

# Programação Funcional

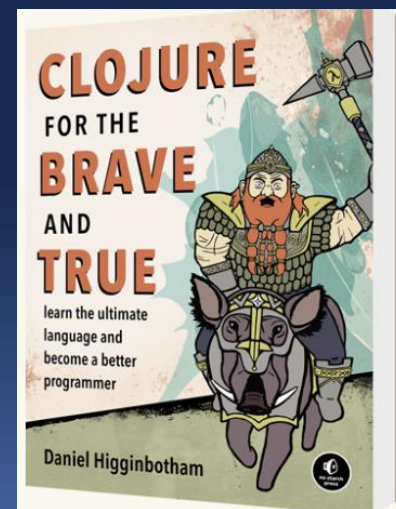
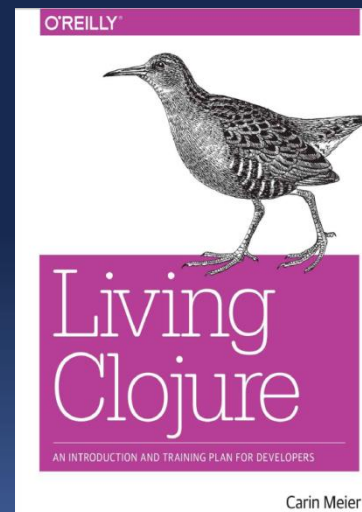
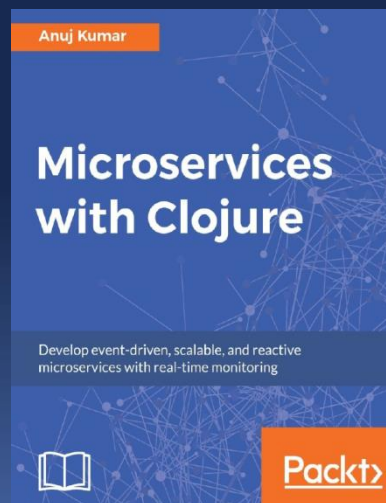
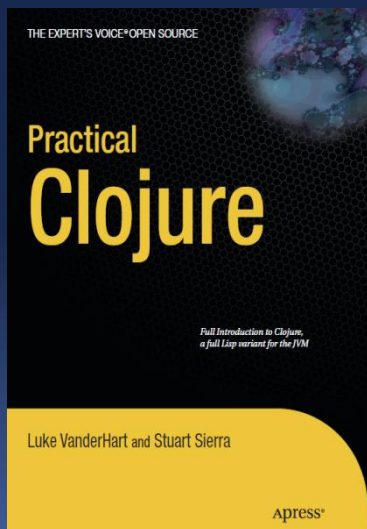
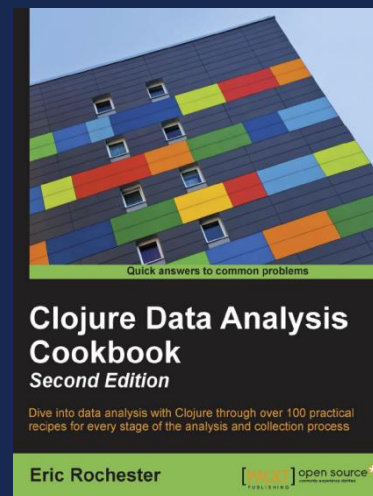
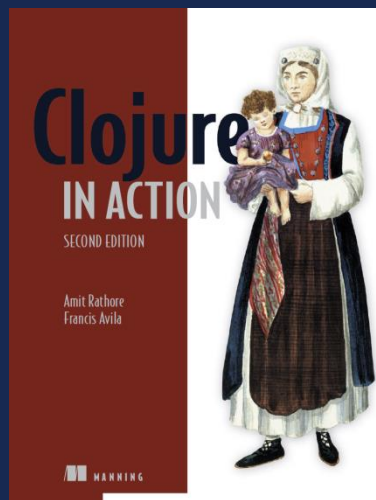
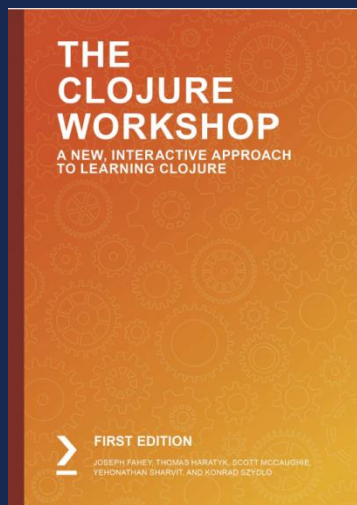
## Unidade 6 – Funções



Prof. Aparecido V. de Freitas  
Doutor em Engenharia  
da Computação pela EPUSP  
[aparecido.freitas@prof.uscs.edu.br](mailto:aparecido.freitas@prof.uscs.edu.br)  
[aparecidovfreitas@gmail.com](mailto:aparecidovfreitas@gmail.com)



# Bibliografia

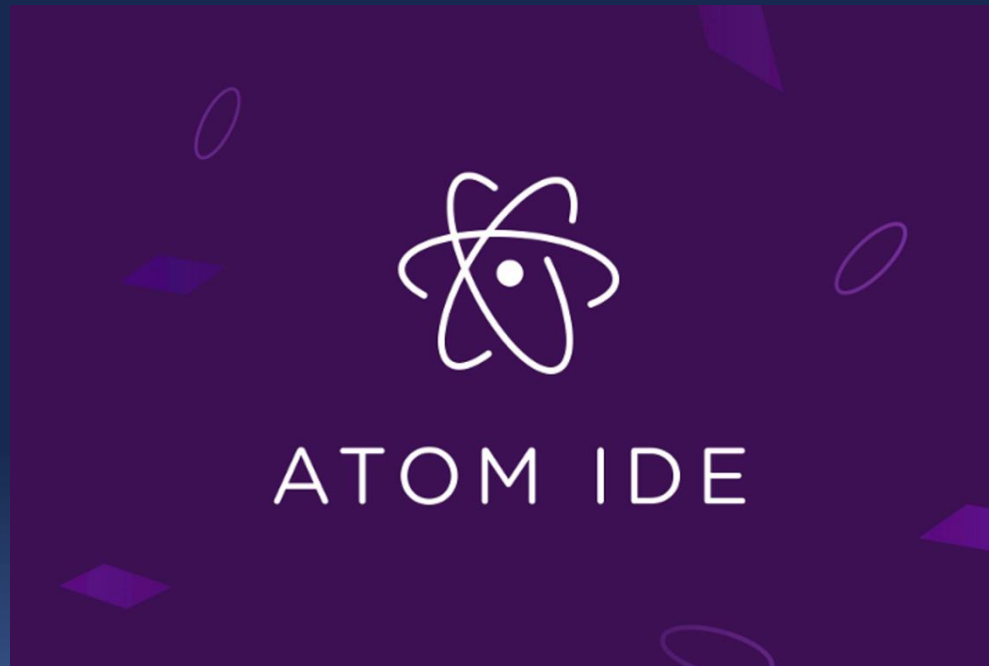


# Introdução

- ✓ A linguagem **Clojure** é funcional, e funções são de fundamental importância para o programador **Clojure** e para a programação funcional;
- ✓ Na programação funcional, evita-se mudanças de estado e emprega-se de forma intensa estruturas de dados imutáveis;
- ✓ Funções em **Clojure** são **"first-class citizens"** pois pode-se passar uma função para outra função, armazená-las em variáveis, ou ainda retorná-las de outras funções;
- ✓ Funções em **Clojure** são também chamadas de **"first-class functions"**.

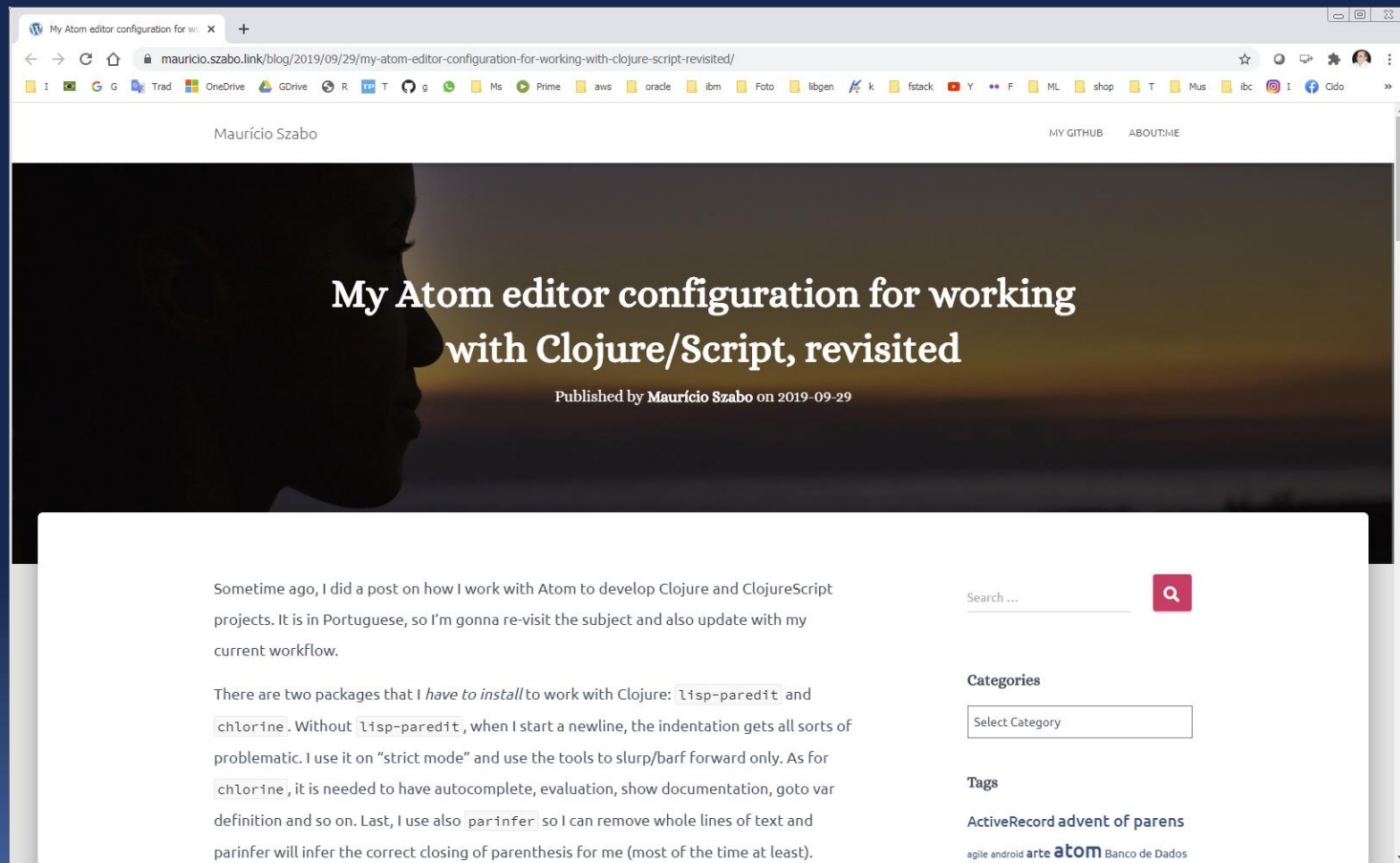


# Clojure com Atom



# Configuração do Package Chlorine no Atom

<https://mauricio.szabo.link/blog/2019/09/29/my-atom-editor-configuration-for-working-with-clojure-script-revisited/>



## Ativando REPL Remoto

```
(do (require 'clojure.core.server)
    (clojure.core.server/start-server
     {:name "socket-repl"
      :port 4444
      :accept 'clojure.main/repl
      :address "localhost"}))
```





# Ativando REPL Remoto

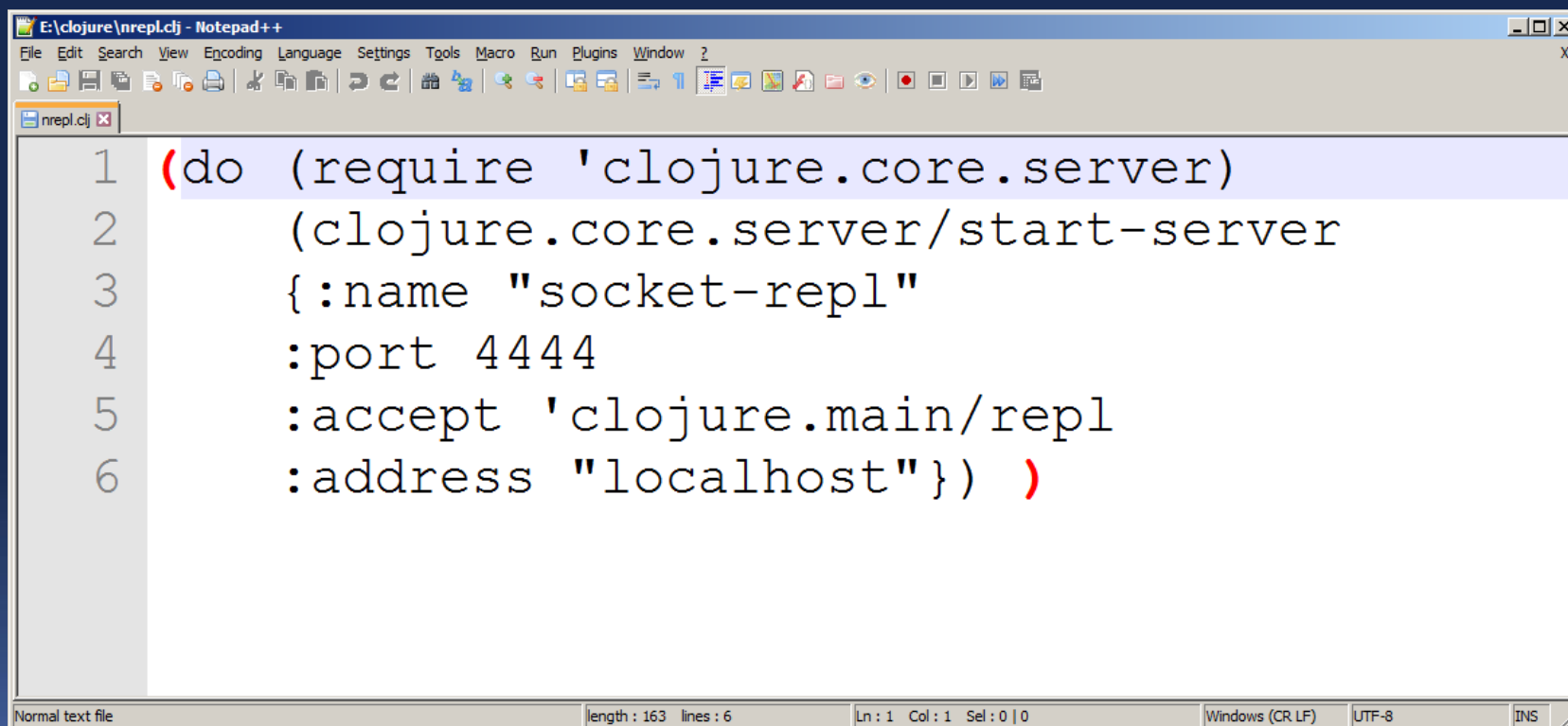
## Digitando-se o código na console



```
Clojure 1.10.2-master-SNAPSHOT
user=> (do (require 'clojure.core.server)
(clojure.core.server/start-server
{:name "socket-repl"
:port 4444
:accept 'clojure.main/repl
:address "localhost"}))
#object[java.net.ServerSocket 0x43f82e78 "ServerSocket[addr=localhost/127.0.0.1,
localport=4444]"
user=> _
```

# Salvando código num file .clj

- ✓ Criar arquivo .clj com código para subir o nREPL
- ✓ Estamos chamando o arquivo de **nrepl.clj**
- ✓ Será salvo no diretório: **E:/clojure**



The screenshot shows a Notepad++ window titled "E:\clojure\nrepl.clj - Notepad++". The menu bar includes File, Edit, Search, View, Encoding, Language, Settings, Tools, Macro, Run, Plugins, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The file "nrepl.clj" is open, and its content is displayed in a monospaced font. The code is as follows:

```
1 (do (require 'clojure.core.server)
2     (clojure.core.server/start-server
3       {:name "socket-repl"
4         :port 4444
5         :accept 'clojure.main/repl
6         :address "localhost"})) )
```

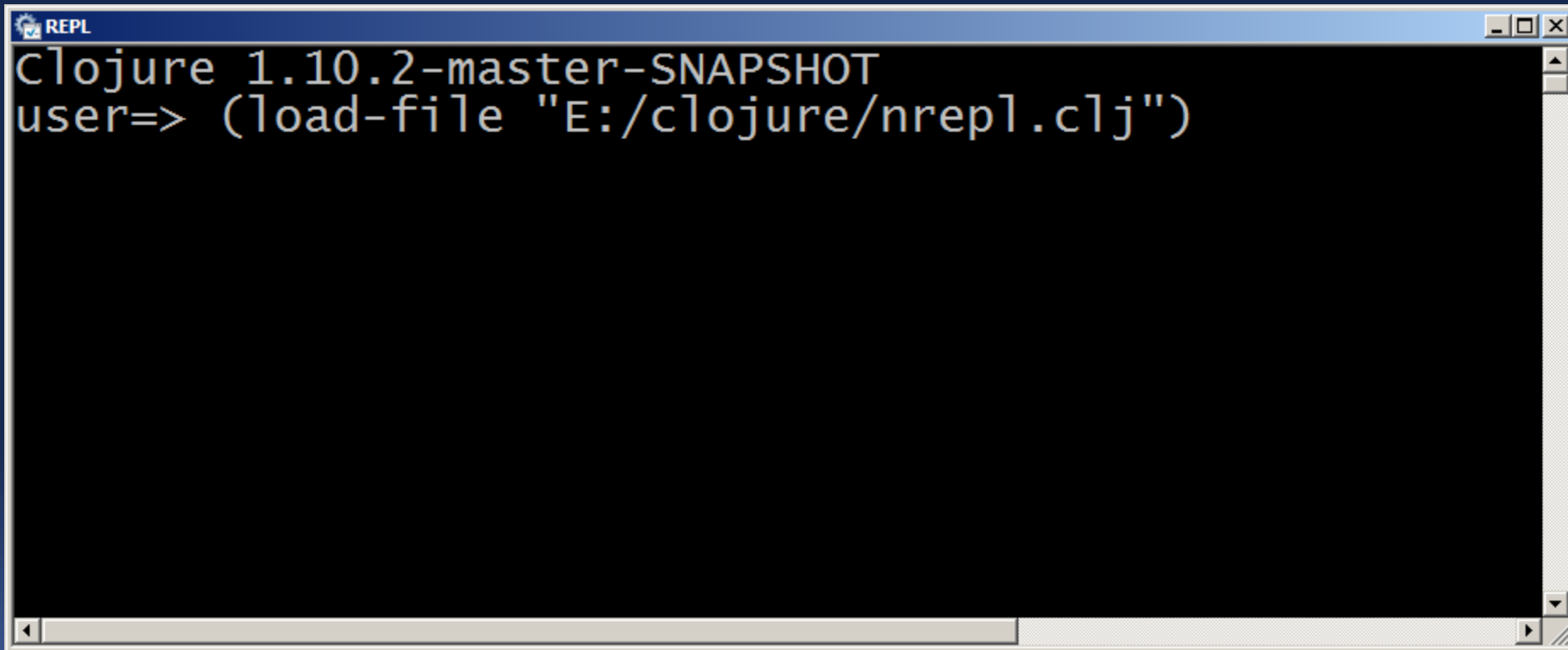
The status bar at the bottom indicates "Normal text file", "length : 163 lines : 6", "Ln : 1 Col : 1 Sel : 0 | 0", "Windows (CR LF)", "UTF-8", and "INS".



# Ativando REPL Remoto

## Carregando-se arquivo digitado anteriormente

> (load-file "E:/clojure/nrepl.clj")

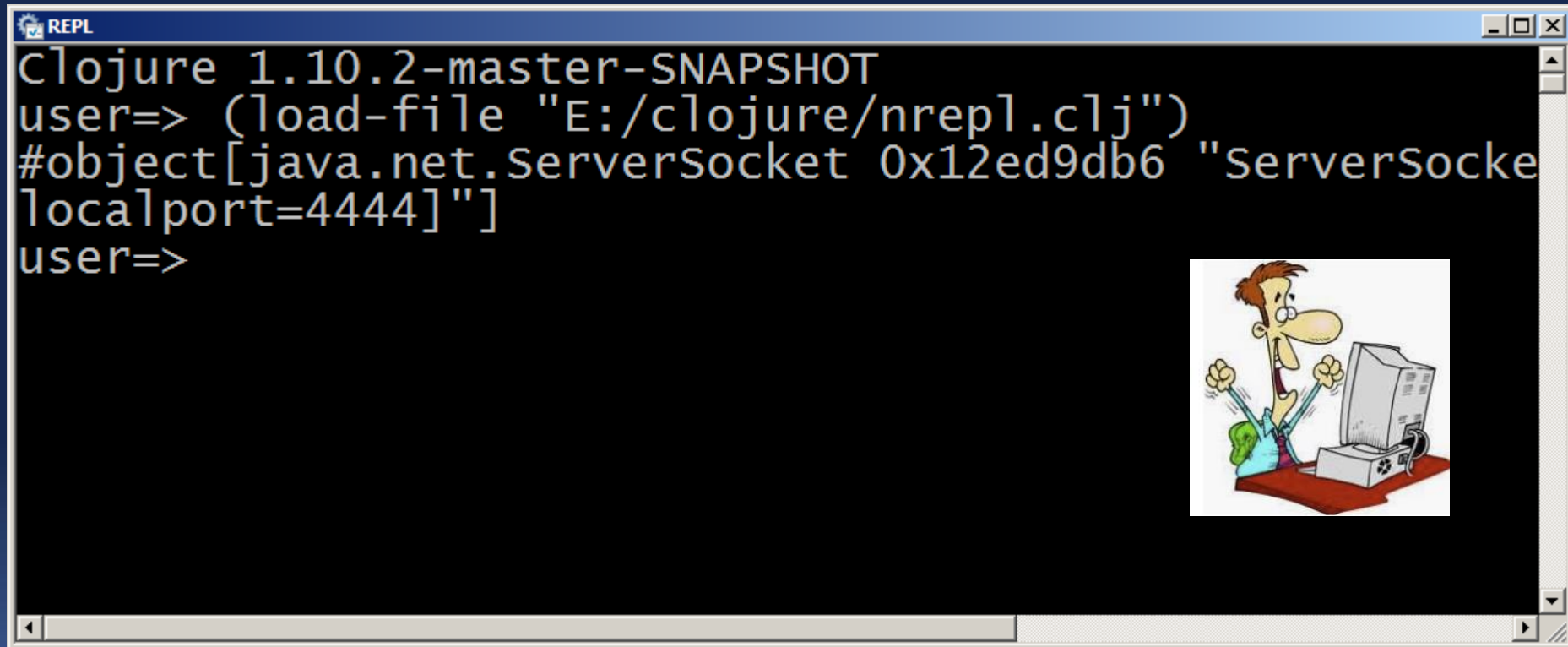


```
REPL
Clojure 1.10.2-master-SNAPSHOT
user=> (load-file "E:/clojure/nrepl.clj")
```

# Ativando REPL Remoto

## Carregando-se arquivo digitado anteriormente

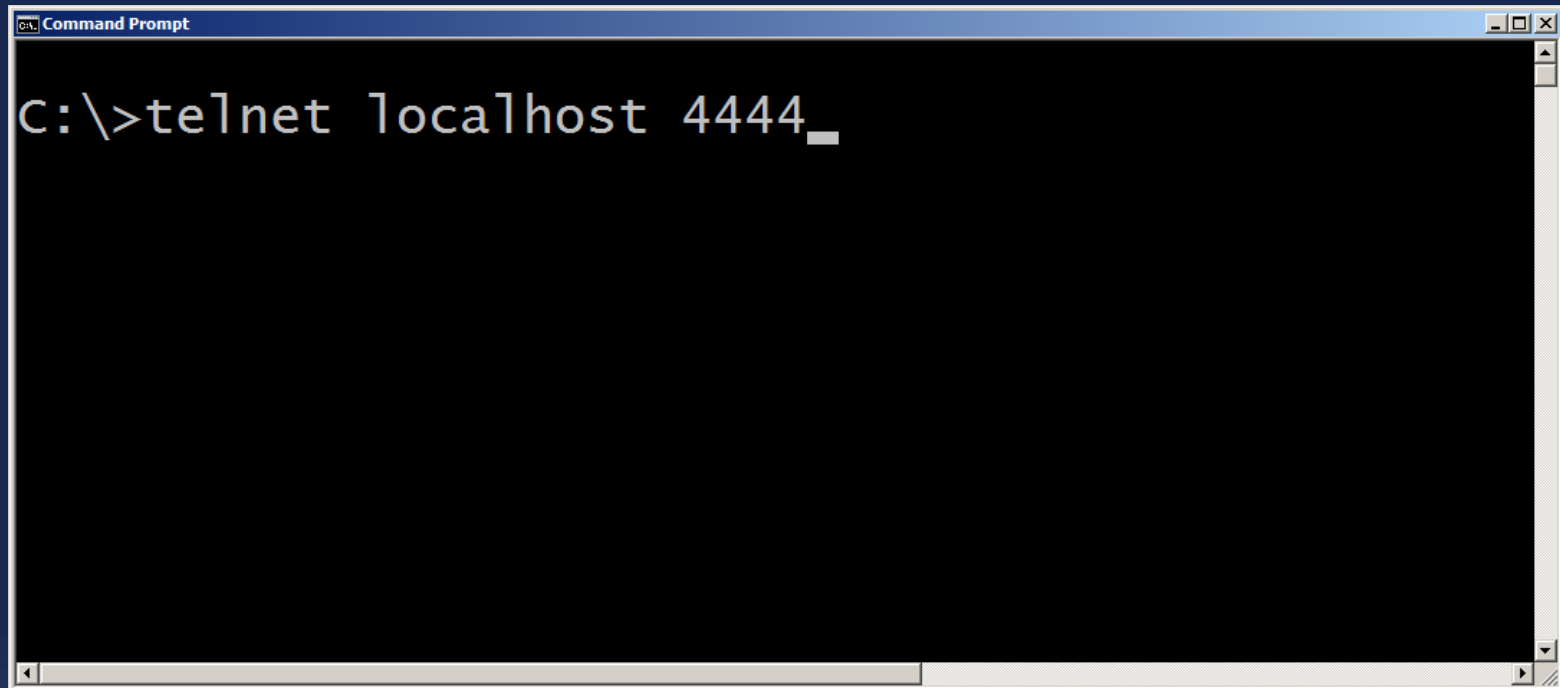
> (load-file "E:/clojure/nrepl.clj")



```
REPL
Clojure 1.10.2-master-SNAPSHOT
user=> (load-file "E:/clojure/nrepl.clj")
#object[java.net.ServerSocket 0x12ed9db6 "ServerSocket
localhost=4444"]
user=>
```

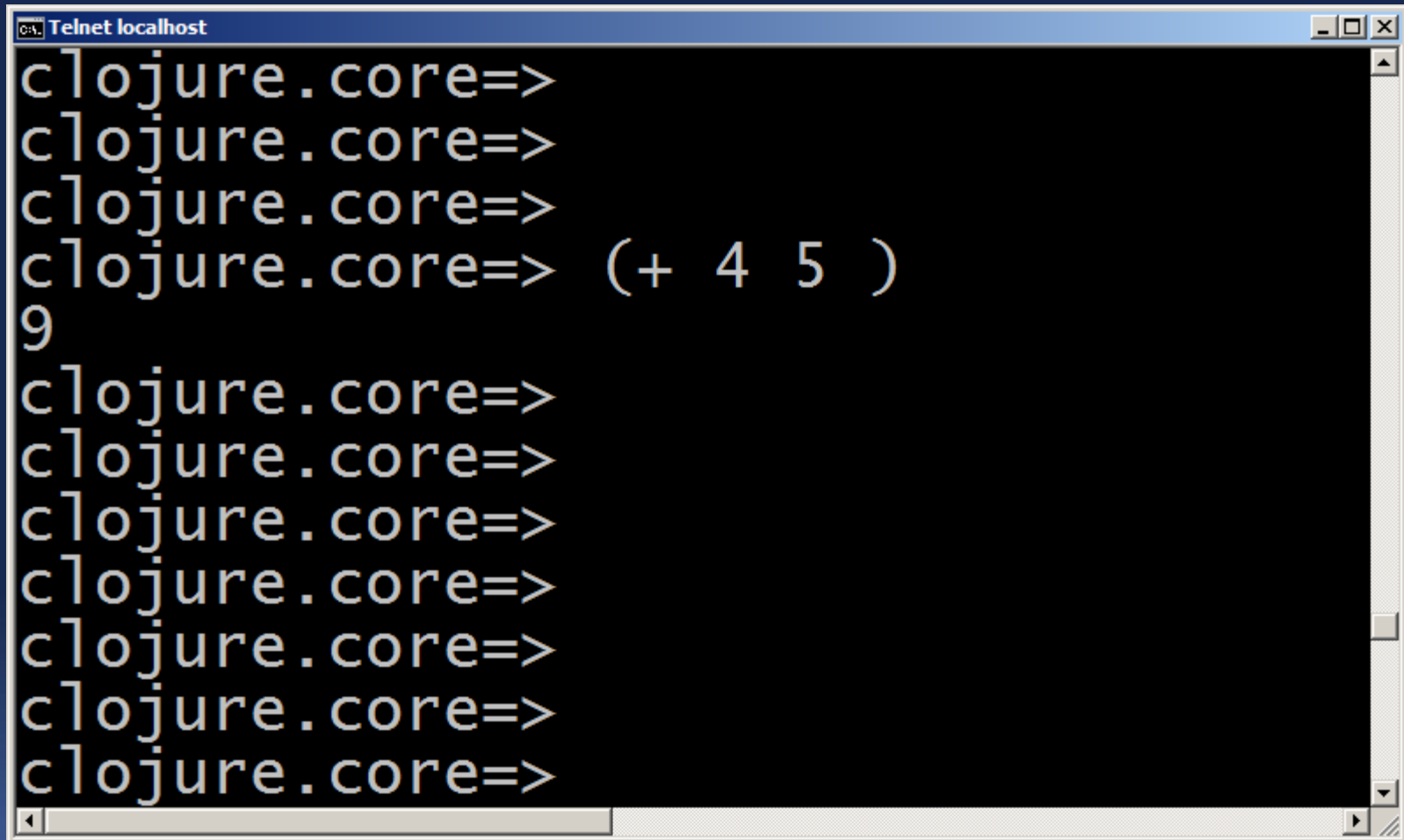


# Conectando com Telnet na porta 4444



```
C:\>telnet localhost 4444_
```

# Conectando com Telnet na porta 4444



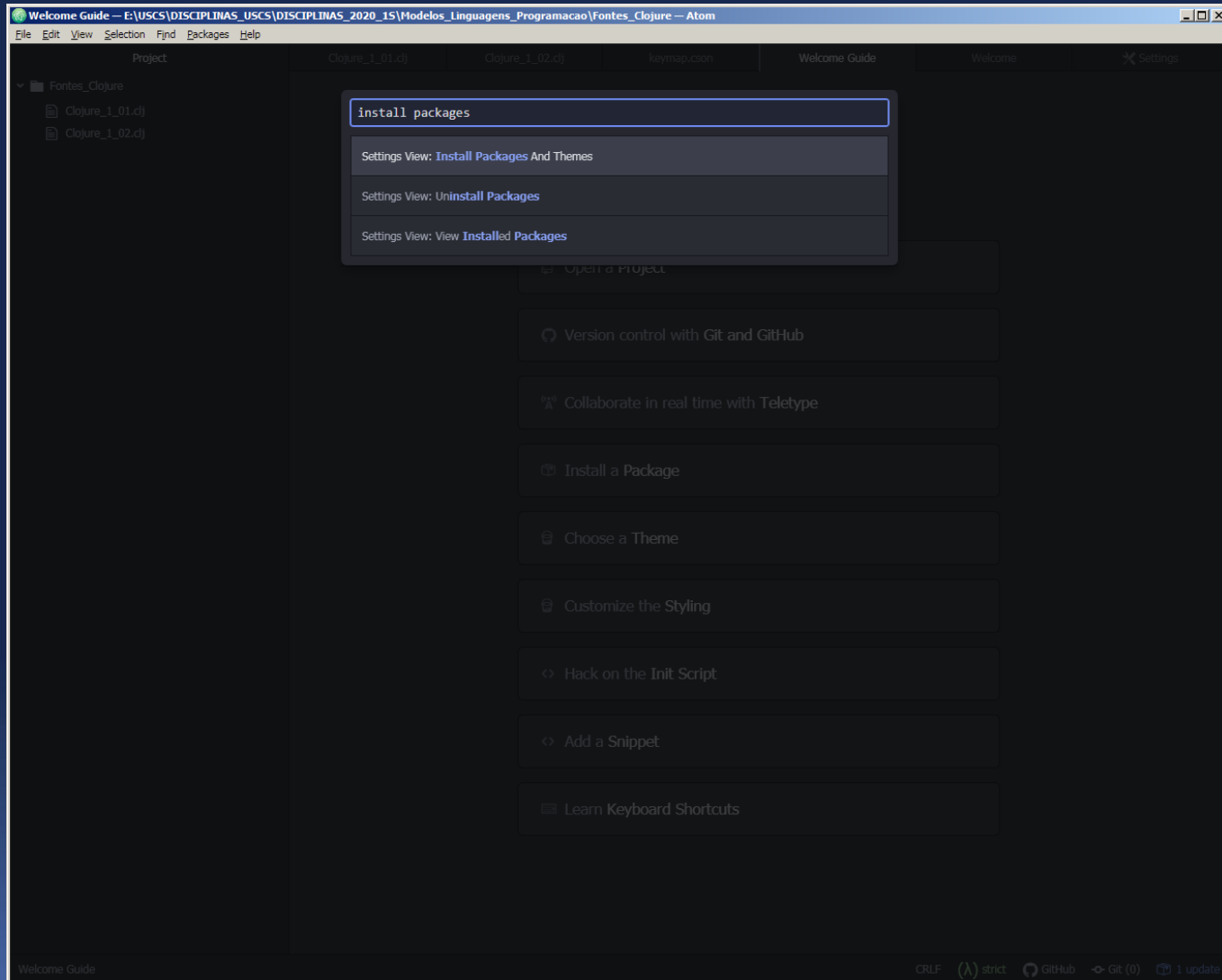
```
GA Telnet localhost
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=> (+ 4 5 )
9
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=>
clojure.core=>
```

# Desenvolvimento Clojure com a IDE Atom



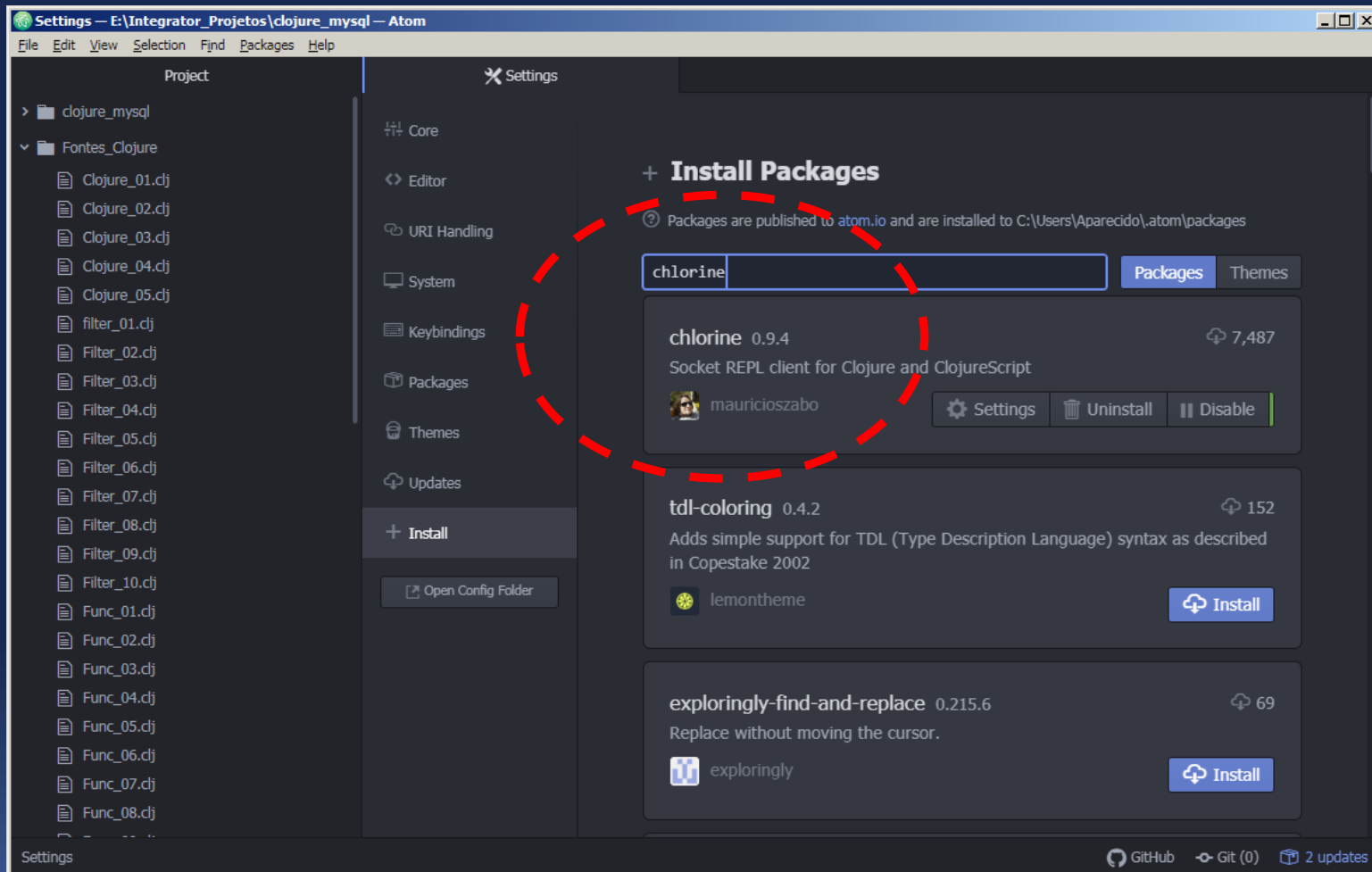
# Atom – Package Chlorine

✓ **Ctrl + Shift + p** > **Install Packages and Themes**



# Atom – Package Chlorine

✓ Instalar => package **Chlorine**





# Chlorine – Configuração de Hot Keys

- ✓ Instalar => package **Chlorine**
- ✓ Ao se teclar **CTRL+SHIFT+p** e procurar por "**Open your keymap**", Atom irá abrir um arquivo pra customizar hotkeys;
- ✓ Nesse arquivo podem ser incluídas as configurações:

```
'atom-text-editor':  
  'ctrl-k': 'chlorine:clear-console'  
  'ctrl-shift-I': 'chlorine:load-file'  
  'ctrl-shift-l': 'chlorine:clear-inline-results'  
  'ctrl-shift-enter': 'chlorine:evaluate-block'  
  'ctrl-enter': 'chlorine:evaluate-top-block'  
  'ctrl-c': 'chlorine:break-evaluation'  
  'ctrl-d': 'chlorine:doc-for-var'
```



# Chlorine – Configuração de Hot Keys

```
# Atom Flight Manual:
```

```
# http://flight-manual.atom.io/using-atom/sections/basic-custom
```

```
'atom-text-editor':
```

```
  'ctrl-k': 'chlorine:clear-console'
```

```
  'ctrl-shift-I': 'chlorine:load-file'
```

```
  'ctrl-shift-L': 'chlorine:clear-inline-results'
```

```
  'ctrl-shift-enter': 'chlorine:evaluate-block'
```

```
  'ctrl-enter': 'chlorine:evaluate-top-block'
```

```
  'ctrl-c': 'chlorine:break-evaluation'
```

```
  'ctrl-d': 'chlorine:doc-for-var'
```



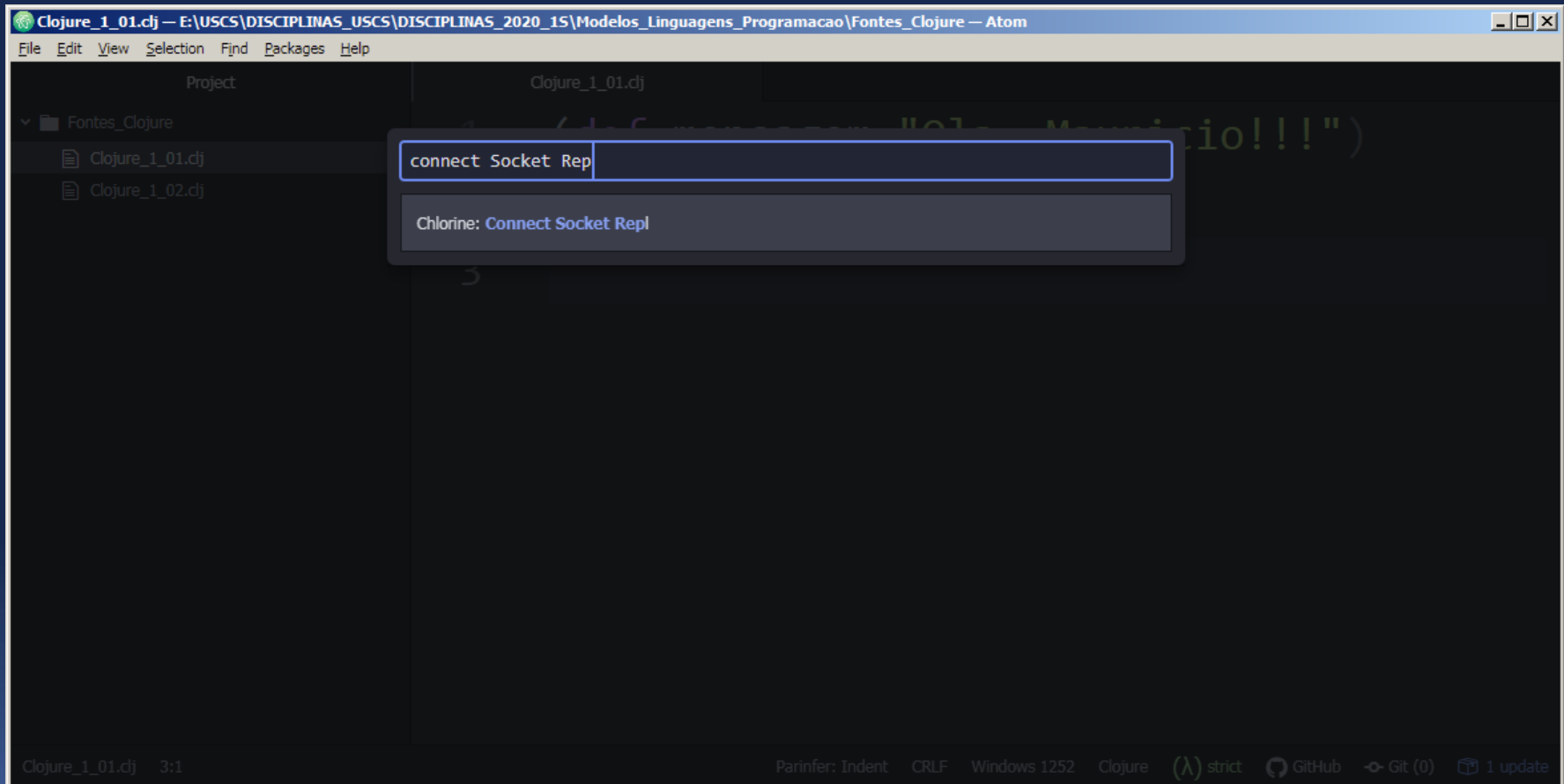


# Conectando Atom no REPL remoto



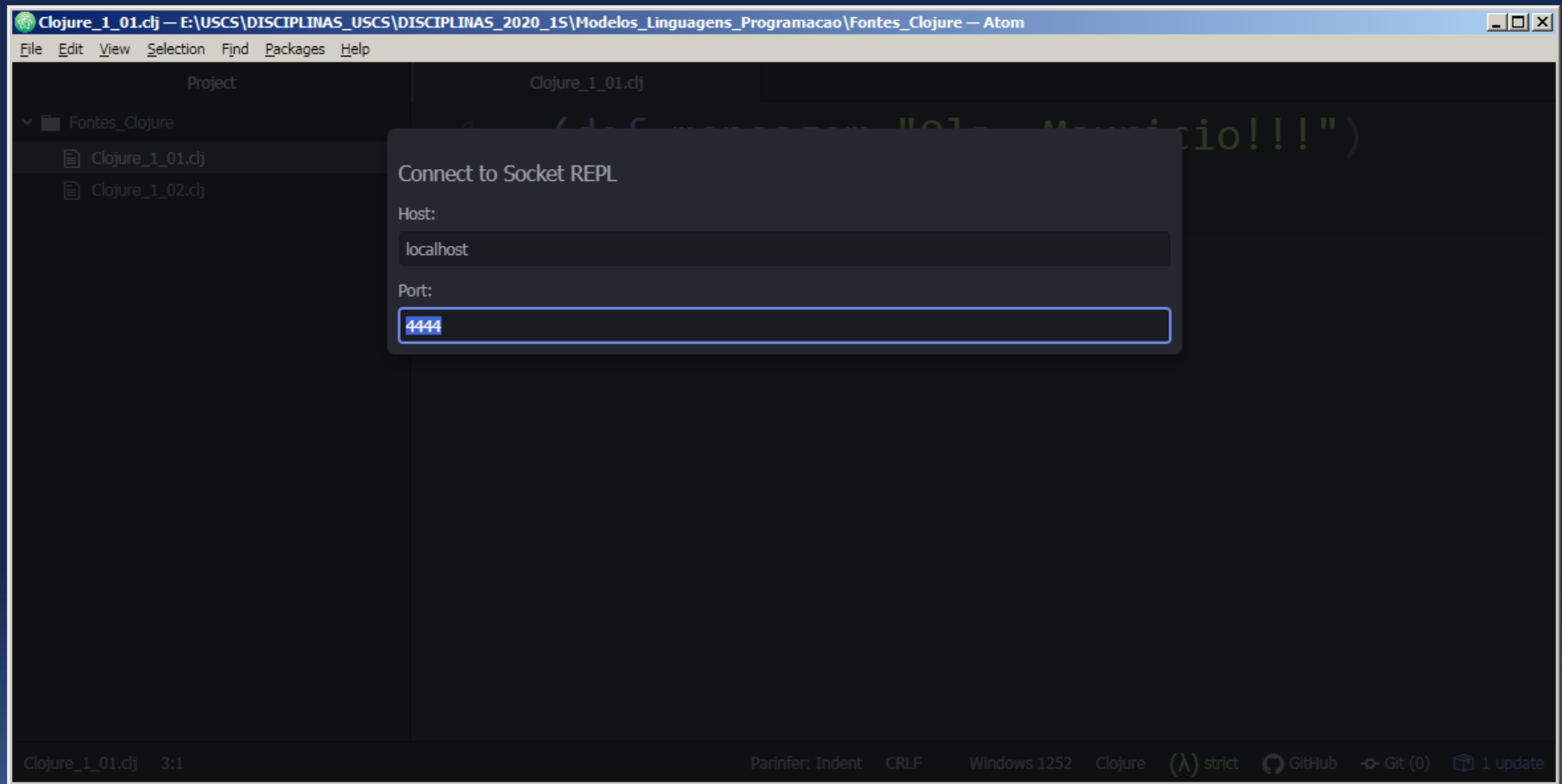
# Atom – Package Chlorine

- ✓ Após instalação do Chlorine e subida do socket com REPL remoto
- ✓ **Ctrl + Shift + p** > **Connect Socket Repl**



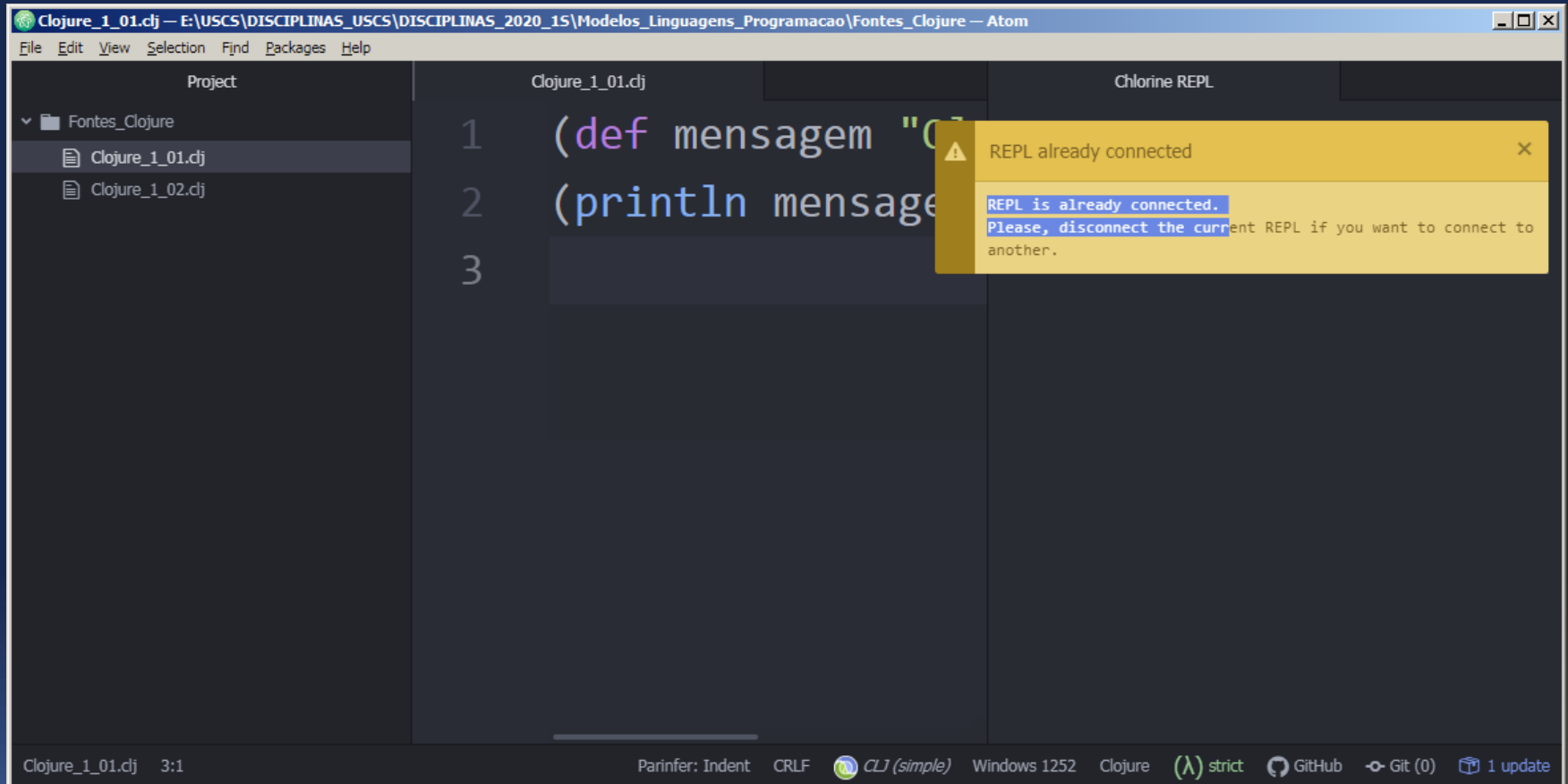
# Atom – Package Chlorine

- ✓ Informar Host e porta onde o REPL remoto está sendo executado



# Atom – Package Chlorine

✓REPL connected !!!



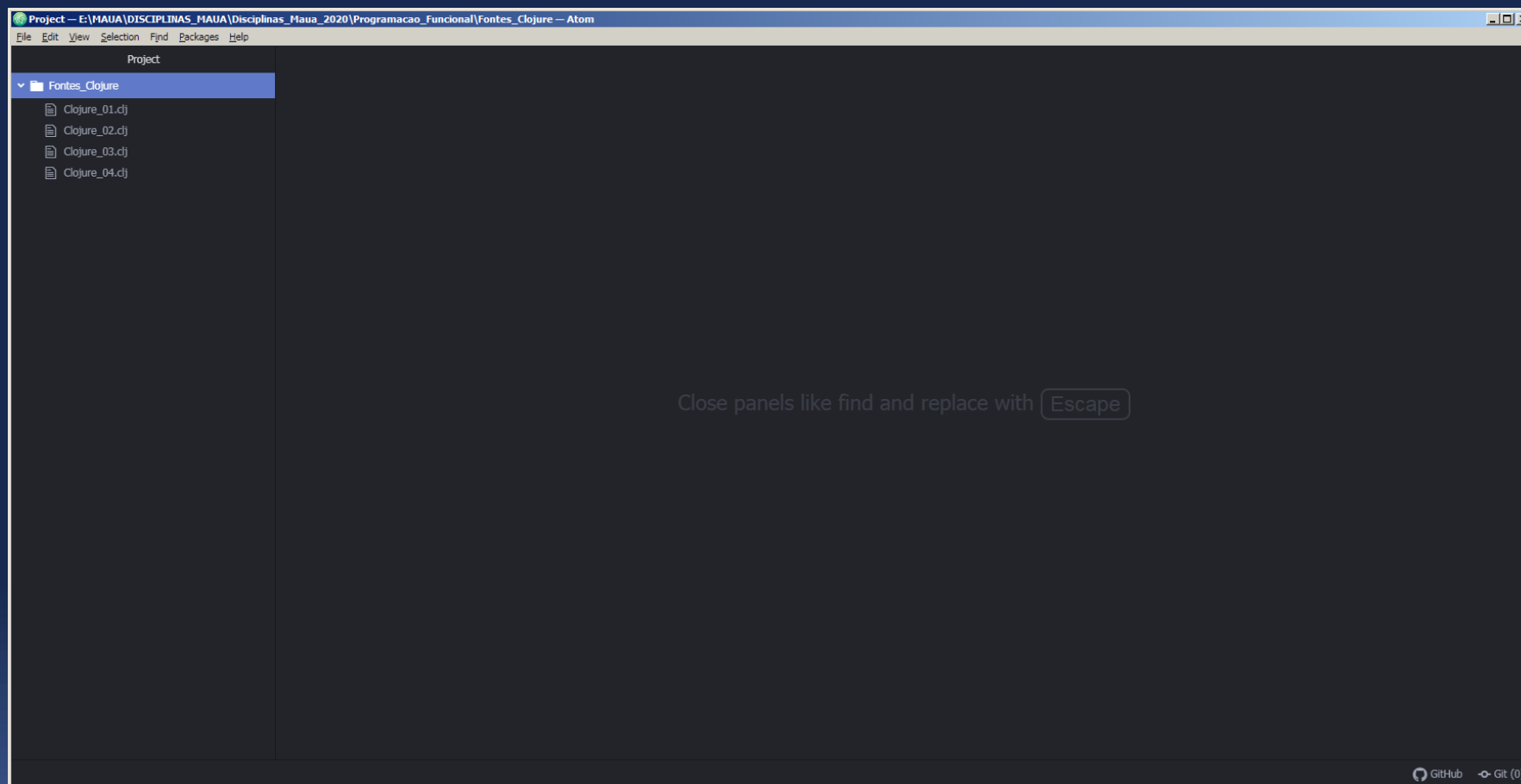
# Entrando com código Clojure no Atom





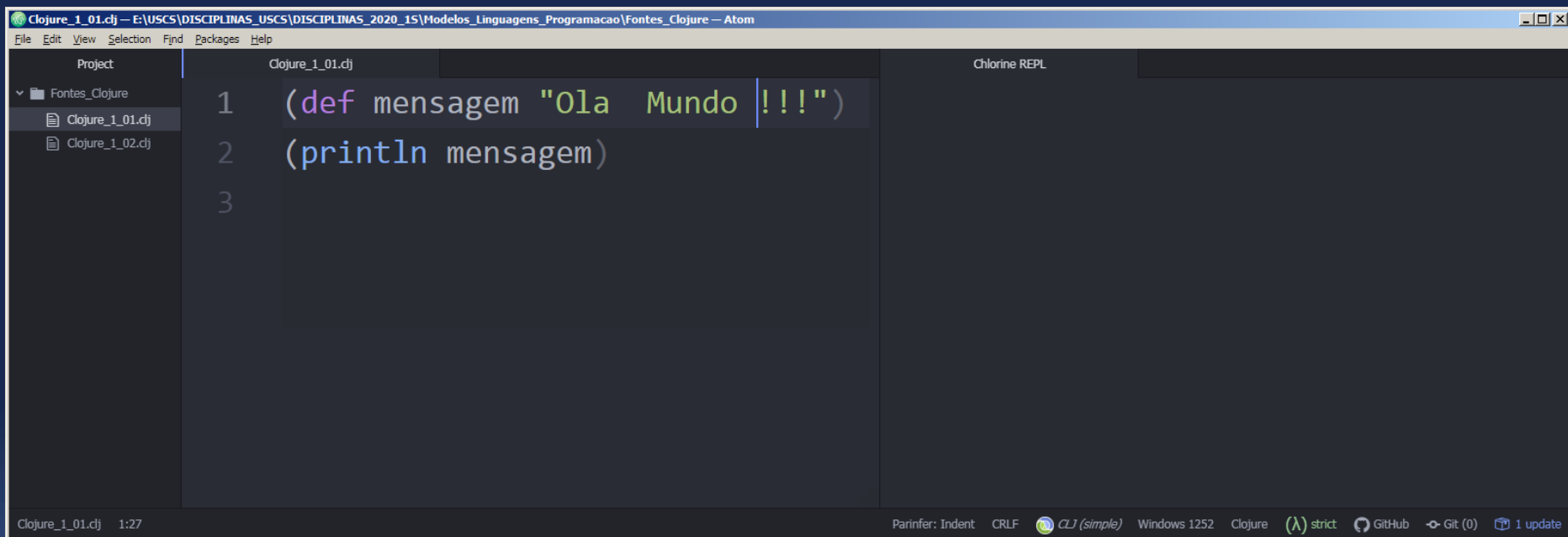
# Ativar Atom

✓ File > Open Folder



# Atom – Package Chlorine

✓ Escrever código **Clojure** (extensão .clj)



# Ativar Atom

## ✓ Escrevendo código Clojure no Atom

```
Closure_01.clj
1  (def a (+ 20 30))
2
3  (def b (+ 4 3))
4
5  ✓ (defn somar [b]
6      (+ a b ))
7
8  ✓ (defn somar-2 [a b]
9      (+ a b ))
10
11  (somar 10)
12
```



# Atom – Package Chlorine

- ✓ Carregar código para Repl remoto
- ✓ **Ctrl + Shift + p** > **Load File**

```
(def a (+ 20 30))
```

```
(def b (+ 4 3))
```

```
(defn somar [b]  
  (+ a b ))
```

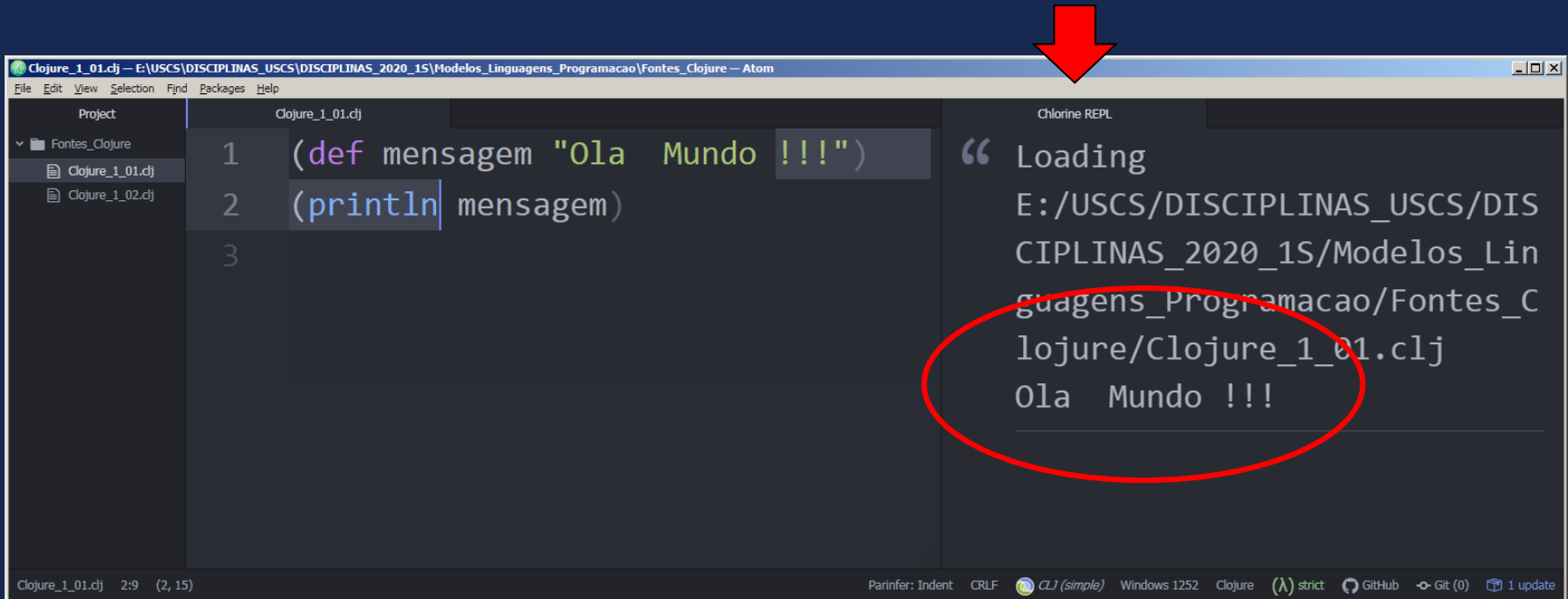
Chlorine: Load File

Ctrl+Shift+I



# Atom – Package Chlorine

✓ Carga do código Clojure para o REPL



The screenshot shows the Atom editor interface with the Chlorine REPL package installed. The left sidebar shows the project structure with files `Clojure_1_01.clj` and `Clojure_1_02.clj`. The main editor displays the code in `Clojure_1_01.clj`:

```
1 (def mensagem "Ola Mundo !!!")
2 (println mensagem)
3
```

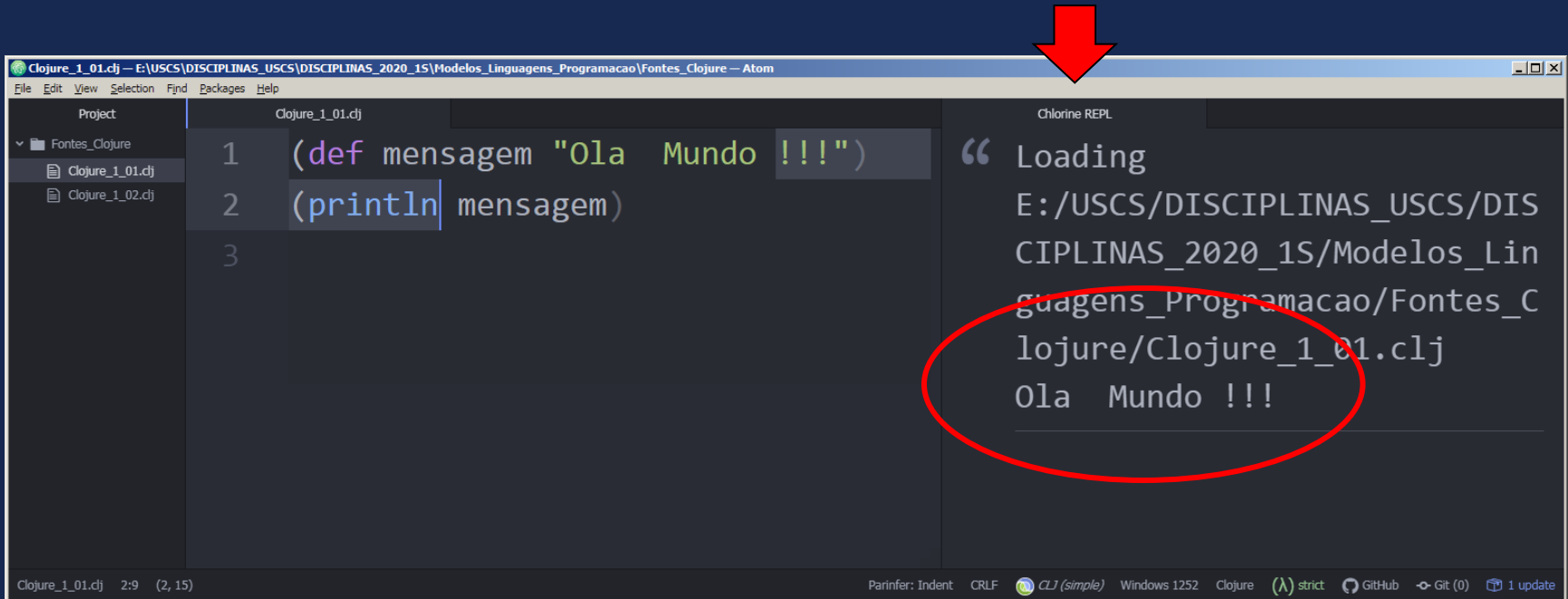
The right sidebar shows the Chlorine REPL output:

```
“ Loading
E:/USCS/DISCIPLINAS_USCS/DISCIPLINAS_2020_1S/Modelos_Linguagens_Programacao/Fontes_Clojure/Clojure_1_01.clj
Ola Mundo !!!
```

The output is circled in red, and a red arrow points to it from the text above. The status bar at the bottom shows the current file is `Clojure_1_01.clj` at line 2, column 15, and the REPL is running Clojure with the `(λ) strict` configuration.

# Atom – Package Chlorine

✓ Carga do código Clojure para o REPL



The screenshot shows the Atom editor interface with the Chlorine REPL package installed. The left sidebar shows the project structure with files `Clojure_1_01.clj` and `Clojure_1_02.clj`. The main editor area shows the code in `Clojure_1_01.clj`:

```
1 (def mensagem "Ola Mundo !!!")
2 (println mensagem)
3
```

The right sidebar shows the Chlorine REPL output:

```
“ Loading
E:/USCS/DISCIPLINAS_USCS/DISCIPLINAS_2020_1S/Modelos_Linguagens_Programacao/Fontes_Clojure/Clojure_1_01.clj
Ola Mundo !!!
```

The output is circled in red, and a red arrow points to it from the text above. The status bar at the bottom shows the current file is `Clojure_1_01.clj` at line 2, column 15, and the REPL is running with the `strict` Clojure version.

# Evaluate "top-blocks"

- ✓ Hot Key: **Ctrl + Enter**
- ✓ Selecionar o top block desejado e teclar => **Ctrl + Enter**

```
Clojure_01.clj — E:\MAUA\DISCIPLINAS_MAUU\Disciplinas_Mauu_2020\Programacao_Funcional\Fontes_Clojure — Atom
File Edit View Selection Find Packages Help

Project
  Fontes_Clojure
    Clojure_01.clj
    Clojure_02.clj
    Clojure_03.clj
    Clojure_04.clj

Clojure_01.clj
1 (def a (+ 20 30))
2
3 (defn somar [b]
4   (+ a b ))
5
6 (somar 5)
7

Chlorine REPL

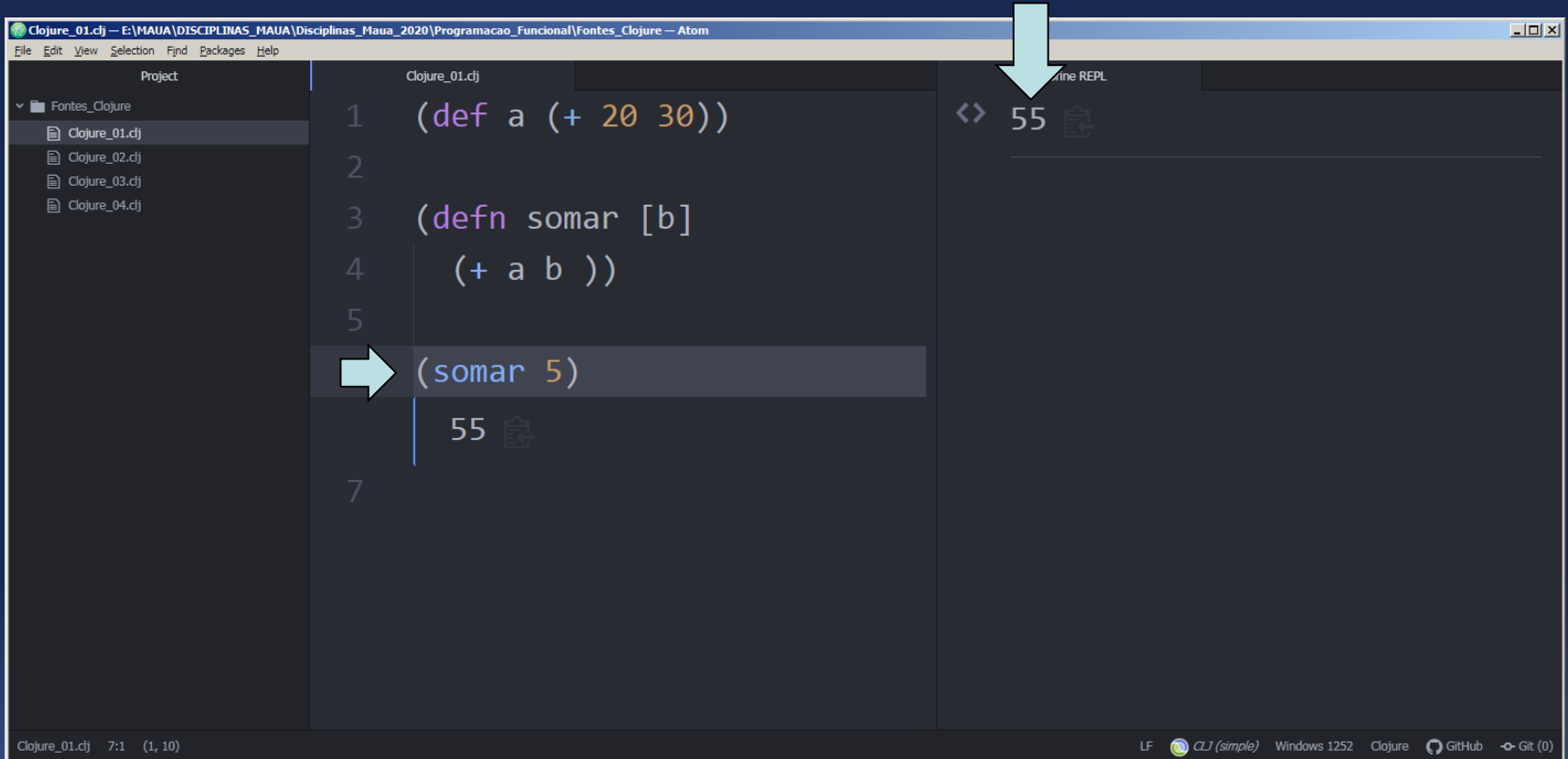
Clojure_01.clj 2:1 (1, 18)  LF  CLJ (simple)  Windows 1252  Clojure  GitHub  Git (0)
```





# Evaluate "top-blocks"

✓ Por exemplo, marcar o top block ( somar 5) e teclar => **Ctrl + Enter**



```
Clojure_01.cj
1 (def a (+ 20 30))
2
3 (defn somar [b]
4   (+ a b ))
5
6 (somar 5)
7
55
```

Project: Fontes\_Clojure

File Edit View Selection Find Packages Help

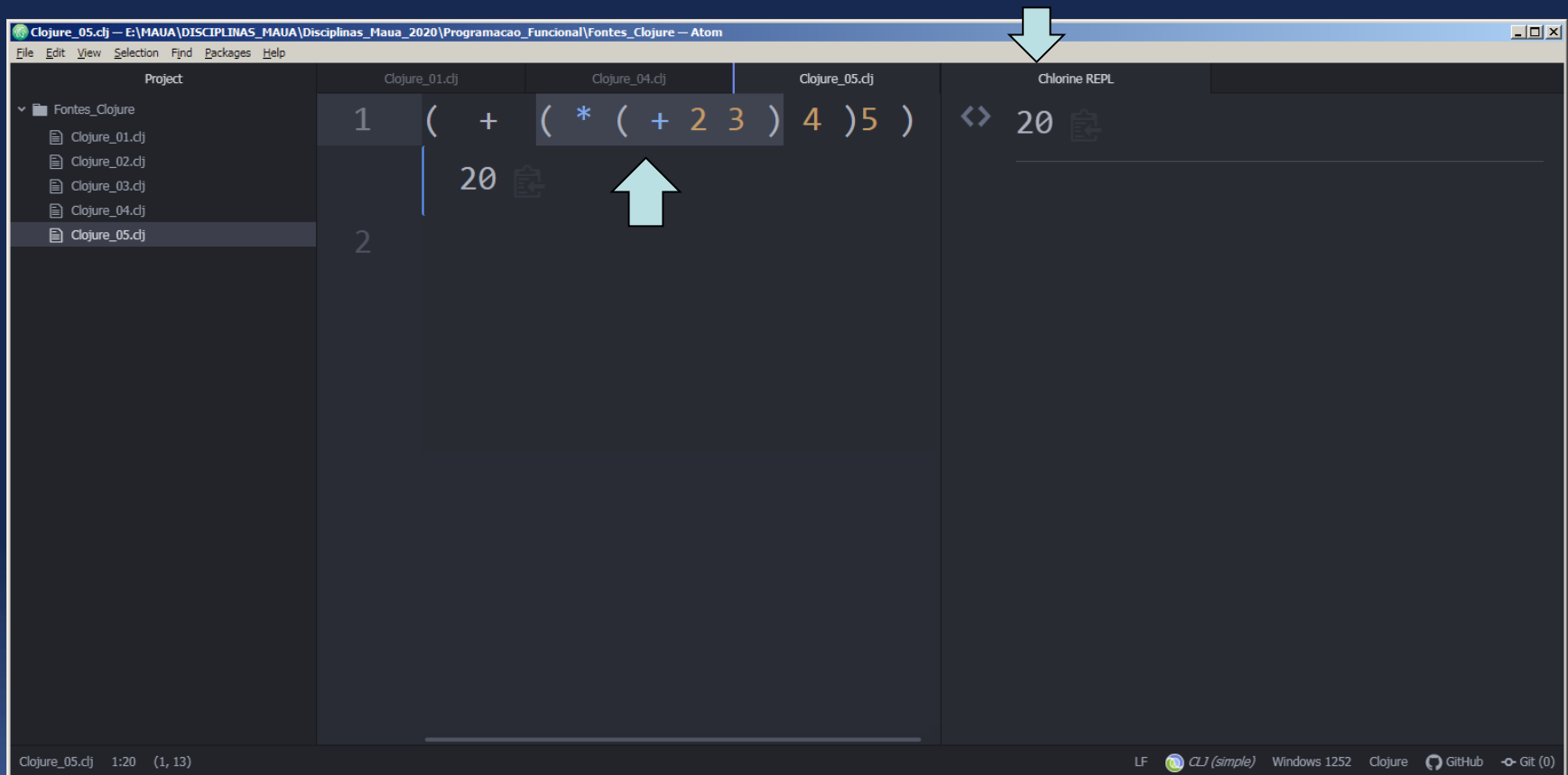
File Edit View Selection Find Packages Help

LF CLJ (simple) Windows 1252 Clojure GitHub Git (0)



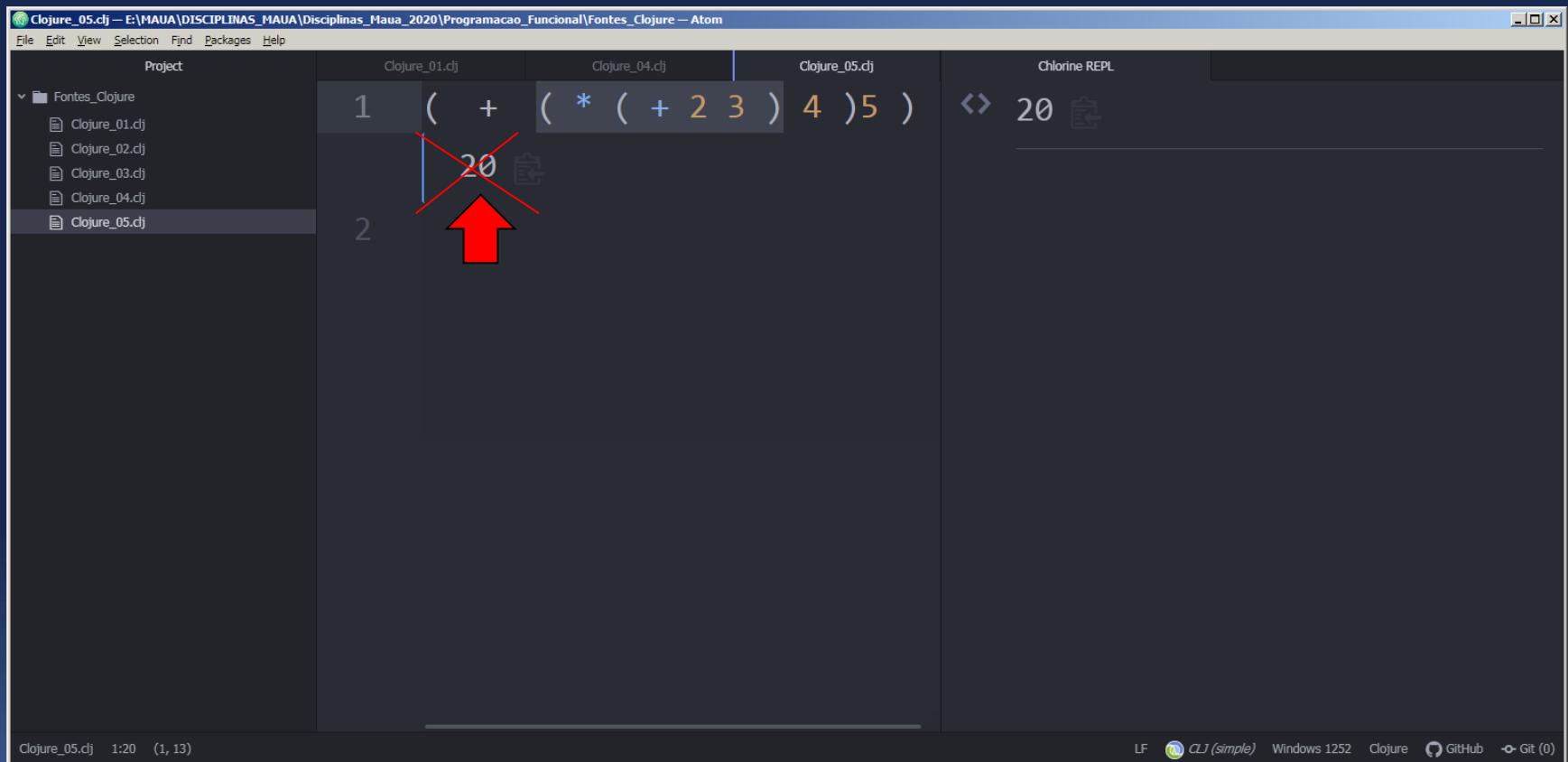
# Evaluate "blocks"

- ✓ Hot Key: **Ctrl + Shift + Enter**
- ✓ Selecionar o block desejado e teclar => **Ctrl + Shift + Enter**



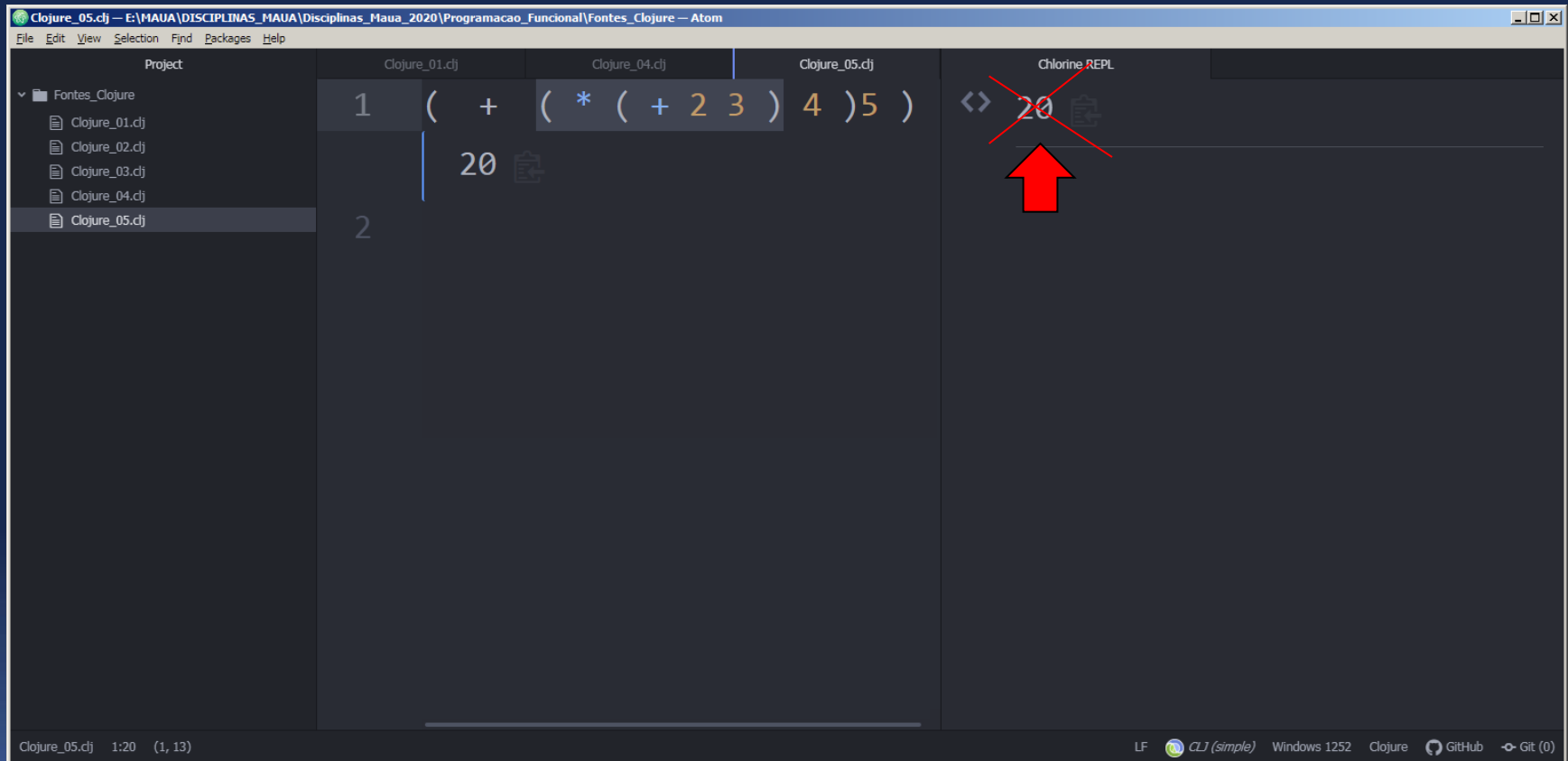
# Clear Inline Results

✓ Pode ser feito pela hot key: **Ctrl + Shift + L**



# Clear Console

✓ Pode ser feito pela hot key: **Ctrl +k**



# Lembrando ... Funções

- ✓ Uma função ao ser avaliada retorna sua última avaliação;
- ✓ Funções podem ser criadas por **fn**.

```
Func_01.cj — E:\MAUA\DISCIPLINAS_MAU... \Fontes_Clojure — Atom
File Edit View Selection Find Packages Help

Project
▼ Fontes_Clojure
  Clojure_01.cj
  Clojure_02.cj
  Clojure_03.cj
  Clojure_04.cj
  Clojure_05.cj
  Func_01.cj

Func_01.cj
1
2 (fn [] "Linguagem Clojure")
3

Chlorine REPL

Func_01.cj 2:28
LF CLJ (simple) Windows 1252 Clojure GitHub Git (0)
```



# Lembrando ... Funções

✓ Para processarmos uma função, devemos chamá-las entre parênteses.

The screenshot shows the Atom editor interface. On the left, a project sidebar lists files under 'Fontes\_Clojure', with 'Func\_01.cj' selected. The main editor displays the following Clojure code in 'Func\_01.cj':

```
1  
2 ((fn [] "Linguagem Clojure"))  
   "Linguagem Clojure"  
3
```

On the right, the 'Chlorine REPL' panel shows the output of the function call: `<> "Linguagem Clojure"`. The status bar at the bottom indicates the current file is 'Func\_01.cj' at line 3, column 1, and shows various icons for language support and version control.

# Lembrando ... Funções

- ✓ Para processarmos uma função, devemos chamá-las entre parênteses.

Func\_02A.dj

```
1
2  (ns myns)
   nil
3
4
5  ( fn [x] (str "Ola " x ))
   #object [myns$eval13406$fn__3407 870674375 "myr
6
7
8  ( ( fn [x] (str "ola " x ) ) "Aparecido" )
   "ola Aparecido"
```

Chlorine REPL

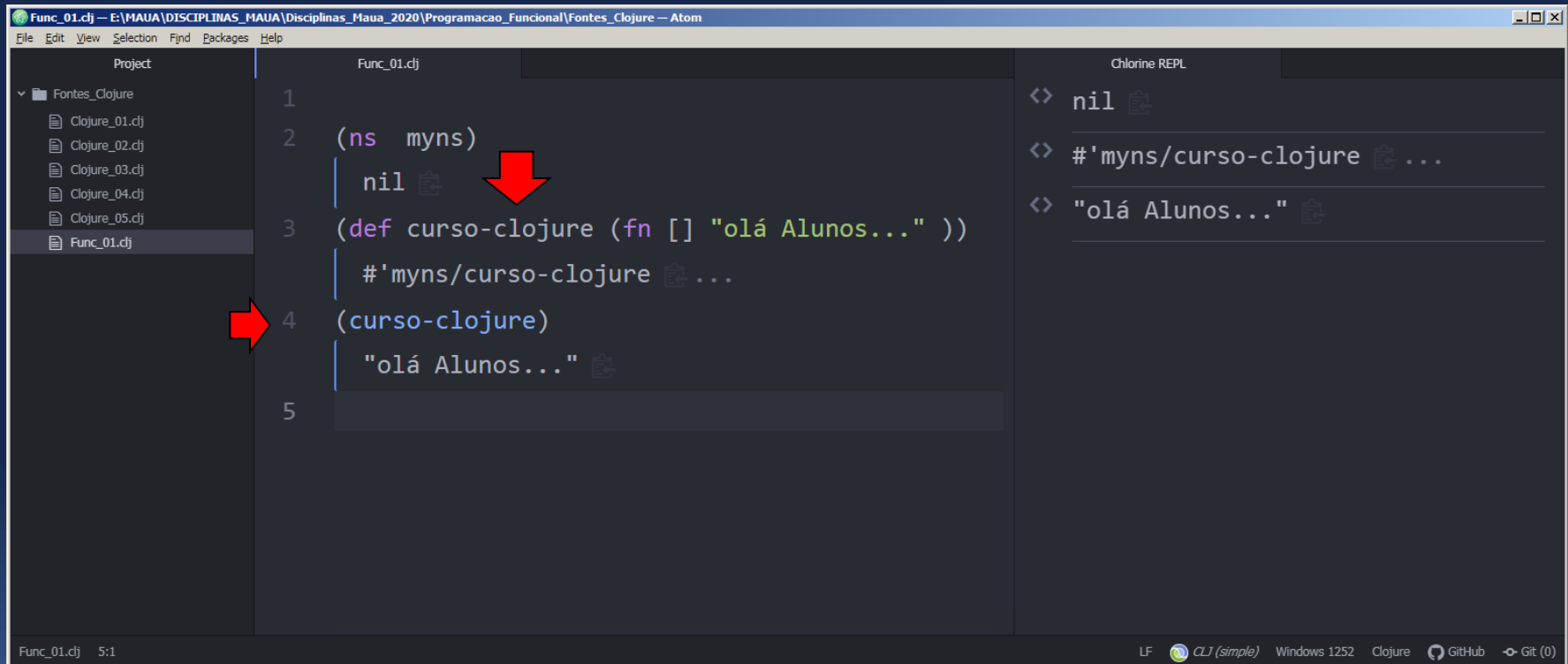
```
<> nil
<> #object [myns$eval13406$fn__3407 870674375 "myr
<> "ola Aparecido"
```





# Lembrando ... Funções

✓ **Símbolos** podem ser associados à funções.



```
Func_01.cj
1
2 (ns myns)
3   nil
4 (def curso-clojure (fn [] "olá Alunos..." ))
5   #'myns/curso-clojure
6 (curso-clojure)
7   "olá Alunos..."
```

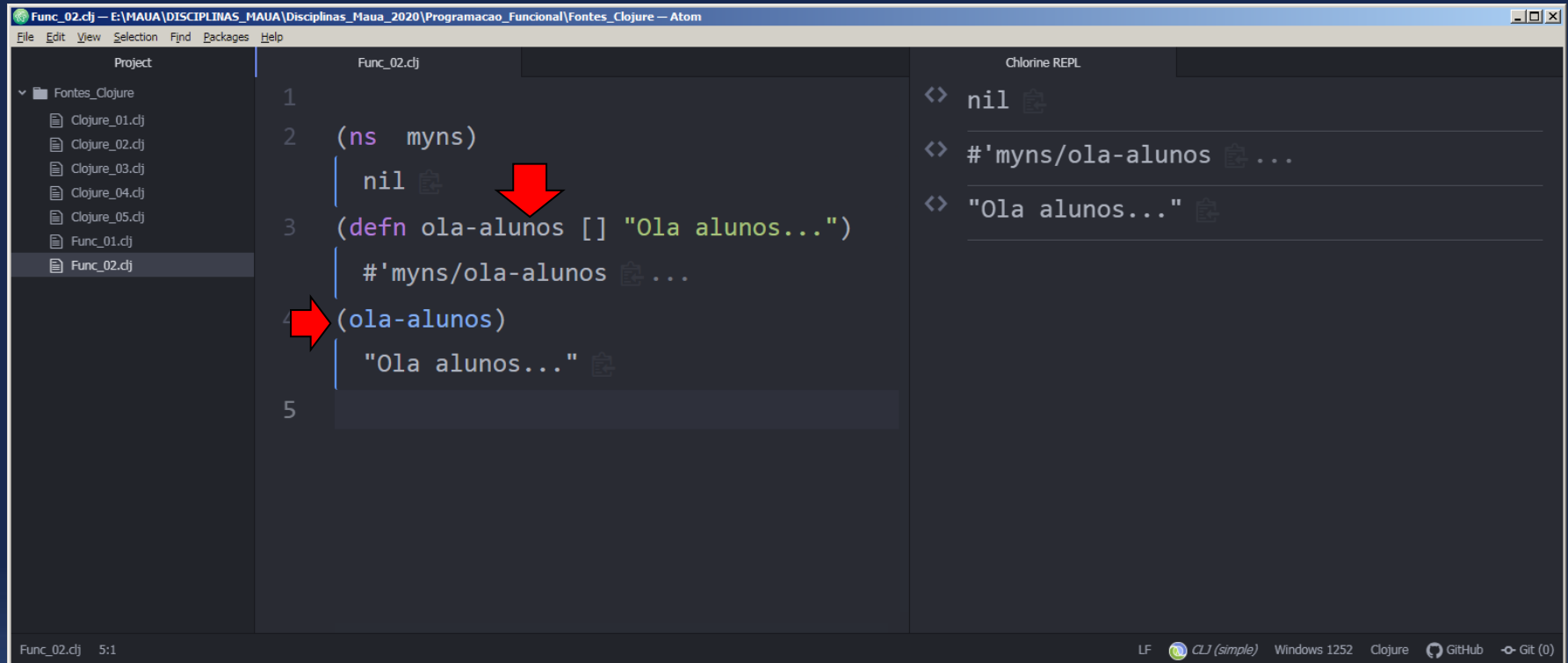
Chlorine REPL

```
<> nil
<> #'myns/curso-clojure ...
<> "olá Alunos..."
```



# Abreviando o processo com **defn**

✓ **defn** simplifica o processo de criar uma função e atribuindo-a um **símbolo**.

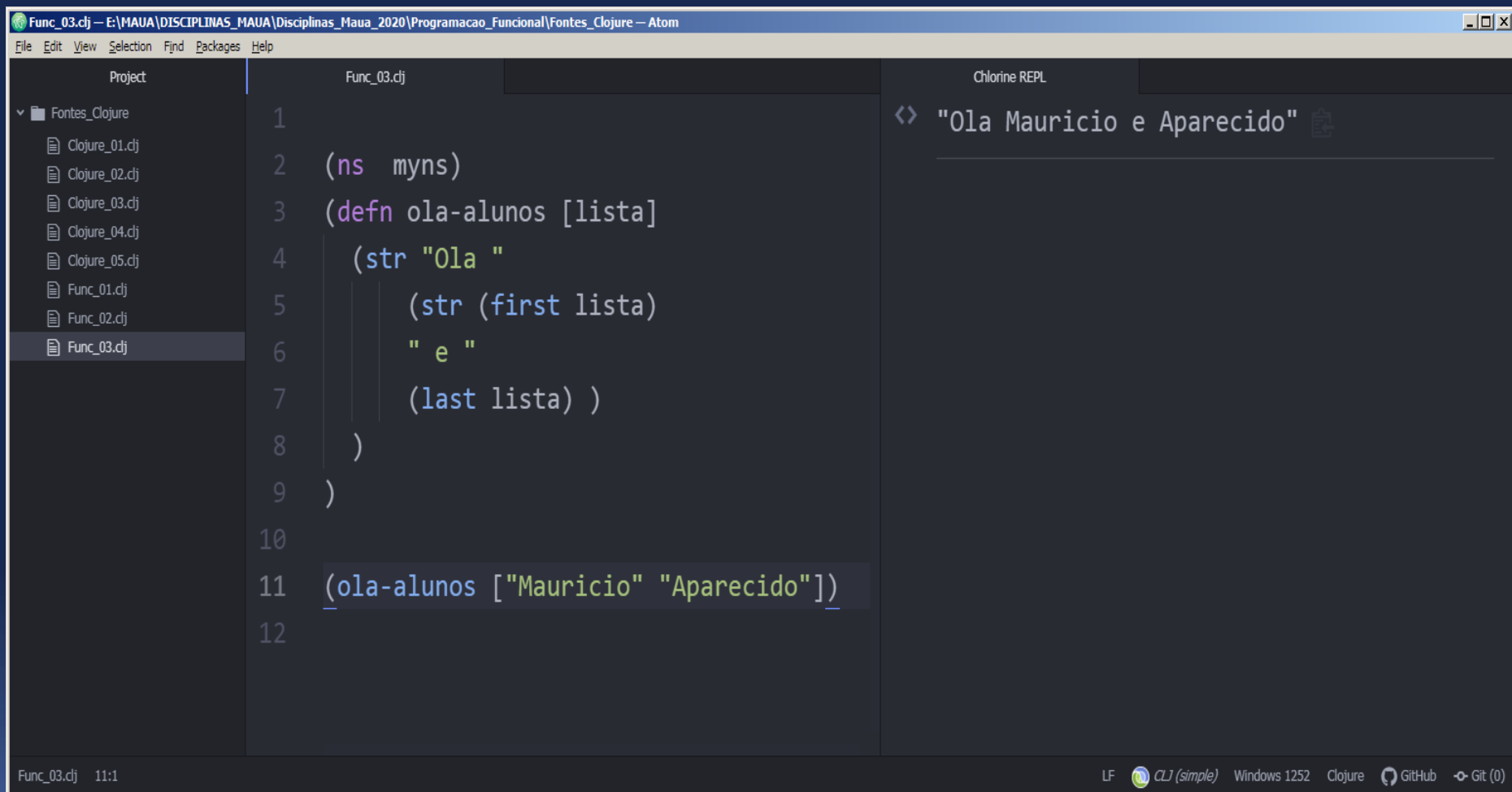


```
Func_02.cj
1
2 (ns myns)
3   nil
4 (defn ola-alunos [] "Ola alunos...")
5   #'myns/ola-alunos ...
6 (ola-alunos)
7   "Ola alunos..."
```

```
Chlorine REPL
<> nil
<> #'myns/ola-alunos ...
<> "Ola alunos..."
```



# Argumentos para Funções



The screenshot shows the Atom text editor with a project named 'Fontes\_Clojure'. The file 'Func\_03.cj' is open, displaying the following Clojure code:

```
1  
2 (ns myns)  
3 (defn ola-alunos [lista]  
4   (str "Ola "  
5       (str (first lista)  
6           " e "  
7       (last lista) )  
8   )  
9 )  
10  
11 (ola-alunos ["Mauricio" "Aparecido"])  
12
```

The right-hand pane shows the 'Chlorine REPL' with the output of the function call:

```
<> "Ola Mauricio e Aparecido"
```

The status bar at the bottom indicates the current file is 'Func\_03.cj' at line 11, column 1. It also shows the CLJ (simple) interpreter, Windows 1252 encoding, and various extension icons like Clojure, GitHub, and Git.



# Funções com multivariadas

| Func_04.clj       | Chlorine REPL      |
|-------------------|--------------------|
| 1                 | <> #'myns/adiciona |
| 2 (ns myns)       | <> "Hello"         |
| 3 (defn adiciona  | <> 4               |
| 4 ([] "Hello")    | <> 13              |
| 5 ([x] x)         | <> "Hello"         |
| 6 ([x y] (+ x y)) | <> 4               |
| 7 )               | <> 13              |
| 8 (adiciona)      |                    |
| 9 (adiciona 4)    |                    |
| 10 (adiciona 5 8) |                    |
| 13                |                    |

# Desestruturação

- ✓ Desestruturação corresponde ao procedimento de se **remover** elementos de sua estrutura ou **desmontar** uma estrutura de dados;
- ✓ Há duas formas principais de se desestruturar dados: **sequencialmente** (com **vectors**) ou de forma **associativa** (com **maps**);



# Desestruturação Sequencial

- ✓ Considere, por exemplo, a necessidade de se escrever uma função que imprime - de forma formatada - um string que corresponde a uma tupla de coordenadas. Por exemplo: [5.8 , 9.5].
- ✓ Poderíamos escrever a seguinte função `imprime_coordenadas`.



# Exemplo – Desestruturação

```
Func_05.clj  
1  
2 (ns myns)  
3 (defn imprime-coordenadas [coords]  
4   (let [latitude (first coords)  
5         longitude (last coords)]  
6  
7     (println (str "Latitude: "  
8               latitude  
9               " _ "  
10              "longitude: "  
11              longitude)))  
12  
13 )  
14 )  
15  
16 #'myns/imprime-coordenadas ...  
  
(imprime-coordenadas [5.8 , 9.5] )  
nil
```

Chlorine REPL

```
“ Latitude: 5.8 - longitude: 9.5  
<> nil
```



# Exemplo – Desestruturação

```
(ns myns)
(defn imprime-coordenadas [coords]
  (let [latitude (first coords)
        longitude (last coords)]

    (println (str "Latitude: "
                  latitude
                  " - "
                  "longitude: "
                  longitude)))
  )
)

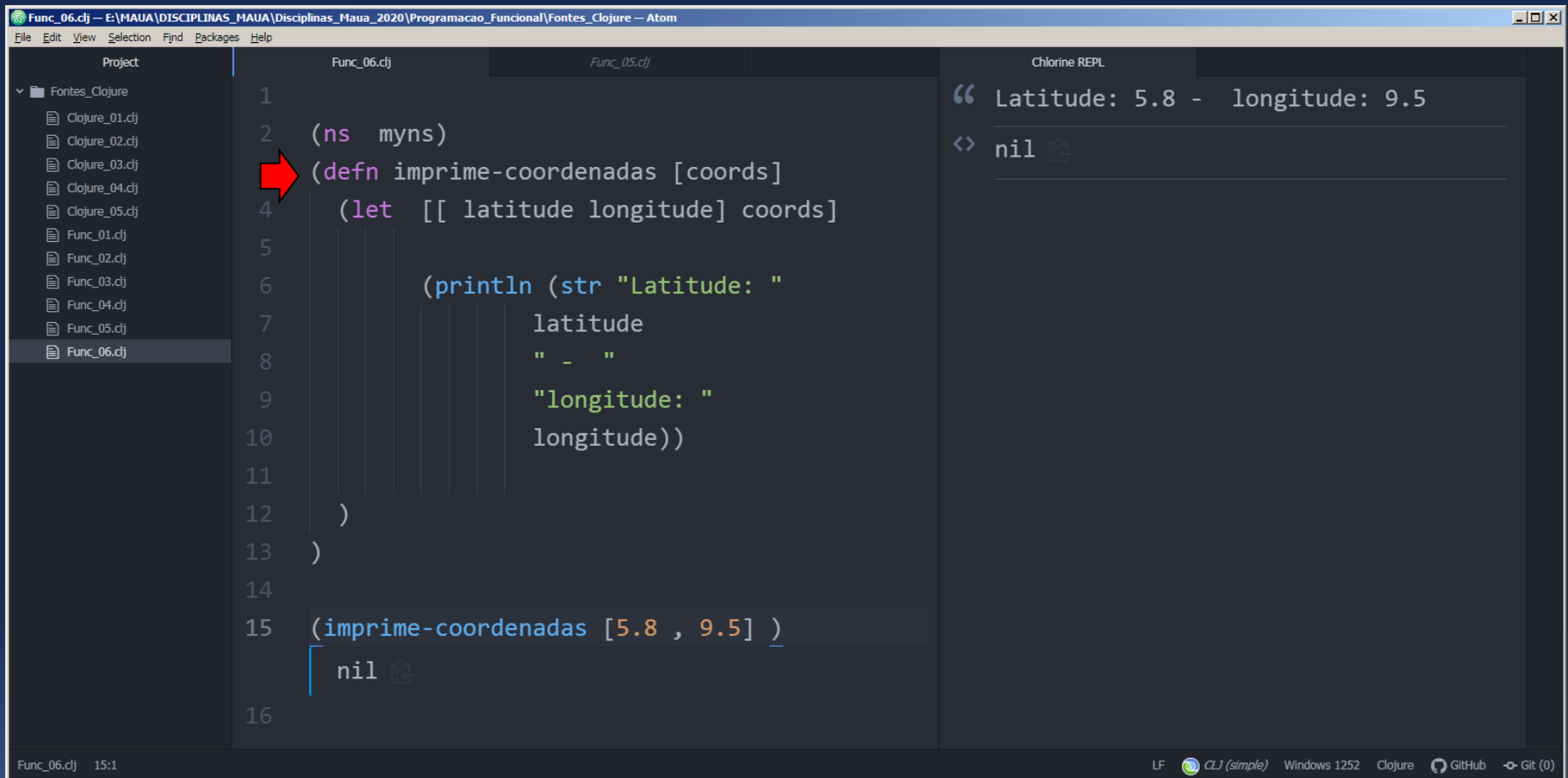
(imprime-coordenadas [5.8 , 9.5] )
```

- ✓ Neste exemplo, a função `imprime-coordenadas` recebe um **tupla** de coordenadas como parâmetro e as imprime para a console de maneira formatada;
- ✓ O que se está fazendo nessa função é um **binding** do primeiro elemento para o símbolo **latitude** e o segundo para **longitude**. Assim, estamos **desestruturando** a estrutura passada como parâmetro.





# Outra sintaxe para Desestruturação



The screenshot shows the Atom editor interface with a project named 'Fontes\_Clojure'. The main editor window displays the file 'Func\_06.cj' with the following Clojure code:

```
1  
2 (ns myns)  
3  
4 (defn imprime-coordenadas [coords]  
5  
6   (let [[ latitude longitude] coords]  
7  
8     (println (str "Latitude: "  
9               latitude  
10              " - "  
11              "longitude: "  
12              longitude))  
13  
14   )  
15  
16 (imprime-coordenadas [5.8 , 9.5] )  
   nil
```

A red arrow points to the `(let` binding in line 4. The right-hand pane shows the 'Chlorine REPL' with the output of the function call:

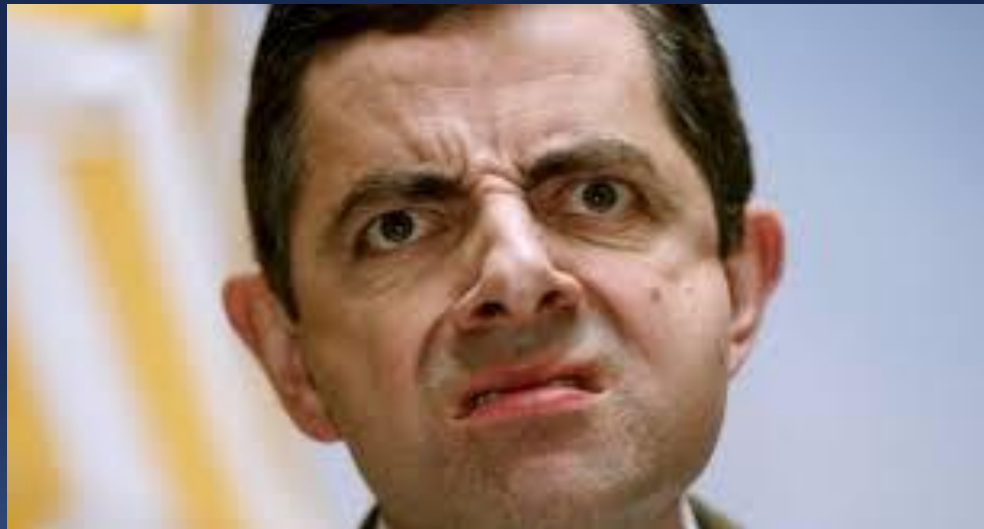
```
" Latitude: 5.8 - longitude: 9.5  
<> nil
```

The status bar at the bottom indicates the current position is 'Func\_06.cj 15:1' and the environment is 'CLJ (simple)'.



Vê ... Não entendi !!!

Eu não preciso escrever first e last ???



## Outra sintaxe para Desestruturação

```
(ns myns)
(defn imprime-coordenadas [coords]
  → (let [[latitude longitude] coords]
      (println (str "Latitude: "
                    latitude
                    " - "
                    "longitude: "
                    longitude)))
  )
)
```

- ✓ Com esta sintaxe o código está mais expressivo que o anterior;
- ✓ Não precisamos usar as funções `first` e `last`;
- ✓ Simplesmente expressamos os símbolos que desejamos recuperar;
- ✓ Com essa sintaxe, `latitude` é "mapeada" para o primeiro elemento do vector;
- ✓ E `longitude` é "mapeada" para o segundo elemento do vector.



# Outro exemplo para Desestruturação

Func\_06A.dj

Func\_07.dj

Chlorine REPL

```
(ns myns)

(defn func [coords]
  (let [[ A B C ] coords]
    (println "A = " A)
    (println "B = " B)
    (println "C = " C)
  )
)

#'myns/func ...

(func [10 30 50] )
nil
```

```
<> #'myns/func
```

```
“ A = 10
```

```
B = 30
```

```
C = 50
```

```
<> nil
```



# Outro exemplo para Desestruturação

The screenshot shows the Chlorine REPL environment. The left sidebar lists the project files under 'Fontes\_Clojure'. The main editor displays the code in 'Func\_07.clj':

```
1 (ns myns)
2 (let [[ a b c] [ 1 2 3]]
3
4     (println a b c )
5
6 )
7
```

A red arrow points to the `(let` keyword on line 2. The right sidebar shows the REPL output:

```
“ 1 2 3
<> nil
```

The bottom status bar indicates 'Chlorine REPL' and includes links to 'CLJ (simple)', 'GitHub', and 'Git (0)'.

- ✓ Neste exemplo, os bindings são criados de acordo com a ordem sequencial do **vector** e a ordem sequencial dos símbolos definidos no vector `[ a b c ]`;
- ✓ Os **símbolos** resultantes do **binding** estão sendo usados no **println**.



# Uma lista também pode ser desmontada

```
Func_08.clj — E:\MAUA\DISCIPLINAS_MAUUA\Disciplinas_Maua_2020\Programacao_Funcional\Fontes_Clojure — Atom
File Edit View Selection Find Packages Help

Project
  Fontes_Clojure
    Clojure_01.clj
    Clojure_02.clj
    Clojure_03.clj
    Clojure_04.clj
    Clojure_05.clj
    Func_01.clj
    Func_02.clj
    Func_03.clj
    Func_04.clj
    Func_05.clj
    Func_06.clj
    Func_07.clj
    Func_08.clj

Func_08.clj
1 (ns myns)
2 (let [[ a b c] '(5 6 7)]
3
4   (println a b c )
5
6 )
7 nil

Chlorine REPL
“ 5 6 7
<> nil
```

# Uma lista também pode ser desmontada

```
Func_08.clj — E:\MAUA\DISCIPLINAS_MAUUA\Disciplinas_Maua_2020\Programacao_Funcional\Fontes_Clojure — Atom
File Edit View Selection Find Packages Help

Project
  Fontes_Clojure
    Clojure_01.clj
    Clojure_02.clj
    Clojure_03.clj
    Clojure_04.clj
    Clojure_05.clj
    Func_01.clj
    Func_02.clj
    Func_03.clj
    Func_04.clj
    Func_05.clj
    Func_06.clj
    Func_07.clj
    Func_08.clj

Func_08.clj
1 (ns myns)
2 (let [[ a b c] '(5 6 7)]
3   |
4   | (println a b c )
5   |
6   | )
7   | nil

Chlorine REPL
“ 5 6 7
<> nil
```

# Exercício

- ✓ Escrever o código Clojure para a solução de uma **equação de segundo grau**.
- ✓ Caso as raízes **não** existem retornar a mensagem: **"Raízes inexistentes"**
- ✓ Havendo solução retornar o vector: **[ raiz1 raiz2 ]**





Func\_06B.clj

```
(ns myns)

(defn raizes [coords]
  (let [[ A B C ] coords]
    (def delta ( - (* B B ) (* 4 A C)))
    (if (< delta 0)
      "Raizes inexistentes ..."
      (do
        (def raiz-delta (Math/sqrt delta))
        (def raiz1 (/ (+ ( - 0 B) raiz-delta) (* 2 A ) ) )
        (def raiz2 (/ (- 0 (+ B raiz-delta) ) (* 2 A ) ) )
        (vector raiz1 raiz2)
      )
    )
  )
)
```



```
Func_06B.cj x Chlorine REPL

(ns myns)

> (defn raizes [coords]
  )

(raizes [1 -5 6] )
  >[3 2]
(raizes [1 -5 600] )
  "Raizes inexistentes ..."
```



# Exercício

- ✓ Escrever um função Clojure que recebe como parâmetros de entrada, o **nome** do aluno, sua **nota P1** e sua **nota P2**;
- ✓ A função deverá retornar um **map** com os seguintes dados:

```
{:nome "nome do aluno" :notaP1 notaP1 :notaP2 notaP2 :media media :resultado "xxxx"}
```

Para o cálculo do resultado, a média de aprovação deverá ser: média aritmética maior ou igual a 6.0. Caso contrário o estudante estará reprovado.



# Exercício

Func\_06C.dj

```
(ns myns)

(defn result-aluno [dados]
  (let [[ nome notaP1 notaP2] dados]
    (def media ( / (+ notaP1 notaP2) 2.0) )
    (if (>= media 6.0)
      (def result "Aprovado")
      (def result "Reprovado"))
    { :nome nome :notaP1 notaP1 :notaP2 notaP2 :media media :result result }
  )
)
```



# Exercício

Func\_06C.dj

```
(ns myns)
```

```
(defn result-aluno [dados]
)
```

```
(result-aluno [ "Aparecido" 9.0 8.0 ] )
```

```
{:nome "Aparecido", :notaP1 9, :notaP2 8, :media 8.5, :result "Aprovado"}
```



# Desestruturação Associativa



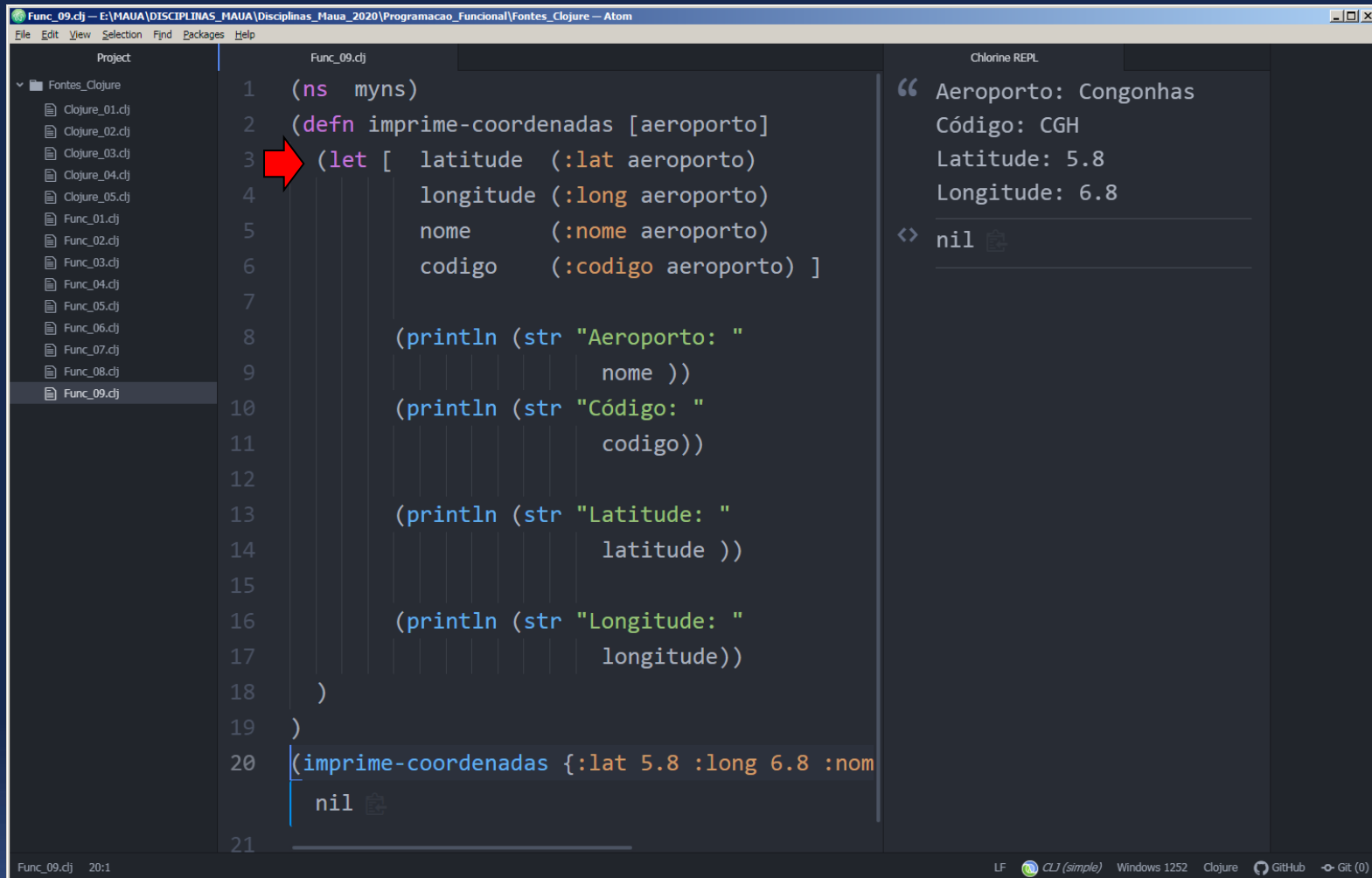
# Desestruturação Associativa

- ✓ Vamos considerar o exemplo visto anteriormente com a função `imprime-coordenadas`;
- ✓ Porém, ao invés dessa função receber uma tupla de valores correspondentes às coordenadas, vamos imaginar que o parâmetro fosse um `map`, com os seguintes pares `key-value`:

➡ { :lat 5.8    :long 6.8    :nome "Congonhas"    :codigo "CGH" }



# Função imprime-coordenadas



The screenshot shows the Atom editor with a project named 'Fontes\_Clojure'. The file 'Func\_09.cj' is open, displaying a Clojure function 'imprime-coordenadas' that takes an 'aeroporto' argument and prints its details. A red arrow points to the 'let' binding in the function definition. The REPL on the right shows the output of the function call, displaying the airport name, code, latitude, and longitude.

```
(ns myns)

(defn imprime-coordenadas [aeroporto]
  (let [ latitude (:lat aeroporto)
          longitude (:long aeroporto)
          nome (:nome aeroporto)
          codigo (:codigo aeroporto) ]

    (println (str "Aeroporto: "
                  nome ))
    (println (str "Código: "
                  codigo))

    (println (str "Latitude: "
                  latitude ))

    (println (str "Longitude: "
                  longitude)))
  )
)

(imprime-coordenadas {:lat 5.8 :long 6.8 :nom
nil
```

Chlorine REPL

```
" Aeroporto: Congonhas
Código: CGH
Latitude: 5.8
Longitude: 6.8

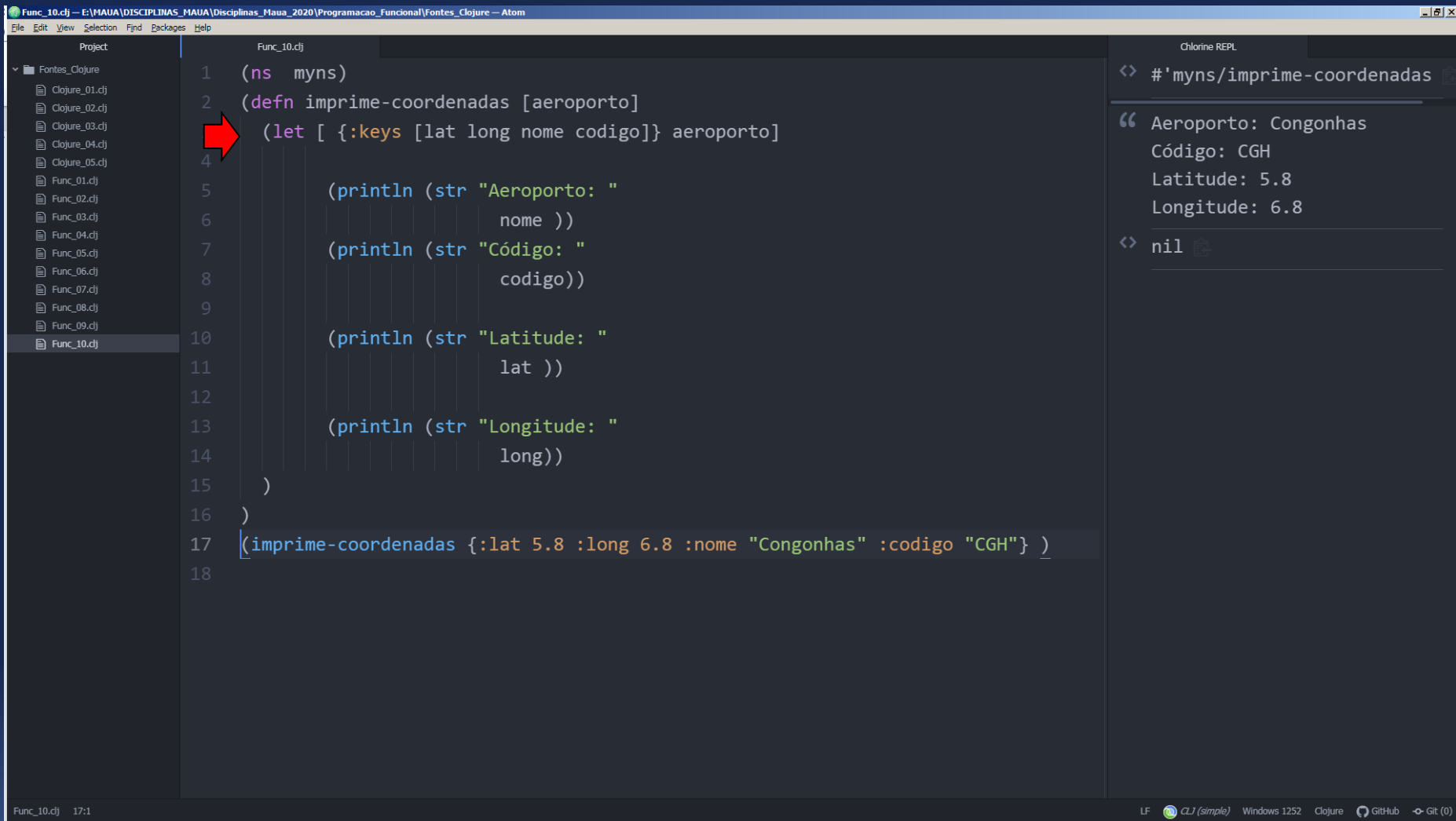
<> nil
```

- ✓ Nesse exemplo, ainda **não** utilizamos **desestruturação associativa**;
- ✓ Aqui apenas recuperamos os valores do **map** com o uso de keywords como funções na expressão **let**.





# Função imprime-coordenadas



The screenshot shows the Atom editor with a project named 'Func\_10.clj'. The left sidebar shows a file tree with various Clojure files. The main editor displays the following Clojure code:

```
1 (ns myns)
2 (defn imprime-coordenadas [aeroporto]
3   (let [ {:keys [lat long nome codigo]} aeroporto]
4
5     (println (str "Aeroporto: "
6                  nome ))
7
8     (println (str "Código: "
9                  codigo))
10
11    (println (str "Latitude: "
12                lat ))
13
14    (println (str "Longitude: "
15                 long))
16  )
17  )
18  (imprime-coordenadas {:lat 5.8 :long 6.8 :nome "Congonhas" :codigo "CGH"} )
```

A red arrow points to the destructuring binding in line 3. The right sidebar shows the 'Chlorine REPL' output:

```
<> #'myns/imprime-coordenadas
“ Aeroporto: Congonhas
  Código: CGH
  Latitude: 5.8
  Longitude: 6.8
<> nil
```

- ✓ Aqui **sim**, estamos usando a técnica de **desestruturação associativa**;
- ✓ Bindings das chaves do **map** são associados à símbolos que são posteriormente utilizados em **printlns** para a console.



# Outro exemplo



# Desestruturando parâmetros de funções

```
1 (ns myns)
2 (defn imprime-voo [[[lat1 long1] [lat2 long2]]]
3
4     (println "Voando de:")
5     (println (str "Latitude 1: "
6                   lat1 ))
7     (println (str "Longitude 1: "
8                   long1))
9
10    (println "para:")
11
12    (println (str "Latitude 2: "
13                 lat2 ))
14
15    (println (str "Longitude 2: "
16                 long2))
17 )
18 )
19 (imprime-voo [ [5.7 8.5] [3.8 3.2]] )
```

<> #'myns/imprime-voo ...

“ Voando de:  
Latitude 1: 5.7  
Longitude 1: 8.5  
para:  
Latitude 2: 3.8  
Longitude 2: 3.2

<> nil

- ✓ Neste exemplo se está empregando desestruturação sequencial nos parâmetros da função!



# Arity Overloading

- ✓ Clojure suporta "**arity overloading**", o que significa que pode-se efetuar **sobrecarga** de uma função com outra função de mesmo nome especificando-se parâmetros extra para a nova função;
- ✓ Assim, essas funções têm o mesmo nome, mas têm **diferentes** implementações;
- ✓ O corpo da função é escolhido com base no número de argumentos fornecidos.

```
1 (ns myns)
2 (defn overload
3   ([ ] "Sem argumentos...")
4   ([a] (str "Um argumento: " a ))
5   ([a b] (str "Dois argumentos: " a " " b )))
6 )
7
8 (overload)
9 (overload "Hello")
10 (overload 10 99)
```

```
<> "Sem argumentos..."
<> "Um argumento: Hello"
<> "Dois argumentos: 10 99"
```



# Higher-Order Programming



# Higher Order Programming

- ✓ Permite que uma **função** pode ser **passada** como parâmetro para outra **função**;
- ✓ Da mesma forma uma **função** pode ser **retornada** por outra função;
- ✓ A escrita de funções simples aumenta sua **modularidade**;
- ✓ Da mesma forma, a escrita de funções **puras** aumenta a **robustez** e **confiabilidade** do código;
- ✓ Funções puras **não** causam **side effects**, uma vez que sempre - quando aplicadas - **retornam o mesmo valor** quando a ela são passados os mesmos parâmetros.
- ✓ Como **boa prática**, deve-se escrever funções puras tanto quanto possível.



# Higher Order Programming

- ✓ Conceito de extrema importância em qualquer linguagem do **Paradigma Funcional**;
- ✓ **Higher order functions** permitem a composição de funções;
- ✓ Isto significa que podemos escrever funções menores e combiná-las para criar funções maiores (**modularidade**);
- ✓ Como um jogo de LEGO no qual pequenas peças são compostas para formar uma peça maior;



# Funções como Argumentos

✓ Vejamos as duas funções abaixo:

```
(ns myns)

(defn dobro-soma [a b]
  (* 2 (+ a b) ))

(defn dobro-produto [a b]
  (* 2 (* a b) ))

(double-soma 2 3 )
10

(dobro-produto 2 3)
12
```

- ✓ As funções dobro-soma e dobro-produto compartilham um padrão comum.
- ✓ Elas somente se diferem pelo nome e pela função usada na computação.





# Funções como Argumentos

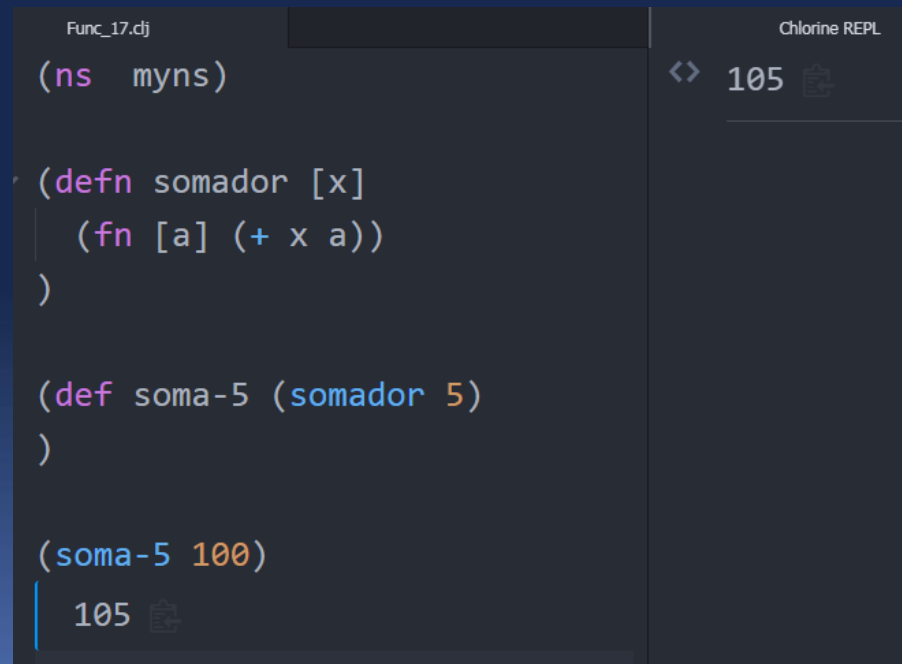
```
Func_15.clj                                     Chlorine REPL
1  (ns myns)                                     <> 5
2
3  (defn f [op a b]                               <> 6
4    (op a b ))                                <> 48
5
6  (defn dobro-f [f op a b]                       <> 30
7    (* 2 (f op a b) )
8  )
9
10 (f + 2 3)
    5
11 (f * 2 3)
    6
12
13 (dobro-f f * 4 6)
    48
14 (dobro-f f + 10 5)
    30
```

✓ A função `f` foi passada como parâmetro para a função `dobro-f`.



# Funções retornando Funções

- ✓ A primeira função será chamada **somador**. Ela recebe um número **x**, como único argumento, e **retorna** uma função;
- ✓ A função retornada pelo **somador** também recebe um simples número **a**, como seu único argumento, e retorna **x + a**;
- ✓ A função **somador** é um "closure". Isto significa que ela pode acessar todas as variáveis que estavam no escopo quando ela foi criada.
- ✓ A função **soma-5** tem acesso à **x** mesmo estando fora da definição de **somador** !



```
Func_17.clj | Chlorine REPL
(ns myns)

(defn somador [x]
  (fn [a] (+ x a))
)

(def soma-5 (somador 5))

(soma-5 100)
105
```

