ICMC USP SÃO CARLOS

IRM

34º JAI - Jornadas de Atualização em Informática

CSBC2015

De 20 a 23 de julho de 2015.

XXXV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO

a internet de tudo, toda observada

RECIFE | PERNAMBUCO | BRASIL

# Simulação de Robôs Móveis e Articulados: Aplicações e Prática

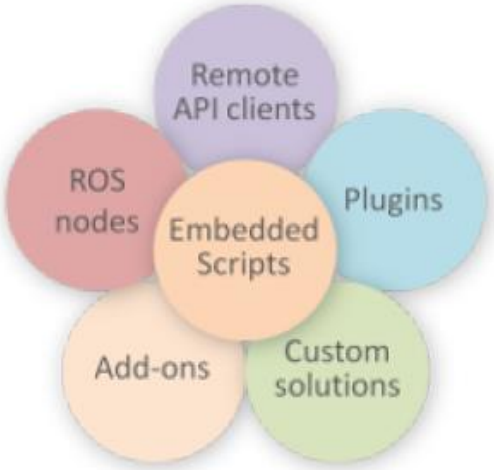
Fernando Santos Osório
Rafael Alceste Berri

# Programação Usando o V-REP

Fernando Santos Osório
Rafael Alceste Berri

# Simulador V-REP

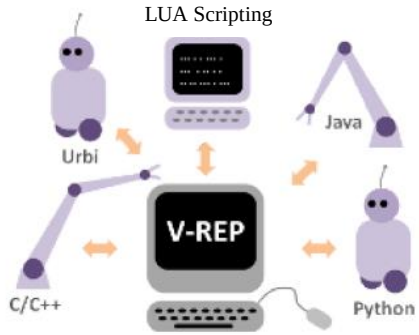
VREP is cross-platform, and allows the creation of portable, scalable and easy maintainable content: a single portable file can contain a fully functional model (or scene), including control code.
6 Programming Approaches




**Regular API**: 400 functions (C/C++ & Lua)
**Remote API:** 100 functions (C/C++, Python, Java, Matlab, Octave & Urbi).
**ROS interface:** 100 services, 30 publisher types, & 25 subscriber types.
Remote API

**LUA**
C / C++

Multiple Robot Models:
Mobile Robots
Humanoids
Manipulators
Aerial

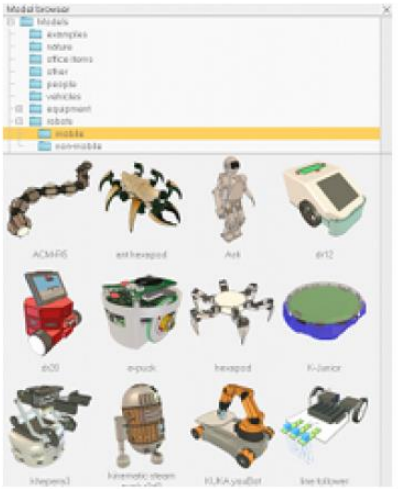



Dynamics/Physics

Bullet

ODE

Vortex



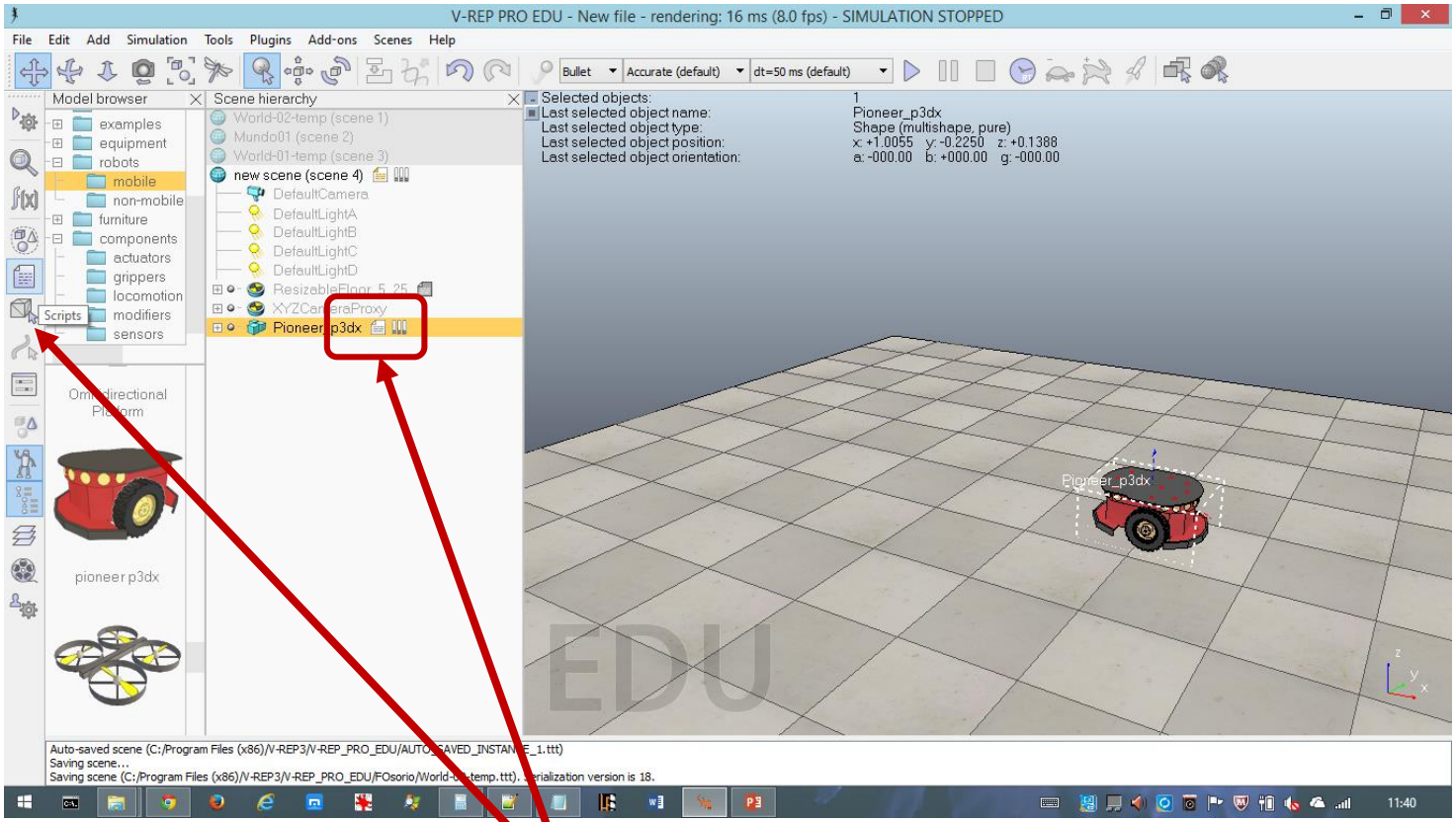
# V-REP – Acesso a simulação

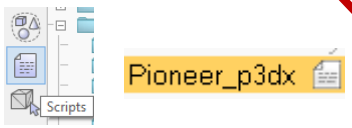
- Os meios de programação V-REP (além dos scripts Lua internos):
  - *Add-on*: usando script Lua (externo), útil para customizações rápidas (só trocar arquivo manipulador);
  - *Plugin*: biblioteca em C/C++ incorporada diretamente ao V-REP, utilidade: extensão do Lua (novos comandos), ganhar desempenho. Controle total da cena;
  - *API remota*: cliente remoto da API com 100 funções em TCP/IP. Funciona com qualquer linguagem (cliente) que acesse a biblioteca cliente (ex: C++, Python, Matlab, Java, Lua, etc). A cena pode ser controlada por qualquer computador na internet;
  - *ROS node*: acesso ao V-REP usando o ROS (Robot Operating System). Qualquer linguagem de programação do ROS;
  - *Cliente/servidor customizado*: pode-se desenvolver um método próprio de interação. O cliente ou servidor precisam se comunicar com o V-REP por algum meio como: script Lua, plugin, etc.

# Simulador V-REP

**V-REP: LUA Scripting**

Esta é a forma de programação mais usada para acessar os sensores,
enviar comandos para os motores e realizar o controle inteligente ou tele-operado de robôs




Clicando no ícone do Script ou do Botão da Barra Lateral
Você tem acesso aos scripts de cada elemento da cena

# V-REP – Noções de Lua

- Lua [PUC-Rio 2015] é *script e procedural.*
- *Case sensitive*;
- Variáveis com tipos dinâmicos, valores possíveis:
  - *nil* (valor nulo ou infinito - padrão);
  - *boolean*;
  - *number* (números reais);
  - *string*;
  - *function* (apontamento para funções em Lua);
  - *userdata* (qualquer tipo de dado);
  - *thread* (fluxo de execução independentes de rotinas Lua);
  - *table* (*arrays* com dados de todos os tipos exceto *nil*).
- Variáveis globais são padrão (locais precisa declarar).

# V-REP – Noções de Lua

- **Múltiplas atribuições:**

```
x, y, z = myTable[1], myTable[2], myTable[3]
```

- **Operadores relacionais:**
  - == (igualdade);
  - ~= (negação de igualdade);
  - < (menor que);
  - > (maior que);
  - <= (menor ou igual que);
  - >= (maior ou igual que).
- **-- é comentário até o final da linha ou --[[ para abrir e fechar com --]]**

# V-REP – Noções de Lua

- **Controle condicional:**

```
if value1==value2 then
    print('value1 and value2 are the same!')
end
```

- **Opções de Laço:**

```
--Contando de 1 a 4 usando for.
for i=1,4,1 do
   print(i)
end

--Contando de 1 a 4 c/while.
i=0
while i~=4 do
   i=i+1
   print(i)
end
```

```
--Contando de 1 a 4 usando repeat.
i=0
repeat
   i=i+1
   print(i)
until i==4
```

# Simulador V-REP: Partes do Script LUA
## Exemplo de Controle de Robô

# Simulador V-REP

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Non-threaded child script (Pioneer_p3dx)

```
-- This is a very simple EXAMPLE navigation program, which avoids obstacles using the Braite

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
    usensors={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1}
    for i=1,16,1 do
        usensors[i]=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_ultrasonicSensor"..i)
    end
    motorLeft=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_leftMotor")
    motorRight=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_rightMotor")
    noDetectionDist=0.5
    maxDetectionDist=0.2
    detect={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
    braitenbergL={-0.2,-0.4,-0.6,-0.8,-1,-1.2,-1.4,-1.6, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
    braitenbergR={-1.6,-1.4,-1.2,-1,-0.8,-0.6,-0.4,-0.2, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
    v0=2
end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup) then

end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
    for i=1,16,1 do
        res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
        if (res>0) and (dist<noDetectionDist) then
            if (dist<maxDetectionDist) then
                dist=maxDetectionDist
            end
            detect[i]=1-((dist-maxDetectionDist)/(noDetectionDist-maxDetectionDist))
        else
            detect[i]=0
        end
    end
```

# Simulador V-REP

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Non-threaded child script (Pioneer_p3dx)

```
-- This is a very simple EXAMPLE navigation program, which avoids obstacles using the Braite

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
    usensors={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1}
    for i=1,16,1 do
        usensors[i]=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_ultrasonicSensor"..i)
    end
    motorLeft=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_leftMotor")
    motorRight=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_rightMotor")
    noDetectionDist=0.5
    maxDetectionDist=0.2
    detect={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
    braitenbergL={-0.2,-0.4,-0.6,-0.8,-1,-1.2,-1.4,-1.6, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
    braitenbergR={-1.6,-1.4,-1.2,-1,-0.8,-0.6,-0.4,-0.2, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
    v0=2
end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup) then

end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
    for i=1,16,1 do
        res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
        if (res>0) and (dist<noDetectionDist) then
            if (dist<maxDetectionDist) then
                dist=maxDetectionDist
            end
            detect[i]=1-((dist-maxDetectionDist)/(noDetectionDist-maxDetectionDist))
        else
            detect[i]=0
        end
    end
```

PARTE 1 do SCRITPT: Inicilização
**sim_childscriptcall_initialization**

# Simulador V-REP

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Non-threaded child script (Pioneer_p3dx)

```
1  -- This is a very simple EXAMPLE navigation program, which avoids obstacles using the Braite
2
3  if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
4      usensors={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1}
5      for i=1,16,1 do
6          usensors[i]=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_ultrasonicSensor"..i)
7      end
8      motorLeft=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_leftMotor")
9      motorRight=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_rightMotor")
10     noDetectionDist=0.5
11     maxDetectionDist=0.2
12     detect={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
13     braitenbergL={-0.2,-0.4,-0.6,-0.8,-1,-1.2,-1.4,-1.6, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
14     braitenbergR={-1.6,-1.4,-1.2,-1,-0.8,-0.6,-0.4,-0.2, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
15     v0=2
16 end
17
18 if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup) then
19
20 end
21
22 if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
23     for i=1,16,1 do
24         res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
25         if (res>0) and (dist<noDetectionDist) then
26             if (dist<maxDetectionDist) then
27                 dist=maxDetectionDist
28             end
29             detect[i]=1-((dist-maxDetectionDist)/(noDetectionDist-maxDetectionDist))
30         else
31             detect[i]=0
32         end
33     end
34
```

PARTE 2 do SCRITPT: Execução
**sim_childscriptcall_actuation**

# Simulador V-REP

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Non-threaded child script (Pioneer_p3dx)

```
-- This is a very simple EXAMPLE navigation program, which avoids obstacles using the Braite

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
    usensors={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1}
    for i=1,16,1 do
        usensors[i]=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_ultrasonicSensor"..i)
    end
    motorLeft=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_leftMotor")
    motorRight=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_rightMotor")
    noDetectionDist=0.5
    maxDetectionDist=0.2
    detect={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
    braitenbergL={-0.2,-0.4,-0.6,-0.8,-1,-1.2,-1.4,-1.6, 0.0
    braitenbergR={-1.6,-1.4,-1.2,-1,-0.8,-0.6,-0.4,-0.2, 0.0
    v0=2
end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup) then

end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
    for i=1,16,1 do
        res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
        if (res>0) and (dist<noDetectionDist) then
            if (dist<maxDetectionDist) then
                dist=maxDetectionDist
            end
            detect[i]=1-((dist-maxDetectionDist)/(noDetectionDist-maxDetectionDist))
        else
            detect[i]=0
        end
    end
```

PARTE 3 do SCRITPT: Término **sim_childscriptcall_cleanup**

# Simulador V-REP: Partes do Script LUA

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

PARTE 1 do SCRITPT: Inicilização
**sim_childscriptcall_initialization**

**Inicialização:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
        usensors={-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1}
        for i=1,16,1 do
          usensors[i]=
                simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_ultrasonicSensor"..i)
        end
        motorLeft=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_leftMotor")
        motorRight=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx_rightMotor")
        noDetectionDist=0.5
        maxDetectionDist=0.2
        detect={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
        braitenbergL={-0.2,-0.4,-0.6,-0.8,-1,-1.2,-1.4,-1.6,
                      0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
        braitenbergR={-1.6,-1.4,-1.2,-1,-0.8,-0.6,-0.4,-0.2,
                      0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0}
        v0=2
end
```

# Simulador V-REP: Partes do Script LUA

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

PARTE 2 do SCRITPT: Execução
**sim_childscriptcall_actuation**

**Atuação – Lê Sensores e Aciona Motores:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
    for i=1,16,1 do
        res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
        if (res>0) and (dist<noDetectionDist) then
           if (dist<maxDetectionDist) then
               dist=maxDetectionDist
           end
           detect[i]=1-((dist-maxDetectionDist)/(noDetectionDist-maxDetectionDist))
        else
           detect[i]=0
        end
    end
    vLeft=v0
    vRight=v0
    for i=1,16,1 do
         vLeft=vLeft+braitenbergL[i]*detect[i]
         vRight=vRight+braitenbergR[i]*detect[i]
    end
    simSetJointTargetVelocity(motorLeft,vLeft)
    simSetJointTargetVelocity(motorRight,vRight)
end
```

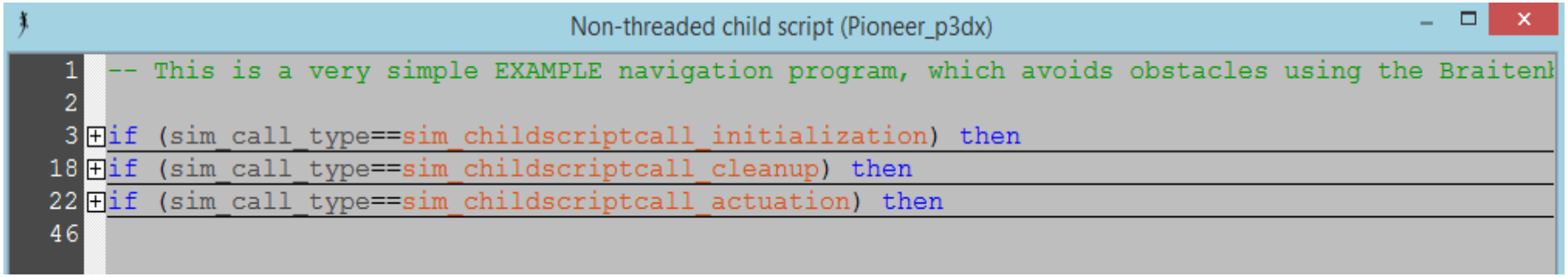
# Simulador V-REP: Partes do Script LUA

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

PARTE 3 do SCRITPT: Término
**sim_childscriptcall_cleanup**

**Término:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup)
then

-- Do Nothing

end
```

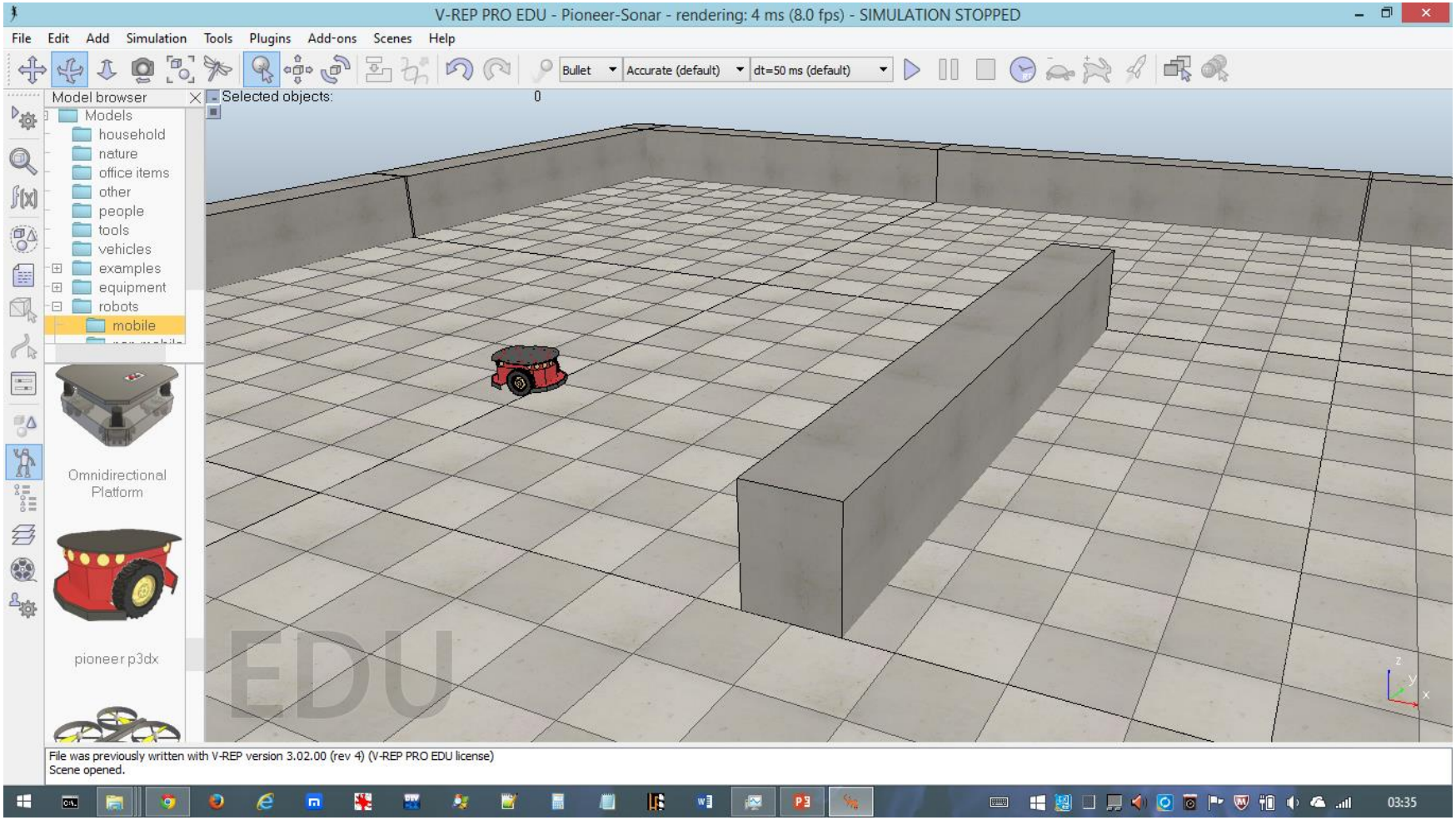


# Simulador V-REP: Controle Robô (reativo)

# Simulador V-REP: Controlando Robô (reativo)

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Executando...
**Pioneer-Sonar.ttt**
**Pioneer-Sonar.txt**
**Pioneer-Sonar-Reativo.avi**



# Simulador V-REP: Exibindo Mensagem na StatusBar

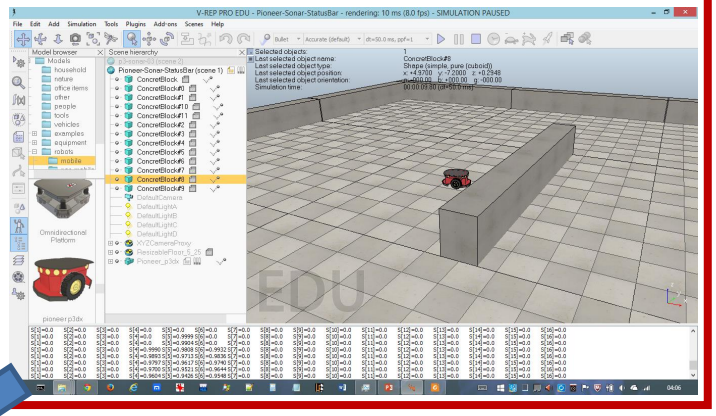
# Simulador V-REP: Exibindo Mensagem na StatusBar

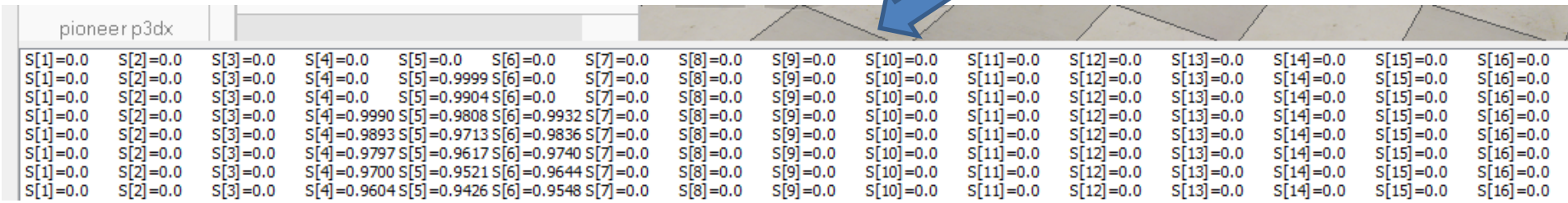
V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Exibindo mensagem na StatusBar
**simAddStatusbarMessage**

**Exibe o valor lido dos sonares na StatusBar:**

```
Msg=""
for i=1,16,1 do
    Msg=Msg..string.format("S[%d]=",i)

    res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
    if (res > 0) then
        Msg=Msg..string.format("%1.4f",dist)
        Msg=Msg.." "
    else
        Msg=Msg.."0.0       "
    end
end
simAddStatusbarMessage(Msg)
```

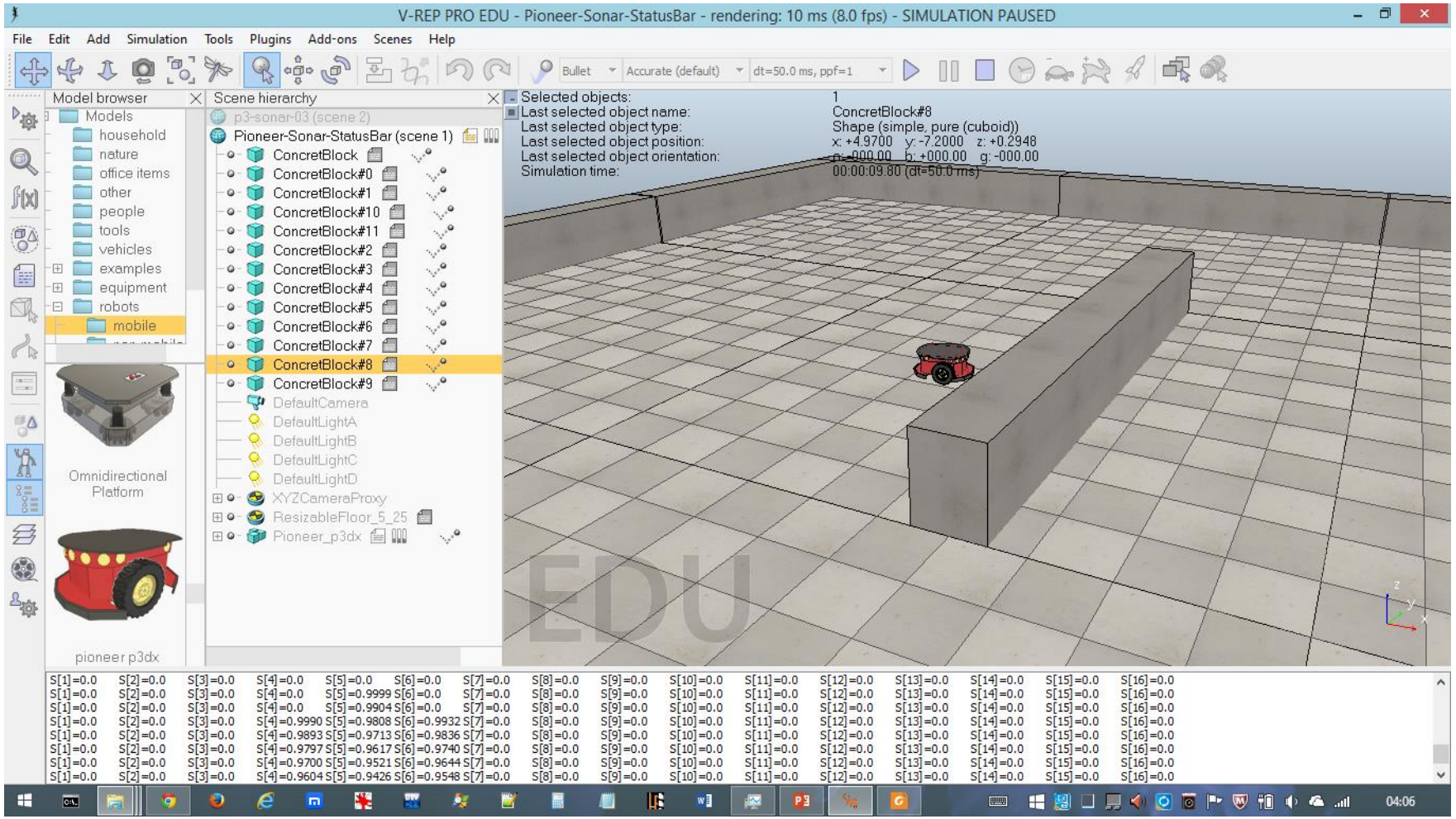




# Simulador V-REP: Exibindo Mensagem na StatusBar

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Executando...
**Pioneer-Sonar-StatusBar.ttt**
**Pioneer-Sonar-StatusBar.txt**
**Pioneer-Sonar-StatusBar.avi**



# Simulador V-REP: Exibindo Mensagem na Console

# Simulador V-REP: Exibindo Mensagem na Console

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Exibindo mensagem na Console
**simAuxiliaryConsolePrint**

**Exibe o valor lido dos sonares na Console Window:**

**Na Inicialização**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then

      myconsole=simAuxiliaryConsoleOpen('Sensors',1000,0,{0.5,0.9},{0.2,0.2},NULL,NULL)
      simAuxiliaryConsoleShow(myconsole,1)
      ...
  end
```

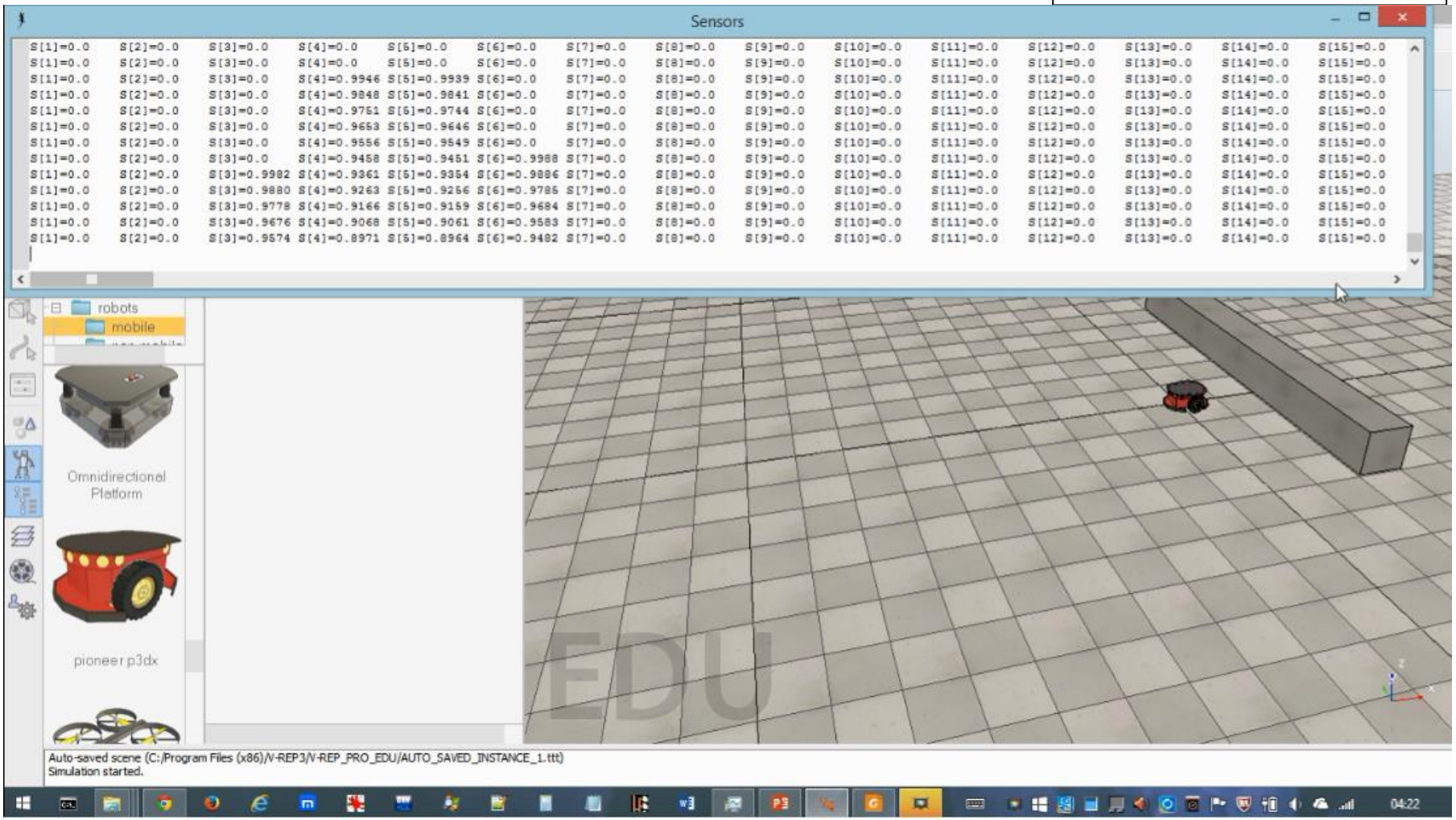
**Na parte em que faz a Exibição dos dados**

```
  for i=1,16,1 do
      simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,"S[")
      simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,i)
      simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,"]=")

      res,dist=simReadProximitySensor(usensors[i])
      if (res > 0) then
         simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%1.4f",dist))
         simAuxiliaryConsolePrint(myconsole," ")
      else
         simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,"0.0    ")
      end
   end
   simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,"\n")
```

# Simulador V-REP: Exibindo Mensagem na Console

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Executando...
**Pioneer-Sonar-Console.ttt**
**Pioneer-Sonar-Console.txt**
**Pioneer-Sonar-Console.mp4**



# Simulador V-REP: Gravando LOG em Disco

# Simulador V-REP: Gravando LOG em Disco

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**GRAVAÇÃO EM ARQUIVO**

Grava LOG com append: **Pioneer-Sonar-GravaLOG.ttt**

**Na Atuação:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
…
    -- Abre o arquivo para adição de novo conteúdo (Append)
    fUsensors = io.open("usensors-log.log", "a")
    …
    -- Escrita (Exemplos)
    if (dist == nil) then
        fUsensors:write(tostring(dist))
    else
        fUsensors:write(string.format("%.4f\t", dist))
    end
        fUsensors:write("\n")
    fUsensors:write(string.format("%.2f ",vLeft))
    fUsensors:write(string.format("%.2f ",vRight))
    fUsensors:write(string.format("%.2f\n", os.clock()))
    …
    -- No final do script de actuation
    fUsensors:close()
end
```

Append no Arquivo

# Simulador V-REP: Gravando LOG em Disco

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**GRAVAÇÃO EM ARQUIVO (ALTERNATIVO)**

Grava LOG com append: **World-Sick180-Log.ttt**

**Na Inicialização:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
   -- Cria um novo arquivo para escrita(write)
    fDSensors = io.open("dados-sensor.log", "w")
    …
```

**Na Execução:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_sensing) then
    …
    fDSensors:write(string.format("(%.4f;", angulo*180/math.pi))
    fDSensors:write(string.format("%.4f,) ", distancia))
    …
    fDSensors:write("\n")
    …
```

**Na Finalização:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup) then
    fDSensors:close()
```

Abre 1 vez
Escreve
Fecha no fim

# Simulador V-REP: Gravando LOG em Disco

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**GRAVAÇÃO EM ARQUIVO (ALTERNATIVO)**

Grava LOG com append: **World-Sick180-Log.ttt**

Script do LASER: **LaserScanner_2D**

**Na Inicialização:**

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
    -- Cria um novo arquivo para escrita(write)
     fDSensors = io.open("dados-sensor.log", "w")
     …
```

**Na Execução:**

Ângulo em Radianos

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_sensing) then
     …
     fDSensors:write(string.format("(%.4f;", angulo*180/math.pi))
     fDSensors:write(string.format("%.4f,) ", distancia))
     …
     fDSensors:write("\n")
     …
```

**Na Finalização:**

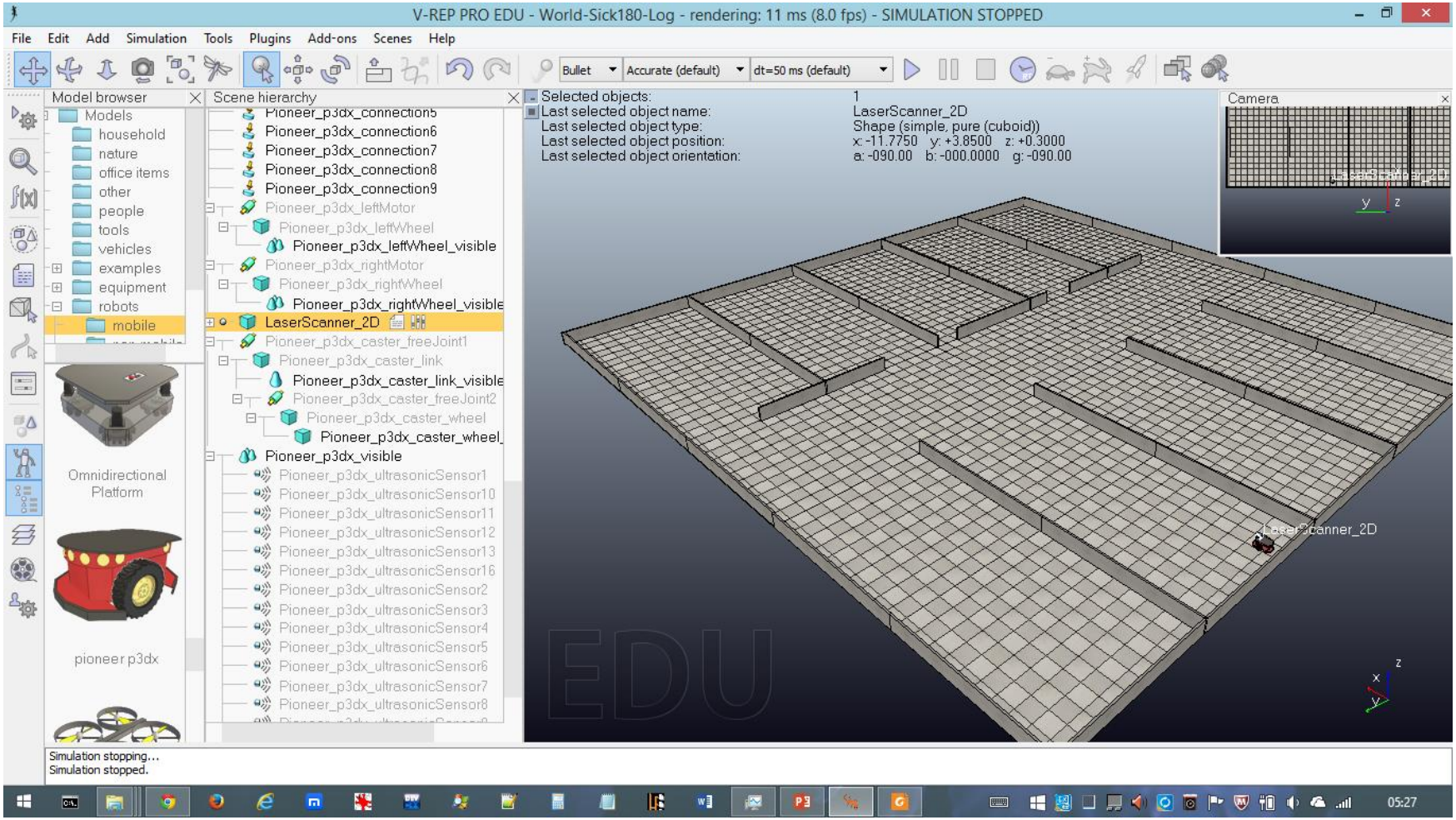
```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_cleanup) then
     fDSensors:close()
```

Abre 1 vez
Escreve
Fecha no fim

# Simulador V-REP: Gravando LOG em Disco

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Executando...
**World-Sick180-Log.ttt**
**World-Sick180-Log.txt**
**(script LaserScanner_2D)**



# Simulador V-REP: Leitura de Teclado (TeleOperação)

# Simulador V-REP: Leitura de Teclado (TeleOperação)

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**Leitura e Controle do Robô pelo Teclado**

Teclado: **Manta-Keyboard-StatusBar.ttt**

```
-- Read the keyboard messages
-- Make sure the focus is on the main window,
-- scene view

   message,auxiliaryData=simGetSimulatorMessage()

   while message~=-1 do
         if (message==sim_message_keypress) then
               Msg="Tecla: "
               Msg=Msg..auxiliaryData[1]
               simAddStatusbarMessage(Msg)

               if (auxiliaryData[1]==2007) then
                  -- up key
                  if (motor_velocity<dVel*9.99) then
                       motor_velocity=motor_velocity+dVel
                  end
               end
          ...
```

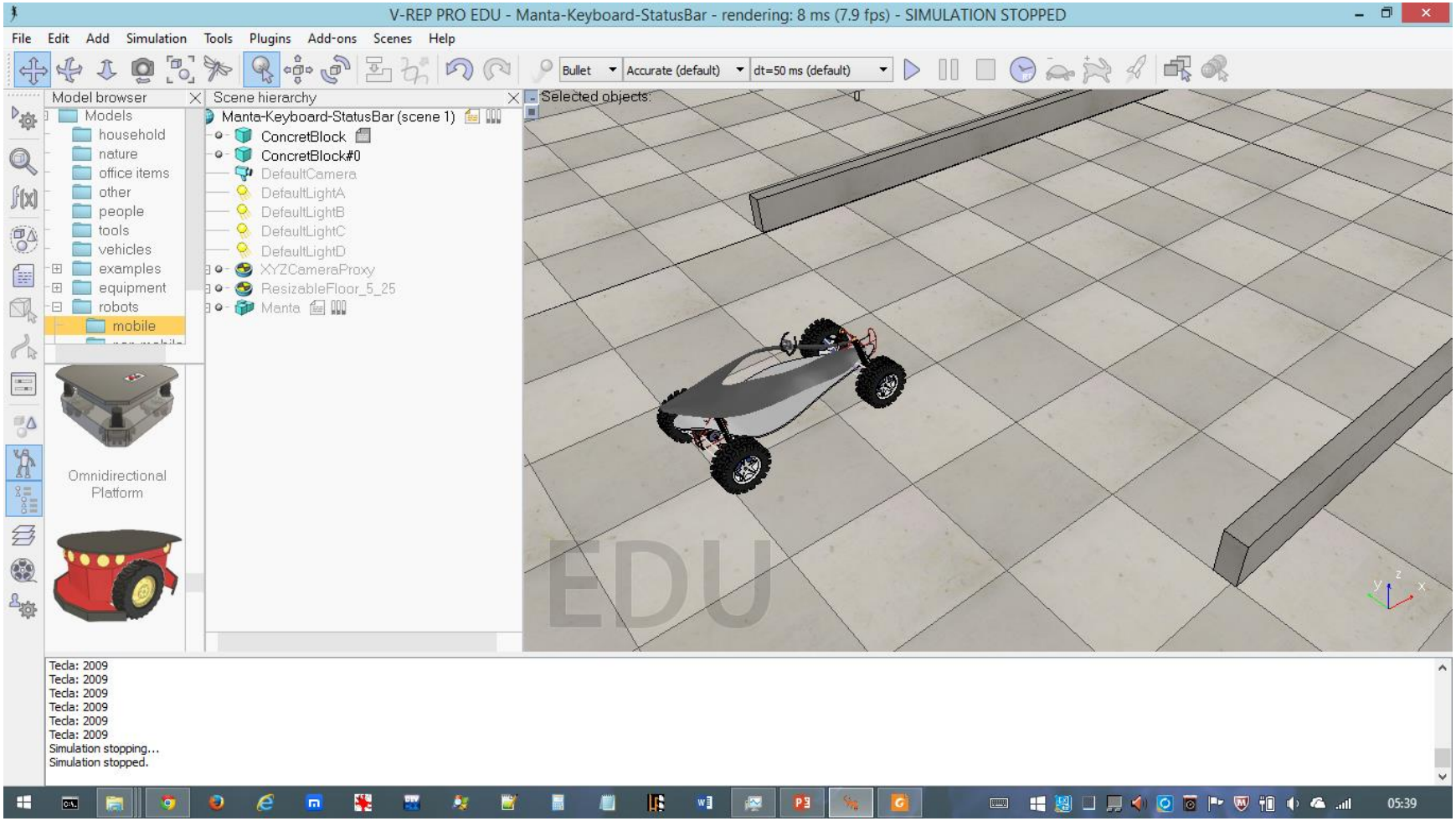
**MANTENHA O FOCO DO MOUSE NA JANELA PRINCIPAL**

**Teclas:**
Seta Up
Seta Down
Seta Left
Seta Right
Tecla ‘s’

# Simulador V-REP: Leitura de Teclado (TeleOperação)

V-REP: LUA Scripting
Exemplo de SCRIPT LUA do Robô PIONEER

Executando...
**Manta-Keyboard-StatusBar.ttt**
**Manta-Keyboard-StatusBar.txt**
**Manta-Keyboard-StatusBar.avi**



# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - SIGNALs

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - SIGNALs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**ESCRITA E LEITURA DE VARIÁVEIS ENTRE SCRIPTS (Global/Export)**

**Trocando dados entre o Script Pioneer x Script Hokuyo:**

**No Pioneer** => adicionar as linhas que copiam as variáveis para um "signal" que pode depois ser lido em outro script

```
-- Cria Signals para enviar os dados
simSetFloatSignal("GVLeft",vLeft)
simSetFloatSignal("GVRight",vRight)
```

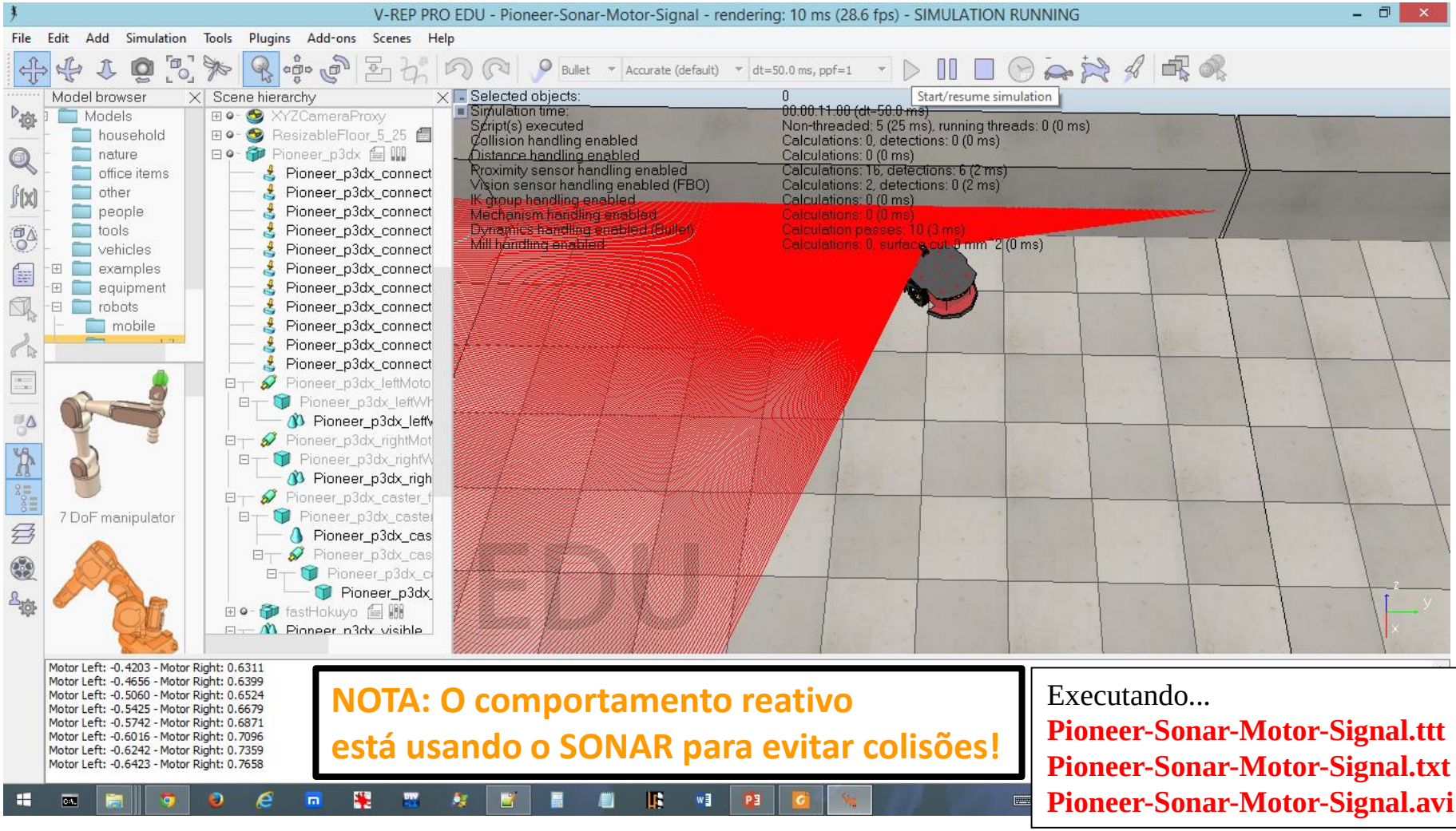
**No Hokuyo** => adicionar as linhas que lêm os dados salvos no outro script.

```
-- Recupera os dados enviados
valorlft=simGetFloatSignal("GVLeft")
valorrgt=simGetFloatSignal("GVRight")

-- Pode então usar como quiser, p.ex. exibindo na console
-- ou exibindo na StatusBar
simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,valorlft)
simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,valorrgt)
```

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - SIGNALs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**ESCRITA E LEITURA DE VARIÁVEIS ENTRE SCRIPTS (Global/Export)**




**NOTA: O comportamento reativo está usando o SONAR para evitar colisões!**

Executando...

**Pioneer-Sonar-Motor-Signal.ttt**

**Pioneer-Sonar-Motor-Signal.txt**

**Pioneer-Sonar-Motor-Signal.avi**

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - SIGNALs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**ESCRITA E LEITURA DE VARIÁVEIS ENTRE SCRIPTS (Global/Export)**

**Trocando dados entre o Script LaserScanner_2D e o Script Pioneer:**

**No LaserScanner_2D** => adicionar as linhas que enviam os dados salvos para o outro script.

```
 if (sim_call_type==sim_childscriptcall_sensing) then
 ...
     simSetFloatSignal("LaserFrontal",mindst)
     -- Signal: minimum distance

     -- Creates also a TUBE: Now send the data:
     if #points>0 then
         simTubeWrite(communicationTube,simPackFloats(points))
     end
```

**No Pioneer** => Alterar o código para receber o Signal...

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - SIGNALs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**ESCRITA E LEITURA DE VARIÁVEIS ENTRE SCRIPTS (Global/Export)**

**Trocando dados entre o Script LaserScanner_2D e o Script Pioneer:**

**No LaserScanner_2D** => adicionar as linhas que enviam os dados

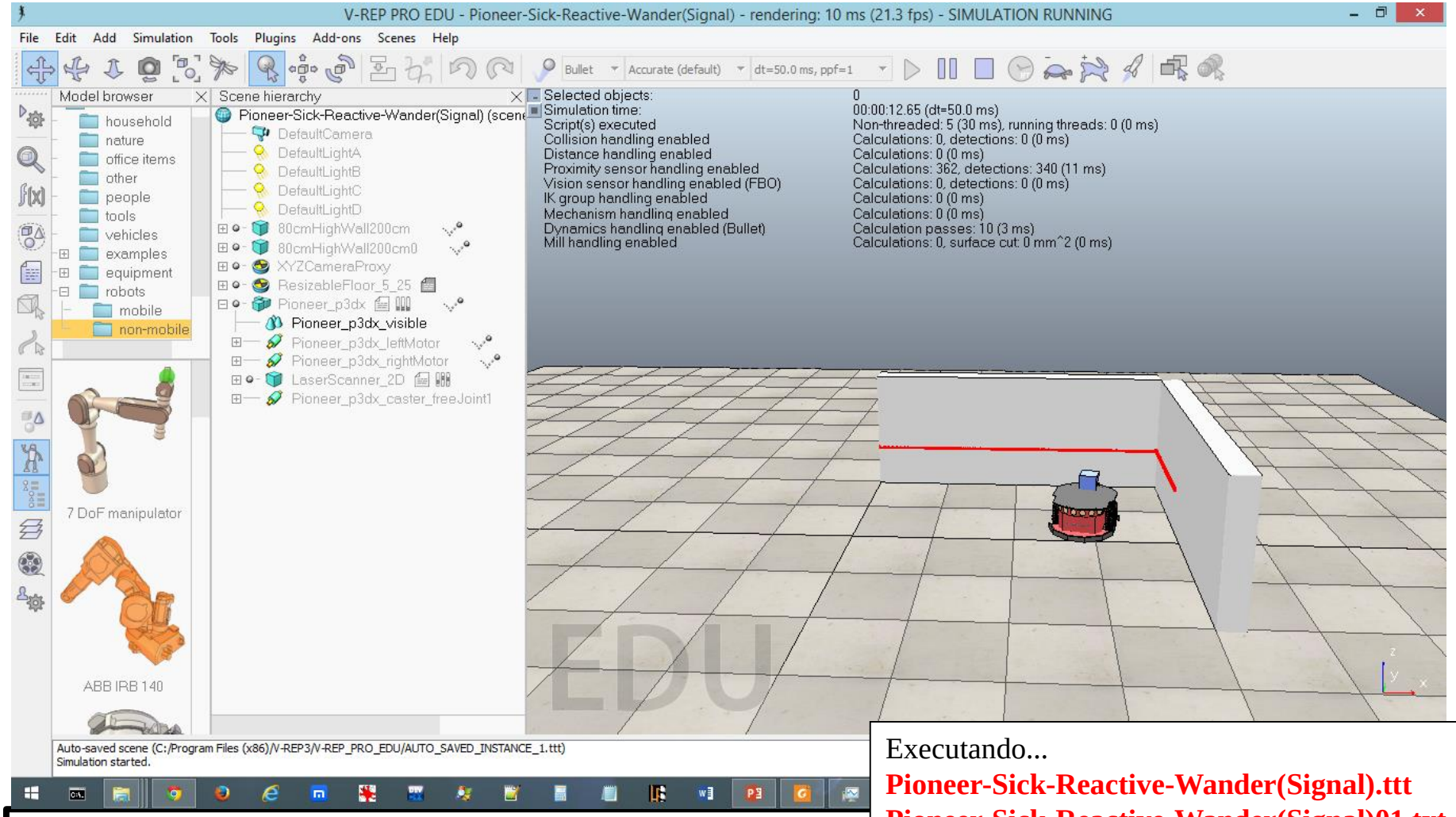
**No Pioneer** => adicionar as linhas que copiam as variáveis para um "signal" que pode depois ser lido em outro script

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_actuation) then
    vLeft=2.0   -- Move Forward
        vRight=2.0
        -- READ THE DATA:
        valordist=simGetFloatSignal("LaserFrontal")  -- Read Signal
        if (valordist) then
        if (valordist < 0.5) then
           vLeft=-2.0  -- Turn Left
               vRight=2.0
        end
    end
        simSetJointTargetVelocity(motorLeft,vLeft)
        simSetJointTargetVelocity(motorRight,vRight)
end
```

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - SIGNALs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**ESCRITA E LEITURA DE VARIÁVEIS ENTRE SCRIPTS (Global/Export)**




Executando...

**Pioneer-Sick-Reactive-Wander(Signal).ttt**
**Pioneer-Sick-Reactive-Wander(Signal)01.txt**
**Pioneer-Sick-Reactive-Wander(Signal)02.txt**
**Pioneer-Sick-Reactive-Wander(Signal).avi**

**NOTA: O comportamento reativo está usando apenas 1 único valor lido do SONAR para evitar colisões!**

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - TUBEs

# Simulador V-REP: Comunicação entre Scripts - TUBEs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**ESCRITA E LEITURA DE VARIÁVEIS ENTRE SCRIPTS (Global/Export)**

**Trocando dados entre o Script LaserScanner_2D e o Script Pioneer:**

**No LaserScanner_2D** => adicionar as linhas que enviam os dados salvos para o outro script.

```
if (sim_call_type==sim_childscriptcall_initialization) then
        laserHandle=simGetObjectHandle("LaserScannerLaser_2D")
        jointHandle=simGetObjectHandle("LaserScannerJoint_2D")
        graphHandle=simGetObjectHandle("LaserScannerGraph_2D")
        modelHandle=simGetObjectAssociatedWithScript(sim_handle_self)
        objName=simGetObjectName(modelHandle)
        communicationTube=simTubeOpen(0,objName..'_2D_SCANNER_DATA',1)
end

if (sim_call_type==sim_childscriptcall_sensing) then
 ...
     -- Creates also a TUBE: Now send the data:
     if #points>0 then
         simTubeWrite(communicationTube,simPackFloats(points))
     end
```

**No Pioneer => Alterar o código para receber o Tube...**

# Simulador V-REP: Localização – POSE DO ROBÔ

# Simulador V-REP: Localização – POSE DO ROBÔ

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**Obtendo a posição e orientação do Robô => Valores obtidos diretamente do Simulador**

**ATENÇÃO: Em sistemas REAIS a POSE DO ROBÔ deve ser ESTIMADA com os SENSORES**

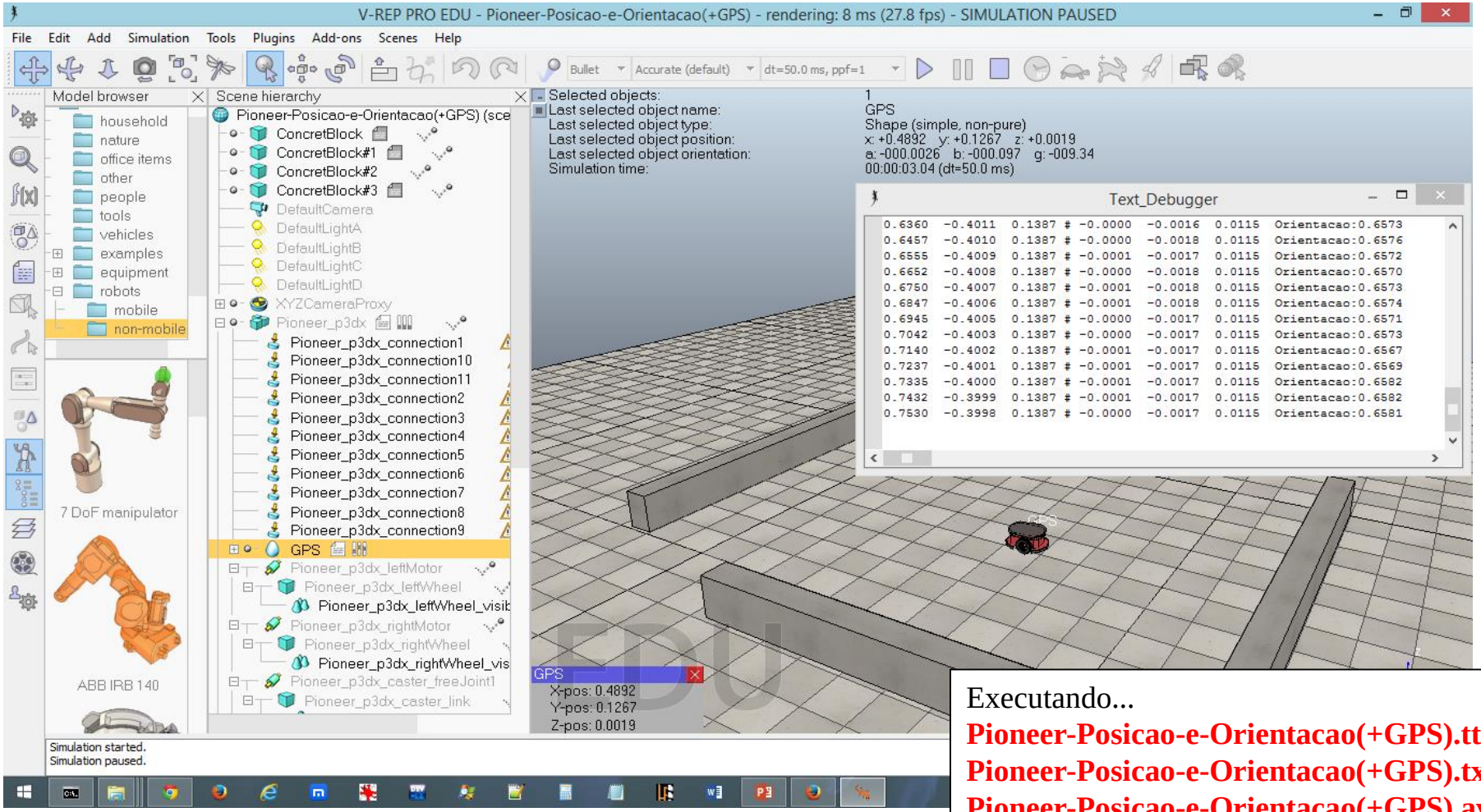
```
Exibe na Console as coordenadas XYZ e os ângulos de Euler Rx,Ry,Rz:

 piohand=simGetObjectHandle("Pioneer_p3dx")
 angeu=simGetObjectOrientation(piohand,-1)
 coord=simGetObjectPosition(piohand,-1)
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",coord[1]))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,'  ')
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",coord[2]))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,'  ')
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",coord[3]))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,' # ')
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",angeu[1]))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,'  ')
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",angeu[2]))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,'  ')
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",angeu[3]))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,'  Orientacao:')
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,string.format("%.4f",angeu[3]*180/3.1415936))
 simAuxiliaryConsolePrint(myconsole,'\n')
```

# Simulador V-REP: Localização – POSE DO ROBÔ

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**Obtendo a posição e orientação do Robô => Valores obtidos diretamente do Simulador**

**ATENÇÃO: GPS tem uma posição diferente do centro de posicionamento do robô. GPS sem ERRO!**




Executando...

**Pioneer-Posicao-e-Orientacao(+GPS).ttt**

**Pioneer-Posicao-e-Orientacao(+GPS).txt**

**Pioneer-Posicao-e-Orientacao(+GPS).avi**

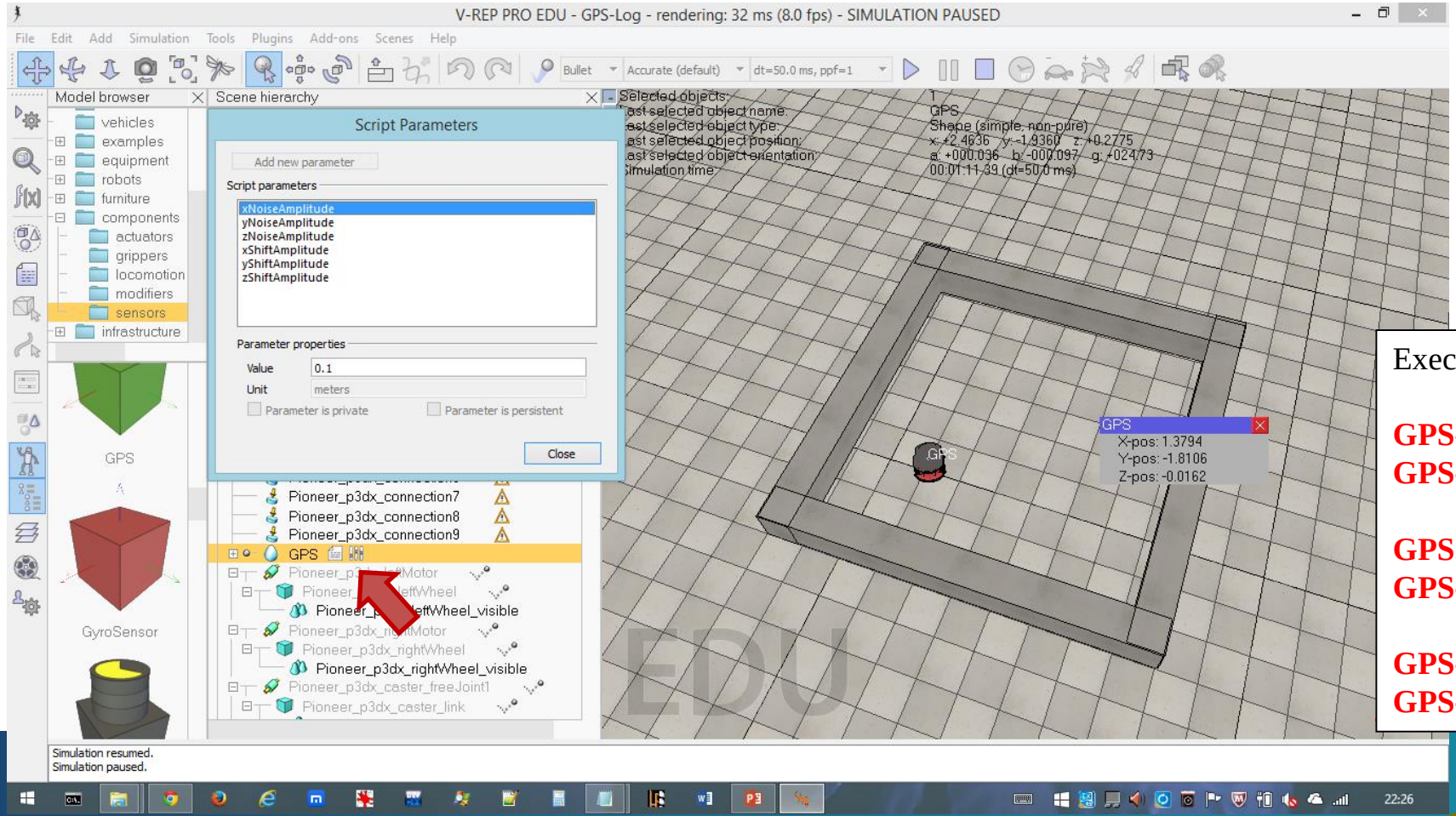
**NOTA: Clicar no GPS para ver as coordenadas do GPS (um pouco diferentes das do robô)**

# Simulador V-REP: Localização – POSE DO ROBÔ

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**USO DO GPS**

**O GPS é um dos sensores disponíveis no V-REP para localização (posicionamento global)**
**O modelo simulado trabalha com um erro que visa simular o modelo real do GPS...**
**Porém é possível "zerar" o erro e obter um GPS absoluto (o que não existe no mundo real)**




Executando...

**GPS-Log.ttt**
**GPS-Log.txt**

**GPS.Log**
**GPS-Log.avi**

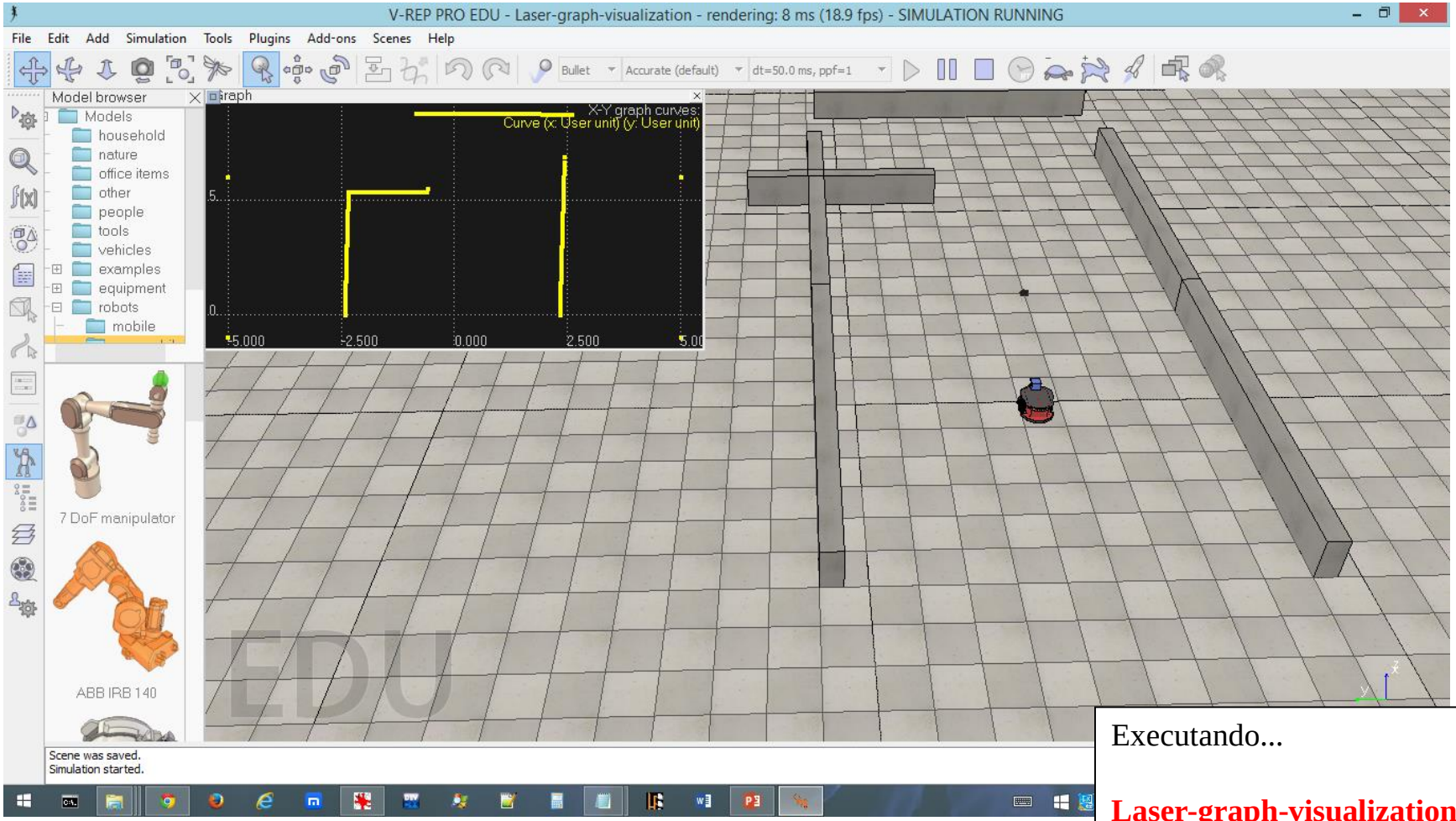
**GPS-Log1.log**
**GPS-Log1.avi**

# Simulador V-REP: Visualização Gráfica – GRAPHs

# Simulador V-REP: Visualização Gráfica – GRAPHs

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**Visualização dos dados do Sensor Laser (Uso do "Graph")**




Executando...

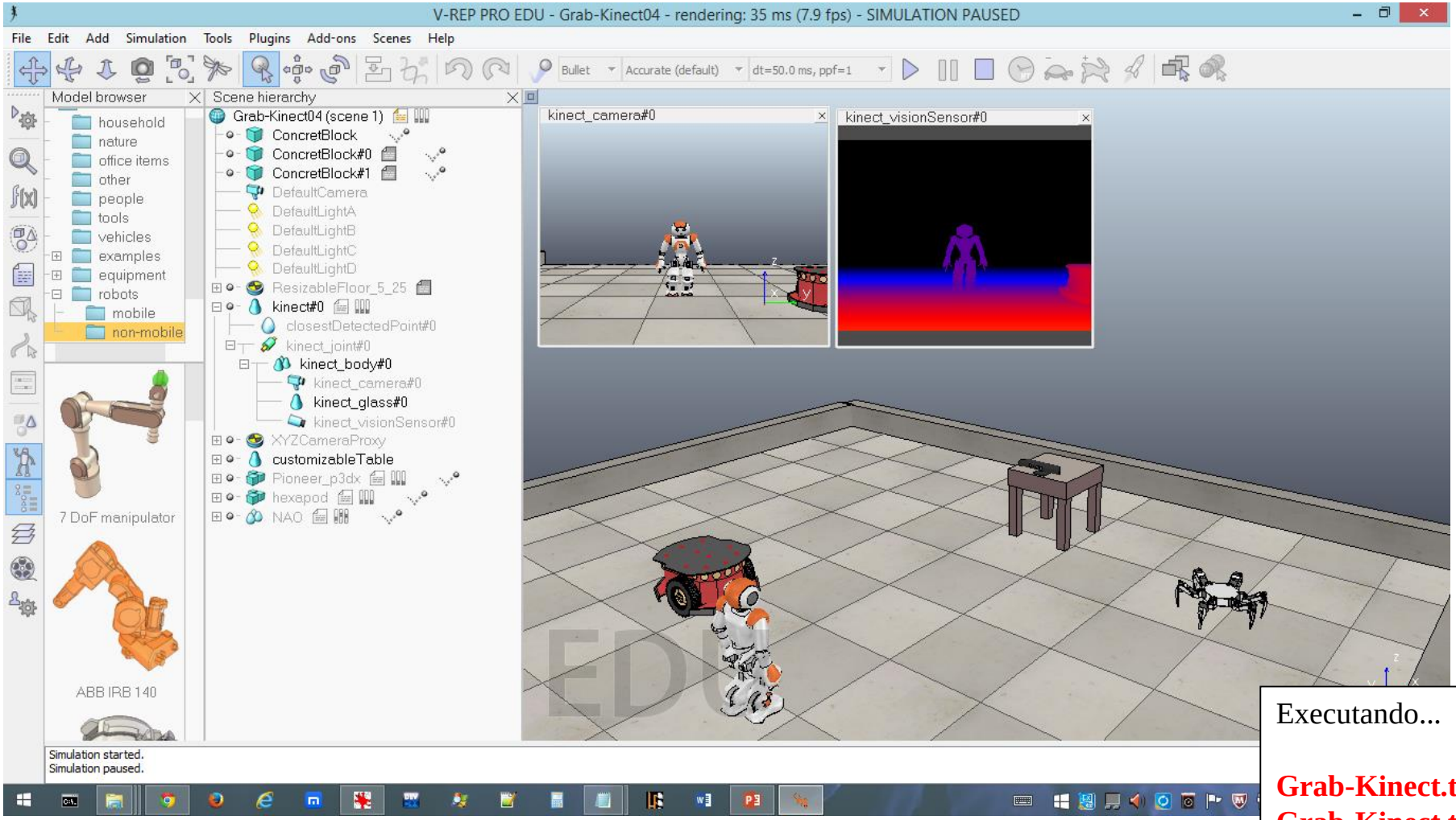
**Laser-graph-visualization.txt**
**Laser-graph-visualization.avi**

# Simulador V-REP: Visualização Gráfica – GRAPHs

# Simulador V-REP: Captura dados do Kinect

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**Exibe e captura dados do sensor Kinect (tecla “w”)**




Executando...

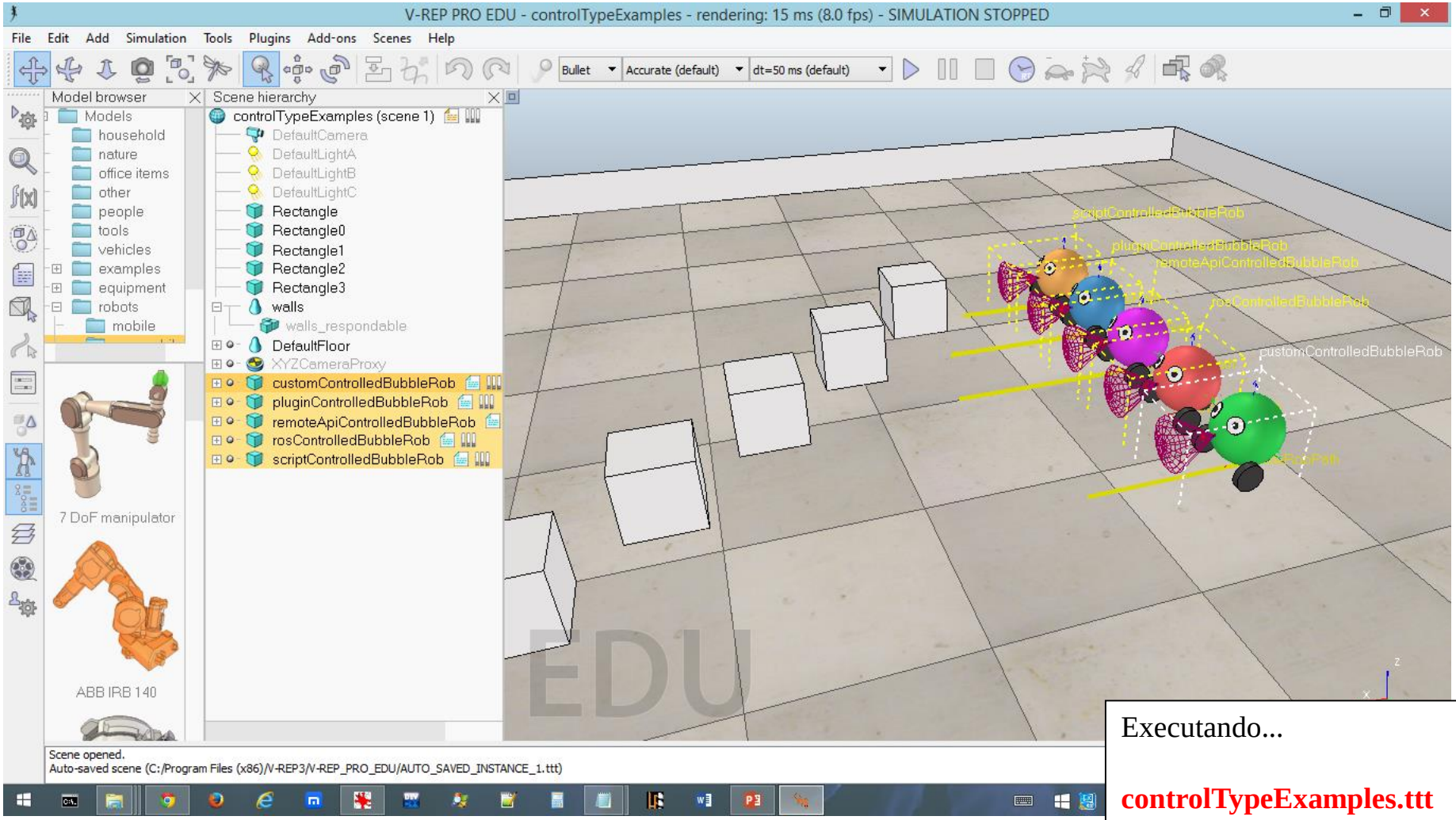
**Grab-Kinect.ttt**
**Grab-Kinect.txt**

**Simulador V-REP: Exemplos de Tipos de Programação**
**Controle de Robots - ControlTypeExamples**

# Simulador V-REP: Tipos de Controle - controlTypeExamples

V-REP: LUA Scripting - Exemplos de SCRIPTs LUA com DICAS para Implementar...

**Exemplos dos diferentes tipos de controle programado de robôs**




Executando...

**controlTypeExamples.ttt**
**controlTypeExamples.avi**

**V-REP: Permite simular e implementar robôs móveis**
**Robótica Móvel – Editora LTC**

# Referências


- [PUC-Rio 2015] PUC-Rio, G. (2015). The programming language lua. http://www.lua.org/. Acessado em: 19.03.2015.

- [V-REP API] API V-REP. http://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/apiOverview.htm http://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/apiFunctionListAlphabetical.htm

- [VREP Python] API V-REP Python
  http://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/remoteApiFunctionsPython.htm

- [VREP Matlab] API V-REP Matlab
  http://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/remoteApiFunctionsMatlab.htm

- [VREP ControlTypes] BubbleRob Demo
  http://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/en/externalControllerTutorial.htm

# A SEGUIR:

# EXEMPLOS DE APLICAÇÕES USANDO O SIMULADOR
# &
# FUTURO DA ROBÓTICA

**Contato:**
**Prof. Fernando Osório**
**Prof. Denis Wolf**
**http://www.icmc.usp.br/~fosorio**
**E-mail: { fosorio, denis } @icmc.usp.br**

# Laboratório de Robótica Móvel – ICMC/USP

Site: http://www.lrm.icmc.usp.br/

Vídeos: http://youtube.com/lrmicmc

https://www.youtube.com/user/lrmicmc/videos