um `Integer` não aloca espaço na memória, que consequentemente não é processado pelo *garbage collector*.

18.4 Desafio 4

Esse desafio foi mencionado na seção “Processos em paralelo”. O código que utilizou `threads` manteve a sincronia da variável `res`, indicando no final a ordem em que foram terminando. O código que utilizou `processes`, não.

18.5 Desafio 5

Esse desafio foi mencionado na seção “Fibers”. Podemos atingir o mesmo comportamento usando Hash dessa forma:

```
str =<<FIM
texto para mostrar como podemos separar palavras do texto
para estatística de quantas vezes as palavras se repetem no
texto
FIM

p str.scan(/\w+\p{Latin}+/).reduce(Hash.new(0)) do |memo, word|
  memo[word] += 1
  memo
end
```

18.6 Desafio 6

Esse desafio foi mencionado na seção “TCP”. Seguindo a URL da documentação do método [documentação do método pack](#) e analisando `LA10A*`, encontramos:

- * `L` | `Integer` | 32-bit unsigned, native endian (`uint32_t`)
- * `A` | `String` | arbitrary binary string (space padded, count is width)
- * If the count is an asterisk ("*"), all remaining array elements will be converted.

Ou seja, estamos enviando um **inteiro (Integer)** (`L`), seguido de uma `String` com tamanho 10 (`A10`), seguido de uma `String` sem tamanho definido (`A*`), assumindo o resto dos `bytes`, que é o resultado do uso de `Marshal` na `Hash`.

Mais informações na URL da documentação de [unpack](#)

18.7 Desafio 7

Esse desafio foi mencionado no capítulo “JRuby”. Aqui foi utilizado alguns recursos de `shell scripting`. O arquivo necessário é chamado `jruby.jar`, e está gravado em algum lugar abaixo do diretório `home` do usuário (que podemos abreviar como `~`, no meu caso toda vez que utilizo `~` é entendido como `/home/taq/`), então utilizamos `find ~ -iname 'jruby.jar'` para encontrá-lo.

Como esse comando está contido entre `$()`, o seu resultado já é automaticamente inserido no local, deixando a `CLASSPATH` como o `path` encontrado, o diretório local e o que já havia nela.

Capítulo 19

Empresas

Abaixo segue uma lista das empresas do Brasil, ou que basicamente tem muitos Brasileiros no time, que trabalham com Ruby no Brasil e que confirmaram formalmente essa informação.

4MDG	https://4mdg.com.br
Acsiv	https://acsiv.com.br
Ateliê Software	https://atelie.software
Bluefish	https://www.bluefish.com.br
Brumado	https://brushop.com.py
Catarse	https://catarse.me
Codeminer 42	https://codeminer42.com
Coyo	https://www.coyo.com.br
Doximity	https://www.doximity.com
Enjoei	https://enjoei.com.br
Fácil 123	https://facil123.com.br
FBOnline	https://www.fbonline.com.br
Fretadão	https://fretadao.com.br
Idopter Labs	https://www.idopterlabs.com.br
Imagine Done	https://imaginedone.com.br
Irya	https://www.iryasolutions.com.br
Jambu Tecnologia	https://www.jambu.com.br
JobforModel	https://jobformodel.com
Kazap	https://kazap.com.br
Kobana	https://www.kobana.com.br
Latitude	https://latitude.sh
NexB	https://www.nexb.com.br
OmniHunter	https://omnihunter.net
Pluga	https://pluga.co
ProtoipeAI	https://www.protoipeai.com
Rebase	https://rebase.com.br
TechDojo	https://techdojo.com.br
Traus	https://traus.com.br

Voyon
YouUse

<https://voyon.com.br>
<https://www.youse.com.br>

E agora uma lista das empresas *que me falaram* que trabalham com Ruby no Brasil. Tentei contato por e-mail com a maioria delas, que não responderam. Se alguma das empresas quiser confirmar a informação ou ser removida da lista, por favor entre em contato comigo através do meu e-mail em taq@eustaquierangel.com.

3035tech	https://3035tech.com
4shark	https://4shark.com.br
99hunters	https://99hunters.com
Ability	https://abilityonline.com.br
Abler	https://empresas.abler.com.br
Acelerabit	https://acelerabit.com
AchieveMore	https://achievemore.com.br
Agenda Edu	https://agendaedu.com
AgendaEdu	https://www.agendaedu.com
Agendor	https://www.agendor.com.br
Agrosmart	https://agrosmart.com.br
Ahazou	https://ahazou.com
Algorich	https://algorich.com.br
Alive App	https://alive.app.br
Alloyal	https://alloyal.com.br
Amfi	https://amfi.finance
Anexo	https://www.anexosolucoes.com.br
Apollo	https://apollo.omnilab.ai
AppGas	https://appgas.com
Ateliware	https://ateliware.com
Atlântico	https://www.atlantico.com.br
Autoforce	https://autoforce.com
Avansoft	https://avantsoft.com.br
BaladApp	https://baladapp.com.br
Base2 Technologies	https://base2.com.br
Basement	https://basement.io
Beauty Date	https://beautydate.com.br
Beep Saúde	https://beepsaude.com.br
BeijaFlore	https://beijaflore.com
Bild	https://bild.com.br
Bionexo	https://bionexo.com
BioRitmo	https://www.bioritmo.com.br
Blox	https://blox.education
Blu	https://useblu.com.br
Blue Projects	https://blueprojects.com.br
BlueAI	https://www.blueai.com.br
Bluesoft	https://bluesoft.com.br
Bonitour	https://bonitour.com.br
Boosting Tech	https://boosting.tech

Braspag	https://braspag.com.br
BTG Pactual	https://investimentos.btgpactual.com
bycoders	https://bycoders.com.br
Cadena	https://cadena.com.br
Caderno Nacional	https://cadernonacional.com.br
Caiena	https://caiena.net
Callix	https://callix.com.br
Campus Code	https://www.campuscode.com.br
Capim	https://capim.com.br
Capyba	https://capyba.com
Caren.app	https://caren.app
CargoX	https://cargoX.com.br
Cashu	https://cashu.com.br
CashWay	https://cashway.io
Cedro Technologies	https://cedrotech.com
Cerc	https://cerc.inf.br
Check Plant	https://checkplant.com.br
Cilia	https://cilia.com.br
Claretiano	https://claretiano.edu.br
ClickSign	https://clicksign.com.br
Cloudwalk	https://cloudwalk.io
Cogni	https://cogni.group
Commerce 10	https://commerce10.com.br
CompreUp	https://compreup.com.br
Consulta Remédios	https://consultaremedios.com.br
Conviso	https://www.convisoappsec.com
CorePlan	https://www.coreplan.com.br
Credere	https://meucredere.com.br
Credishop	https://credishop.com.br
Creditas	https://creditas.com.br
Cresce Vendas	https://crescevendas.com
Daki	https://soudaki.com
Descomplicando o Inglês Jurídico	https://descomplicandoinglesjuridico.com
Devlabs	https://devlabs.digital
Devlandia	https://devlandia.net
Distrito	https://distrito.me
Dito	https://dito.com.br
Dito	https://dito.com.br
Dock.tech	https://dock.tech
DocSales	https://docsales.com
DogHero	https://doghero.com.br
Doutore	https://doutore.com
Dsop Educação	https://dsop.com.br
Dunnas	https://www.dunnastecnologia.com.br
Easy Pallet	https://easypallet.com.br
Easyb2b	https://easyb2b.com.br
EasyCrédito	https://easycredito.me

CAPÍTULO 19. EMPRESAS

Ebanx	https://ebanx.com
Eicon	https://eicon.com.br
ElectionBuddy	https://electionbuddy.com
Eleven	https://eleven.99jobs.com
Encanto	https://boraencantar.com.br
Espresso	https://www.espressoapp.com.br
Estante Virtual	https://estantevirtual.com.br
Estudar com Vc	https://estudar.com.vc
Euax	https://grupoeuax.com.br
Ewave Brasil	https://ewave.com.br
Fácil 123	https://facil123.com.br
Facisc	https://facisc.org.br
FBOnline	https://www.fbonline.com.br
Festalab	https://festalab.com.br
Fintera	https://fintera.com.br
Fitbank	https://fitbank.com.br
Fitlab	https://fitlab.app
Flama	https://flama.is
Flecto	https://flecto.io
Formaweb	https://formaweb.com.br
Fortes Tecnologia	https://www.fortestecnologia.com.br
Fractal Tecnologia	https://fractaltecnologia.com.br
Franquia Porttal da Cidade	https://franquiaportaldacidade.com
Fulllab	https://fulllab.com.br
Gado e Cia	https://gadoecia.com.br
Geekhunter	https://geekhunter.com.br
Getninas	https://getninas.com.br
Getrak	https://getrak.com.br
Globo	https://globo.com
Go Case	https://www.gocase.com.br
Grafeno Digital	https://grafeno.digital
HeroSpark	https://herospark.com
Husky	https://www.husky.io
iCertus	https://icertus.com.br
IE Intercâmbio	https://ie.com.br
Ignição Digital	https://ignicaodigital.com.br
Impulso	https://impulso.team/pt/empresas
Incognia	https://www.incognia.com
Indeva by Vtex	https://indeva.com.br
Ink	https://reservaink.com.br
Innolevels	https://innolevels.com.br
Inovamind	https://inovamind.com.br
Invest Tools	https://investtools.com.br
Iugu	https://iugu.com.br
Ivory	https://ivoryit.com.br
Jaya	https://jaya.tech
Jera	https://jera.com.br

JobforModel	https://jobformodel.com
Kanttum	https://kanttum.com.br
Karavel Trade	https://karavel.trade
Kazap	https://kazap.com.br
Kikker	https://kikker.com.br
KM Online	https://kmonline.com.br
Kria	https://www.kria.vc
Lemoney	https://www.lemoney.com
Liber Capital	https://libercapital.com.br
Linkana	https://linkana.com
Locaweb	https://locaweb.com
Magikey	https://magikey.com.br
Magrathea	https://magrathealabs.com
Maida Health	https://maida.health
Mainô	https://maino.com.br
Matilha Digital	https://matilha.digital
Medcapital	https://medcapital.com.br
MercadApp	https://mercadapp.com.br
Mercado Diferente	https://www.mercadodiferente.com.br
Minerador	https://mineradorx.com
Mlabs	https://mlabs.com.br
Moltrio Software	https://moltrio.com.br
Monde	https://monde.com.br
Most	https://most.com.br
Motor	https://motorsw.com.br
Munddi	https://munddi.com
MW Microware	https://mwmicroware.com.br
Mywork	https://mywork.com.br
Nama	https://nama.ai
Nave	https://nave.app.br
Neomed	https://neomed.com.br
NetConv	https://www.netconv.com/
Netshowme	https://netshow.me
Neurologic	https://neurologic.com.br
Nexaas	https://nexaas.com
Nexoos	https://nexoos.com.br
Nobordist	https://nobordist.com
Northern	https://northern.com.br
Nubank	https://nubank.com.br
Nutrebem	https://nutrebem.com.br
Nutripad	https://nutripad.com.br
Nuuvem	https://nuuvem.com
Olist	https://olist.com
Om30	https://om30.com.br
Omens	https://omens.com.br
Onebitcode	https://pro.onebitcode.com
Organizze	https://organizze.com.br

Pagpop	https://pagpop.com.br
Parafuzo	https://parafuzo.com
Pet Anjo	https://petanjo.com
Petlove	https://petlove.com.br
Pier Digital	https://pier.digital
Pipefy	https://pipefy.com
Pitzi	https://pitzi.com.br
Pixeon	https://pixeon.com
Plurall	https://plurall.net
Poker Lab	https://pokerlab.com.br
Pollux	https://pollux.com.br
Pontomais	https://pontomais.com.br
Pontte	https://pontte.com.br
Portabilis	https://portabilis.com.br
Portal Solar	https://portalsolar.com.br
Prevision	https://prevision.com.br
Programathor	https://programathor.com.br
Provi	https://provi.com.br
Pulsus	https://pulsus.mobi
Purple Stock	https://purplestock.com.br
QConcursos	https://qconcursos.com
Qesh Payments	https://qesh.ai
Quero Educação	https://quero.com
Qulture Rocks	https://qulture.rocks
R7	https://r7.com
Rapidoo	https://rapidoo.com.br
RD Station	https://resultadosdigitais.com.br
ReclameAqui	https://reclameaqui.com.br
Reev	https://reev.co
Rentbrella	https://rentbrella.com
Repassa	https://repassa.com.br
Reserva	https://usereserva.com
Resolvvi	https://www.resolvvi.com
Responde Aí	https://respondeai.com.br
Revelo	https://revelo.com.br
Ribon	https://ribon.io
Rock Content	rockcontent.com.br
Runrun	https://runrun.it
Rupee	https://rupee.com.br
Safe System Technology	https://safetysystemtechnology.com.br
Segarante	https://www.segarante.com.br
Segdev	https://segdev.com.br
Shipsmart	https://shipsmart.com.br
Siedos	https://siedos.com.br
SmartFit Bitritmo	https://smartfit.com
Solides	https://solides.com.br
Sonata	https://sonatalab.com

Sopha	https://sopha.com.br
Sourcelevel	https://sourcelevel.io
Speedio	https://speedio.com.br
StMarche	https://marche.com.br
Stant	https://stant.com.br
Startaê	https://startae.com
Stone Pagamentos	https://stone.com.br
Sumup	https://sumup.com.br
Synergia	https://www.synergiaconsultoria.com.br
Tabas	https://tabas.com.br
Taller	https://www.taller.net.br
Taosa	https://www.taosa.com.br
Telgo	https://telgo.com.br
Temporada Livre	https://temporadalivre.com.br
Todo Cartões	https://todocartoes.com.br
TotalIP	https://totalip.com.br
TotalPass	https://totalpass.com.br
Trackmob	https://trackmob.com.br
Tray	https://tray.com.br
Trustvox	https://trustvox.com.br
TwoWeb Digital	https://twoweb.com.br
Umanni	https://umanni.com.br
Unimed FERJ	https://unimedrj.coop.br
Vagas	https://vagas.com.br
Venturus	https://venturus.org.br
Venus	https://venvs.network
Verx	https://verx.com.br
Vik	https://vik.app
Vindi	https://vindi.com.br
Vnda	https://vnda.com.br
Voll Solutions	https://vollsolutions.com.br
Voz	https://vozdigital.com.br
Webedia/Tudo Gostoso	https://tudogostoso.com.br
Wedy	https://site.wedy.com
WellHub	https://wellhub.com/pt-br
Wipro	https://wipro.com
Witseed	https://witseed.com
Working Minds	https://wkm.com.br
Wpensar	https://wpensar.com.br
Youse Seguros	https://youse.com.br
YouUse	https://www.youse.com.br
Yubb	https://yubb.com.br
Zag	https://zagapp.com.br
Zaitt	https://zaitt.com.br
Zazos	https://www.zazos.com
Zee Dog	https://zeedog.com.br
Zimobi	https://zimobi.com.br

Listagem de Códigos

3.1	Tipagem estática em Java	15
3.2	Escapando strings	39
3.3	Heredocs	40
3.4	Heredocs com espaços no terminador	40
3.5	Heredocs com espaços no terminador e linhas	41
3.6	Heredocs com squiggly	41
3.7	Heredocs com interpolação de expressão	42
3.8	Heredocs com métodos	42
3.9	Objetos imutáveis em Java	49
3.10	Benchmark com Strings e comentários mágicos	50
3.11	Tratando exceções	83
3.12	Tratando exceções com tipo especificado	84
3.13	Tratando exceções com garantia de execução	84
3.14	Tratando exceções com garantia de execução - mesmo	85
3.15	Tratando exceções com retry	85
3.16	Tratando exceções com backtrace	86
3.17	Disparando exceções com raise	86
3.18	Descobrindo a exceção anterior	87
3.19	Criando nossas próprias exceções customizadas	88
3.20	Disparando exceções sem backtrace	90
3.21	Tratando exceções com catch e throw	91
3.22	If	92
3.23	Elseif	93
3.24	Capturando a saída de um if	93
3.25	Case	94
3.26	Comparando tipos com case	95
3.27	Precedência em case	95
3.28	Pattern matching com arrays	100
3.29	Pattern matching com arrays e identificando elementos	100
3.30	Pattern matching com Hashes	101
3.31	Pattern matching com splat	101
3.32	Pattern matching ignorando posições	102
3.33	Pattern matching com o pin operator	102
3.34	Pattern matching com arrow assignment	103
3.35	Código desalinhado que funciona	104

3.36 Código desalinhado que funciona	105
3.37 While	105
3.38 For	106
3.39 For com break	107
3.40 For com next	107
3.41 For com redo	108
3.42 Until	108
3.43 Retornando de uma Proc	121
3.44 Retornando de uma lambda	121
3.45 Comparando valores mínimos e máximos de uma Range	133
3.46 Composição de funções	158
3.47 Mais composição de funções	159
3.48 Comparando rescue com operador ternário	162
3.49 Capturando um método	165
3.50 Opções na linha de comando	167
4.1 Primeira classe Carro	171
4.2 Destruidores	172
4.3 Segunda classe Carro	173
4.4 Tentando ler variáveis de instância	175
4.5 Lendo variáveis de instância	175
4.6 Alterando os valores de variáveis de instância	176
4.7 Lendo e escrevendo em variáveis de instância	177
4.8 Criando atributos virtuais	182
4.9 Abrindo uma classe	183
4.10 Navegação segura	184
4.11 Aliases para métodos	185
4.12 Inserindo métodos em uma instância	186
4.13 Ancestrais	187
4.14 Superclasses	187
4.15 Classes que herderam de outra	188
4.16 Metaprogramação	189
4.17 Metaprogramação nas instâncias	190
4.18 Método auto-destrutivo	191
4.19 Variáveis de classe	192
4.20 Criando métodos de classe	193
4.21 Carro em Java com métodos estáticos	194
4.22 Interfaces fluentes	195
4.23 DSLs	196
4.24 Variáveis de instância de classe	197
4.25 Variáveis de instância de classe	199
4.26 Carro em C++	200
4.27 Herança	201
4.28 Método super	203
4.29 Método super com argumentos selecionados	204
4.30 Subclasses	205
4.31 Duplicando de modo raso	207
4.32 Customizando o objeto duplicado	208

4.33 Shallow copy	209
4.34 Deep copy	210
4.35 Interceptando métodos que não existem	211
4.36 Interceptando métodos adicionados e removidos	212
4.37 Métodos fantasmas	212
4.38 Encaminhamento de métodos	213
4.39 Somando um objeto com outro	214
4.40 Somando um objeto com outro e interagindo com eles	215
4.41 Utilizando métodos protegidos	216
4.42 Método estático privado feito errado	218
4.43 Método estático privado abrindo a classe	218
4.44 Método estático privado especificados no final	219
4.45 Método estático privado especificados na definição	219
4.46 Dividindo o objeto	220
4.47 Divindo o objeto em objetos menores	221
4.48 Criando um operador unário	223
4.49 Closures	225
4.50 Exemplo para gerar o arquivo RBS	227
4.51 Arquivo RBS da classe carro com anotações genéricas	227
4.52 Arquivo RBS da classe carro	228
4.53 Steeplefile inicial	229
4.54 Steeplefile final	230
5.1 Incluindo um módulo	236
5.2 Incluindo um módulo em uma instância	237
5.3 Interceptando a inclusão de um módulo	239
5.4 Comparando usando módulos	240
5.5 Iteradores usando um módulo	241
5.6 Ancestrais com módulos	242
5.7 Incluindo um módulo antes na cadeia de métodos	243
5.8 Incluindo vários módulos	244
5.9 Utilizando bind	245
5.10 Utilizando binding	246
5.11 Módulos estendendo a si mesmos	246
5.12 Módulos estendendo a si mesmos	247
5.13 Implementando singletons	247
5.14 Refinements	249
5.15 Namespaces	251
5.16 Pessoa paulista em Java	252
5.17 Pessoa gaúcha em Java	252
5.18 Namespaces em Java	252
5.19 TracePoint	254
5.20 Interfaces	255
6.1 Fibonacci sem memoization	262
6.2 Fibonacci em Java	263
6.3 Fibonacci com memoization	264
6.4 Fibonacci com memoization e caching	265
6.5 TCO exemplo 1	268

6.6	TCO exemplo 2	268
6.7	TCO exemplo 3	269
7.1	Criando uma thread	271
7.2	Criando uma thread com timeout	272
7.3	Criando uma thread através de uma Proc	272
7.4	Falta de sincronia em threads	273
7.5	Usando Mutex	274
7.6	Usando Monitor	275
7.7	Usando Monitor com mixin	276
7.8	Usando Monitor com extend	277
7.9	Variáveis de condição	278
7.10	Utilizando Queues	280
7.11	Utilizando um FIFO	281
7.12	Utilizando try_lock	282
7.13	Enumerators utilizam Fibers	284
7.14	Fibonacci com Fibers	285
7.15	Usando uma Proc para simular uma Fiber	286
7.16	Comportamento de semirotinhas	287
7.17	Transferindo controle entre Fibers	287
7.18	Produtor-consumidor com Fibers	288
7.19	Contando palavras com Fibers	289
.	/code/threads/fiber_names.rb	291
7.20	Continuations	292
7.21	Utilizando todos os processadores	294
7.22	Parallel com threads	295
7.23	Parallel com processos	296
7.24	Parallel utilizando o número de processadores locais	297
7.25	Comparando Parallel com threads	298
7.26	Fazendo benchmark de um pedaço de código	300
7.27	Fazendo benchmark de pedaços de código	301
7.28	Ractor com send/receive	305
7.29	Ractor com yield/take	306
7.30	Produtor/consumidor com Ractors	306
7.31	Produtor/consumidor com Ractors e Array imutável	307
7.32	Erro no Ractor tentando acessar fora do bloco	308
7.33	Esperando vários Ractors terminarem	309
7.34	Movendo objetos para o Ractor	310
7.35	Utilizando Ractors em paralelo	311
8.1	Testando JIT	314
9.1	Lendo um arquivo	317
9.2	Lendo um arquivo texto com quebras de linhas	318
9.3	Lendo um arquivo texto linha a linha	319
9.4	Fechando um arquivo automagicamente	319
9.5	Lendo um arquivo texto com dados embutidos	320
9.6	Lendo um arquivo texto usando flip-flop	321
9.7	Lendo um arquivo byte a byte	322
9.8	Lendo um arquivo caracter a caracter	323

9.9 Criando um arquivo zip	325
9.10 Criando um arquivo CSV	327
9.11 Lendo um arquivo CSV	327
9.12 Lendo um arquivo CSV	328
9.13 Lendo um arquivo CSV com parse e foreach	329
9.14 Arquivo CSV com tipos de dados diferentes	330
9.15 Criando um arquivo XML	332
9.16 Lendo um arquivo XML	333
9.17 Lendo um arquivo XML usando arrays	334
9.18 Selecionando um elemento XML pela posição	334
9.19 Criando um arquivo XML com a gem builder	335
9.20 Lendo um arquivo XML com Nokogiri	336
9.21 Arquivo XSLT	337
9.22 Processando XSLT	338
9.23 Arquivo YAML	339
9.24 Lendo um arquivo YAML	340
9.25 Arquivo YAML com arrays	340
9.26 Arquivo YAML com hashes	340
9.27 Arquivo YAML com hashes dentro de hashes	341
9.28 Arquivo YAML com configurações do Rails	341
9.29 Arquivo YAML com expressões regulares	342
9.30 Lendo um socket TCP	343
9.31 Criando um servidor TCP	344
9.32 Criando um servidor TCP com echo	345
9.33 Servidor TCP com objetos	346
9.34 Cliente TCP	346
9.35 Servidor UDP	348
9.36 Cliente UDP	348
9.37 Enviando e-mails com SMTP	350
9.38 Lendo e-mails com POP3	351
9.39 Usando FTP	352
9.40 Disparando um servidor web	353
9.41 Lendo um site com HTTP	354
9.42 Lendo um site com HTTP e OpenURI	355
9.43 Lendo um site com HTTP e Nokogiri	355
9.44 Enviando chave e valor com GET	356
9.45 Enviando uma Hash com GET	356
9.46 Enviando uma Hash com acentos com GET	357
9.47 Enviando cabeçalhos HTTP	357
9.48 Enviando token de autenticação	358
9.49 Enviando um POST	358
9.50 Especificando timeout na requisição	359
9.51 Abrindo uma sessão HTTP	360
9.52 Requisições de rede com a gem Faraday	360
9.53 Requisições de rede com a gem httparty	361
9.54 Utilizando HTTPS	362
9.55 Utilizando SSH	363

9.56 Lendo um nome com shell script	366
9.57 Lendo de STDOUT	366
9.58 Servidor RPC	368
9.59 Cliente RPC	368
9.60 Cliente RPC em Python	370
9.61 Cliente RPC em PHP	371
9.62 Cliente RPC em Java	373
10.1 Primeiro programa em JRuby	376
10.2 Usando interface gráfica em JRuby	377
10.3 Classe Carro em Java	378
10.4 Usando a classe Carro em Java dentro de Ruby	379
10.5 Código Ruby que vai ser chamado em Java	380
10.6 Código Java chamando Ruby	380
11.1 Consultas que não retornam dados	383
11.2 Atualizando um registro	384
11.3 Apagando um registro	384
11.4 Retornando dados	385
11.5 Retornando todos os registros	386
11.6 Retornando o primeiro registro	386
11.7 Comandos preparados	387
11.8 Metadados da consulta	387
11.9 Utilizando ActiveRecord	389
12.1 Criando o arquivo extconf.rb para o módulo em C	391
12.2 Iniciando o módulo em C	392
12.3 Construtor em C	393
12.4 Variáveis de instância em C	394
12.5 Métodos em C	395
12.6 Library externa em C	397
12.7 Header da library externa em C	397
12.8 Arquivo para conferência da library em C	398
12.9 Utilizando libraries externas em C	399
13.1 Garbage collector	402
13.2 Estatísticas do garbage collector	404
13.3 Coletando símbolos no garbage collector	405
13.4 Garbage collector	406
13.5 Strings com tamanho definido	409
13.6 Limites de String	409
13.7 Benchmark com Strings de tamanhos diversos	411
13.8 Limites	412
13.9 Utilizando unions em C	412
13.10 Utilizando unions corretamente em C	413
14.1 Calculadora para testes	416
14.2 Testes para a calculadora	416
14.3 Teste pendente	419
14.4 Testes omitidos	420
14.5 Testes com notificações	421
14.6 Testes com mais asserções	422

14.7 Utilizando Minitest	423
14.8 Testes da calculadora com specs	425
14.9 Testes com benchmark	427
14.10 Mocks	428
14.11 Stubs	429
14.12 Guardfile	433
14.13 Testes com report padrão	434
14.14 Debugging com irb	436
15.1 Arquivo de criação de gems	441
15.2 Código da gem	442
15.3 Código do teste da gem	443
16.1 Rakefile	452
16.2 Rakefile com task default	452
16.3 Rakefile com namespaces	453
16.4 Rakefile com tarefas dependentes	455
16.5 Arquivo Rake com nome fora do padrão	457
16.6 Arquivo Rake com tarefas dependentes	459
16.7 Arquivo Rake com máscaras de arquivo próprias	461
16.8 Arquivo Rake com expressões regulares	463
16.9 Arquivo Rake inicial	465
17.1 Documentação da classe Carro	468
17.2 Documentação de carros	471
17.3 Documentação de carros	476

Índice Remissivo

- ActiveRecord, 388
- Alan Perlis, 13
- alias, 67, 157
- append, 67
- Argumentos, 149, 150
 - nomeados, 150
- Arquivos
 - abrindo e fechando automagicamente, 319
 - copiando, 324
 - CSV, 326
 - gravando, 323
 - JSON, 338
 - lendo, 317
 - lendo byte a byte, 322
 - lendo caracter a caracter, 322
 - lendo dados no mesmo arquivo, 319
 - lendo linha a linha, 318
 - movendo, 324
 - XML, 331
 - XSLT, 336
 - YAML, 339
 - zip, 324
- Arrays, 61
 - adicionando, 66
 - combinando, 67
 - criando, 61
 - diferença, 68
 - percorrendo, 64
 - pesquisando, 68
 - semelhança, 68
 - subconjunto, 66
- Arrow assignment, 102
- AST, 232
- Atribuição em paralelo, 115
- autoload, 261
- Backtrace, 86
- Banco de dados, 381
- abrindo a conexão, 381
- ActiveRecord, 388
- apagando, 384
- atualizando, 383
- comandos preparados, 387
- consultas que não retornam dados, 382
- consultas que retornam dados, 385
- metadados, 387
- Sequel, 381
- SQLite, 381
- Benchmarks, 50, 300, 426
- BigDecimal, 30
- Binário, 82
- bitwise, 68
- Blocos de código, 80
- Boolean, 38
- C, 391
 - coletando memória, 406
 - criando uma lib, 391
 - utilizando a lib compartilhada, 398
 - utilizando libs externas, 396
 - Valgrind, 407
- case, 94
- catch, 90
- clamp, 134
- Classes, 171
 - abertas, 182
 - ancestrais, 242
 - definindo, 171
 - eigenclass, 238
 - herança, 199
 - instância única, 247
 - singleton, 238, 247
 - subclasses, 205
- Clean Code, 104
- Closures, 120
- combination, 139

- Comentários mágicos, 46, 50, 104
Compreensão de lista, 130
Congelando objetos, 48
CSV, 326
 cabeçalhos, 328
 criando, 326
 lendo, 327
 tipos de dados diferentes, 330
Currying, 122

Data, 179
Date, 31
delete_prefix, 51
delete_suffix, 52
Desafios, 115, 133
Desestruturação, 98
difference, 68
Documentação, 30
 Rdoc, 467
 YARD, 473
downto, 141
DSL, 195
Duck typing, 70
Duplicando objetos, 48

each_with_index, 138
each_with_object, 136
Editores de texto, 104
eigenclass, 188
Emacs, 104
Encodings, 45, 166
Endless methods, 148
Entrada e saída, 317
 arquivos, 317
Enumerator, 128
Estruturas de controle, 92
 condicionais, 92
 for, 106
 if, 92
 loops, 103
 unless, 94
 until, 108
 while, 105
Exceções, 83
 backtrace, 86
 catch, 90
 comparando, 88
 criando customizadas, 88

descobrindo a anterior, 87
disparando, 86
NotImplementedError, 256
StandardError, 88
throw, 90
tratando, 83
Expressões regulares, 53
 caracteres acentuados, 59
 combinando, 53
 criando, 53
 desestruturação, 57
 grupos, 56
 grupos nomeados, 58
 interpolação, 55
 match, 54
 pesquisando, 55
 substituindo, 51
 timeout, 60

Fibers, 284
Fibonacci, 261
FIFO, 281
FileUtils
 cp, 324
filter_map, 146
Fixnum, 19
Float, 81
for, 106
FreeBSD, 9
FrozenError, 48
FTP, 352
 requisitando arquivos, 352
Funções, 163
 puras, 163

Garbage collector, 172, 401
Gems, 439
 assinando, 446, 447
 certificados, 446
 construindo, 443
 criando, 439
 extraindo o código, 446
 publicando, 444
 testando, 442
 utilizando com assinatura, 448
gems, 257
GIL, 304
grep, 141

- Hashes, 74
 criando, 74
 criando com valores default, 76
 formas de declarar, 77
 procurando, 79
- Heredoc, 39
- Hexadecimal, 82
- HTTP, 353
 bearer, 357
 cabeçalhos, 357
 DELETE, 359
 enviando parâmetros, 355
 GET, 355
 headers, 357
 http, 354
 lendo, 354
 mantendo a conexão, 359
 Nokogiri, 355
 PATCH, 359
 POST, 358
 procurando elementos, 354
 PUT, 359
 servidor, 354
 token de autenticação, 357
- HTTPS, 361
- IEEE, 30
- if, 92
- Immediate values, 21
- include, 260
- Infinity, 27
- initialize, 172
- inject, 136
- inspect, 58
- Instalando, 6
 interpretador, 9
 OSX, 6
 RVM, 6
 Ubuntu, 6
 versões, 9
 Windows, 6
- Inteiros, 19, 81, 304
- Interfaces fluentes, 194
- Interpolação de expressão, 41, 55, 64
- intersection, 68
- irb, 20, 301, 436
 benchmarks, 301
- measure, 301
- it, 65
- Iteradores, 124
 acumulando, 135
 alterando, 129
 combinando, 139
 contando, 136
 detectando, 131
 detectando em todos os elementos, 130
 detectando o primeiro, 131
 detectando valores máximo e mínimo, 132
 dividindo, 137
 encadeando, 143
 filtrando com o grep, 141
 inspecionando, 145
 ordenando, 139
 percorrendo, 64, 124
 percorrendo com os índices, 138
 percorrendo em intervalos, 127
 percorrendo para cima e para baixo, 141
 selecionando, 127
 selecionando não atendendo uma condição, 129
 somando, 137
- Java, 14, 49, 262, 375, 376
- JavaScript, 18, 157
 JIT, 313, 314
 MJIT, 313
 RJIT, 313
 YJIT, 314
 JRuby, 375
 JSON, 338
- Kotlin, 65
- Lambdas, 119, 142
 lambdas, 118
- Lazy evaluation, 128
- Linha de comando, 166
 enviando opções, 166
- Linters, 143, 145
 Rubocop, 143
- Lisp, 14, 113
- load, 260
- Matz, 5
- Memoization, 261

- Metaclasses, 186
 Metaprogramação, 188
 Modificador de estrutura, 92
 Monitor, 274
 Métodos, 148
 alias, 184
 binding, 244, 245
 capturando, 165
 composição, 158
 de classe, 192
 definindo, 148
 destrutivos, 63, 162
 destrutores, 172
 encaminhando, 213
 enviando blocos e Procs, 156
 enviando valores, 149
 estáticos, 192, 193, 217
 high order, 160
 hooks, 238
 interceptando exceções, 161
 lookup, 239
 measure, 301
 navegação segura, 184
 parâmetros default, 150
 predicados, 162
 privados, 217
 protegidos, 215
 públicos, 217
 quantidade de parâmetros, 150
 retornando valores, 148
 super, 202
 Módulos, 235
 comparable, 240
 enumerable, 241
 inserindo, 235
 mixins, 235, 275
 namespaces, 251
 Namespaces, 251
 Neovim, 104
 nil, 38
 Nokogiri, 335
 Nulos, 38
 Números
 randômicos, 146
 O(1), 53
 object_id, 21
- Objetos
 ancestrais, 186
 atributos virtuais, 181
 congelando, 48
 convertendo em String, 173
 criando com Data, 179
 criando com OpenStruct, 179
 criando com Struct, 177
 duplicando, 48, 206
 duplicando de modo profundo, 209, 304
 duplicando de modo raso, 206
 getters, 175
 id, 172
 identificando o id de cada um, 21
 inserindo um método, 185
 serializando, 209
 serialização, 209
 setters, 176
 verificando se tem um método, 70
 Objetos congelados, 43, 160
 OpenStruct, 179, 210, 339
 Operador ternário, 58, 162
 Operadores, 109
 AND, 116
 aritméticos, 109
 atribuição, 109
 deslocar à direita, 115
 deslocar à esquerda, 115
 flip-flop, 115
 lógicos, 111
 manipulação de bits, 115
 NOT, 117
 OR, 116
 rocket, 77
 splat, 96
 unários, 110, 222
 XOR, 116
 OptionParser, 166
 OSX, 6
 overlap, 72
- p, 58
 Paradigmas, 124
 declarativo, 124
 funcional, 124
 imperativo, 16, 125
 reflexiva, 189

- partition, 137
Parâmetros, 149
Pattern matching, 98, 180
Performance, 133, 161
Perl, 57
permutation, 140
Pessimistic version constraint, 259
PHP, 14
Pin operator, 102
POP3, 351
 lendo, 351
pow, 158
prepend, 67
Prism, 233
Processos do sistema operacional, 364
 backticks, 364
 exec, 365
 IO.popen, 365
 Open3, 366
 system, 364
Procs, 118, 272
product, 140
Profiler, 302
Promises, 157
Protocolos
 FTP, 352
 HTTP, 353
 HTTPS, 361
 POP3, 351
 SMTP, 349
 SSH, 362
 TCP, 343
 UDP, 347
 XML-RPC, 367
puts, 58
Python, 14, 75, 104

Queues, 280

Racionais, 36
Ractors, 304
 take, 308
Rake, 451
 arquivos diferentes, 457
 definindo uma tarefa, 451
 estendendo, 464
 executando tarefas em outros programas,
 456
namespaces, 453
tarefas com listas de arquivos, 461
tarefas com nomes de arquivo, 459
tarefas dependentes, 455
Random, 146
Ranges, 71
 convertendo em um Array, 73
 infinitas, 73
 overlap, 72
RBS, 226
Rdoc, 467
reduce, 136
Refinements, 248
REPL, 20
require, 30, 260
rescue, 161
Rubocop, 87, 143, 226, 234
Ruby, 14
RubyGems, 257
 atualizando, 258
 Gemfile, 259
 instalando, 258
 limpando, 258
 listando, 258
 verificando desatualizadas, 258
rubyprof, 302
Rust, 314
RVM, 6, 257, 314

shuffle, 142
singleton, 188
slice, 79
SMTP, 349
 abrindo, 350
SOLID, 71
Sorbet, 105
sort, 139
sort_by, 139
Sorteador de números da Megasena, 142
splat, 96, 101, 153, 178
SSH, 362
 abrindo, 362
 executando comandos, 362
Stabby proc/lambda, 121
Steep, 105
steep, 228
step, 141

- Strings, 39, 81
 alocando memória, 408
 congelando, 50
 limites, 409
Struct, 177
Substrings, 43
sum, 137
Símbolos, 52, 81
- Tail call optimization, 267
tap, 145
TCP, 343
 criando um servidor, 344
 lendo, 343
 trafegando além de Strings, 346
- TDD, 17
Testes, 415
 automáticos, 432
 benchmarks, 426
 criando, 416
 debugando, 436
 expectations, 429
 falhando, 417
 ignorando, 426
 mocks, 427
 modernizando, 422
 notificações, 420
 omitidos, 419
 pendentes, 418
 randomizando, 423
 stubs, 429
- Threads, 271
 criando, 271
 green threads, 281
 join, 271
 leves, 284
 mutex, 277
 mutexes, 273
 native threads, 281
 signal, 277
- throw, 90
- Time, 31
- Tipagem
 dinâmica, 14
 estática, 14
 forte, 18
- Tipos
- Array, 61
BigDecimal, 30
Bignum, 23
booleano, 38
básicos, 19
convertendo, 81
Data, 31
Fixnum, 20
Float, 26
Hash, 74
Hora, 34
immediate values, 22
infinito, 28
inteiros, 19
nulo, 38
não é um número, 29
ponto flutuante, 26
primitivos, 19
racional, 36
Range, 71
String, 39
Symbol, 52
TracePoint, 253
TypeProf, 105
typeprof, 227
- Ubuntu, 6
UDP, 347
 escrevendo, 348
 lendo, 347
- union, 67
unless, 94
unshift, 67
upto, 141
- Valores, 148, 149
Variáveis, 14, 47
 de classe, 191
 de instância, 172
 de instância de classe, 198
 Inferência de tipos, 15
 privadas, 175
 referências na memória, 47
- Versionamento semântico, 11
- Vim, 104, 145, 226
- Visual Studio Code, 104
- Wikipedia, 14, 18, 36

Windows, 6
WSL, 6

XML, 331
 builder, 334
 criando, 331
 lendo, 333
 Nokogiri, 335
 REXML, 331

XML-RPC, 367
 cliente, 368
 Java, 373
 PHP, 371
 Python, 370
 servidor, 367

XSLT, 336

YAML, 339
 lendo, 339

YARD, 473

yield, 128, 156

YJIT, 314
 mantendo sempre habilitado, 315

zip, 139