

UM GUIA BÁSICO E PRÁTICO PARA O SOFTWARE

RobotStudio

MÓDULO 1 - FLEXPENDANT

PROF. DR. JOSÉ SOARES BATISTA LOPES



**JOSÉ SOARES BATISTA LOPES, DR.
PROFESSOR DO CURSO DE MECATRÔNICA DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE -
CAMPUS PARNAMIRIM**

UM GUIA

BÁSICO E PRÁTICO PARA O SOFTWARE ROBOTSTUDIO

MÓDULO 1 - FLEXPENDANT

Prof. Dr. José Soares Batista Lopes

IFRN - Campus Parnamirim

Rua Antônia de Lima Paiva, 155 - Bairro Nova Esperança, Parnamirim - CEP:

59143-455 - jose.soares@ifrn.edu.br

DIAGRAMAÇÃO
José Soares Batista Lopes
CAPA
José Soares Batista Lopes
ILUSTRAÇÕES
canva.com
ÍCONES DA CAPA
canva.com

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo da publicação na fonte elaborada pelo Bibliotecário
Cícero Filho Tavares – CRB: 15/511

L864u Lopes, José Soares Batista.
Um guia básico e prático para o software RobotStudio /José
Soares Batista Lopes. – Parnamirim, 2021.
73 p. : il. Color ; Mód.1 FlexPendant

ISBN: 978-65-00-20195-6

1.Robótica. 2. Software. 3. Programação. I Lopes, José Soares
Batista. II. Título.

CDU 621.865.8

Edição eletrônica: E-books
Linha Editorial: Tecnologias (Ciências aplicadas)
Disponível para download em:
<http://memoria.ifrn.edu.br>



CONTATO
Prof. Dr. José Soares Batista Lopes
IFRN - Campus Parnamirim
Rua Antônia de Lima Paiva, 155 - Bairro Nova
Esperança, Parnamirim - CEP: 59143-455
jose.soares@ifrn.edu.br



Lista de Figuras

	<i>Pag.</i>
FIGURA 1.1 - DOWNLOAD DO ROBOTSTUDIO 2021.1.1	10
FIGURA 1.2 - SELECIONAR O IDIOMA	10
FIGURA 1.3 - INÍCIO DA INSTALAÇÃO	10
FIGURA 1.4 - ACEITAR OS TERMOS DA LICENÇA	10
FIGURA 1.5 - ALTERAR A PASTA DE INSTALAÇÃO	11
FIGURA 1.6 - INÍCIO DA INSTALAÇÃO	11
FIGURA 1.7 - MICROSOFT VISUAL C++	12
FIGURA 1.8 - INSTALAÇÃO EM ANDAMENTO	12
FIGURA 1.9 - FINALIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO	12
FIGURA 1.10 - OPÇÕES DE PACOTES PARA A INSTALAÇÃO	13
FIGURA 1.11 - TIPOS DE ATIVAÇÃO DE LICENÇA DO SOFTWARE	13
FIGURA 1.12 - INSTALAÇÃO DO ROBOTWARE	13
FIGURA 1.13 - ROBOTWARE FOR IRC5	14
FIGURA 1.14 - TERMOS DA LICENÇA	14
FIGURA 1.15 - ÍCONE DO ROBOTSTUDIO 2021	14
FIGURA 2.1 - OPÇÕES PARA ABRIR OU SIMULAR	16
FIGURA 2.2 - ABRIR UMA SIMULAÇÃO	16
FIGURA 2.3 - CAMINHO DO SAMPLES	17
FIGURA 2.4 - PASTA DOS SAMPLES	17
FIGURA 2.5 - ETAPAS PARA DESCOMPACTAR O SAMPLE	17
FIGURA 2.6 - SIMULAÇÃO ABERTA	18
FIGURA 2.7 - INICIANDO A SIMULAÇÃO	18
FIGURA 3.1 - OUTRAS DE CRIAR AMBIENTES DE TRABALHO	20
FIGURA 3.2 - ESTAÇÃO COM ROBÔ MANIPULADOR E O CONTROLADOR	21
FIGURA 3.3 - ESTAÇÃO VAZIA	21
FIGURA 3.4 - PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO	22
FIGURA 3.5 - OPÇÕES DO MANIPULADOR INDUSTRIAL	22
FIGURA 3.6 - AMBIENTE DE TRABALHO COM O MANIPULADOR INDUSTRIAL	23

Lista de Figuras

	<i>Pag.</i>
FIGURA 4.1 - (1) ACESSANDO O HELP E EM (2) PROGRAMMING ROBOTS	26
FIGURA 4.2 - LAYOUT (1) E SHOW WORK ENVELOPE (2).....	27
FIGURA 4.3 - OPÇÃO DO ESPAÇO DE TRABALHO COM PULHO OU FERRAMENTA (1) OE ESPAÇO DE TRABALHO NO ROBÔ INDUSTRIAL(2).....	27
FIGURA 5.1 - PARTES DO FLEXPENDANT.....	29
FIGURA 5.2 - FUNCIONALIDADES DOS BOTÕES DO FLEXPENDANT.....	29
FIGURA 5.3 - ACESSO AO FLEXPENDANT.....	30
FIGURA 5.4 - MODO DE OPERAÇÃO DO FLEXPENDANT.....	30
FIGURA 5.5 - VISUALIZAÇÃO DOS MODOS ATIVOS: AUTO E MANUAL NO FLEXPENDANT.....	30
FIGURA 5.6 - DETALHE AUMENTADO DO BOTÃO ENABLE NO FLEXPENDANT.....	31
FIGURA 5.7 - MENU DO FLEXPENDANT.....	31
FIGURA 5.8 - NOMES DOS ÍCONES DO FLEXPENDANT.....	31
FIGURA 5.9 - ACESSO AO MENU DO FLEXPENDANT.....	32
FIGURA 5.10 - VISUALIZAÇÃO DAS JANELAS ABERTAS NO FLEXPENDANT.....	32
FIGURA 6.1 - MOVIMENTOS DO ROBÔ MANIPULADOR PELO FLEXPENDANT.....	34
FIGURA 6.2 - MOVIMENTA OS EIXOS 1, 2 E 3.....	34
FIGURA 6.3 - MOVIMENTA OS EIXOS 4, 5 E 6.....	34
FIGURA 6.4 - MOVIMENTO LINEAR.....	34
FIGURA 6.5 - MOVIMENTO REORIENTE.....	34
FIGURA 6.6 - EDITOR RAPID DO FLEXPENDANT.....	35
FIGURA 6.7 - MANIPULAR COM O JOYSTICK.....	35
FIGURA 6.8 - EDITOR RAPID DO FLEXPENDANT.....	35
FIGURA 6.9 - INSTRUÇÃO MOVEI DO RAPID.....	36
FIGURA 6.10 - EDITANDO A POSIÇÃO INICIAL NO FLEXPENDANT.....	36
FIGURA 6.11 - INSTRUÇÃO MOVEI COM O PONTO P10.....	37
FIGURA 6.12 - POSIÇÃO INICIAL NO FLEXPENDANT PARA TESTE.....	37
FIGURA 6.13 - ADICIONANDO INSTRUÇÕES DE MOVIMENTO NO FLEXPENDANT.....	37

Lista de Figuras

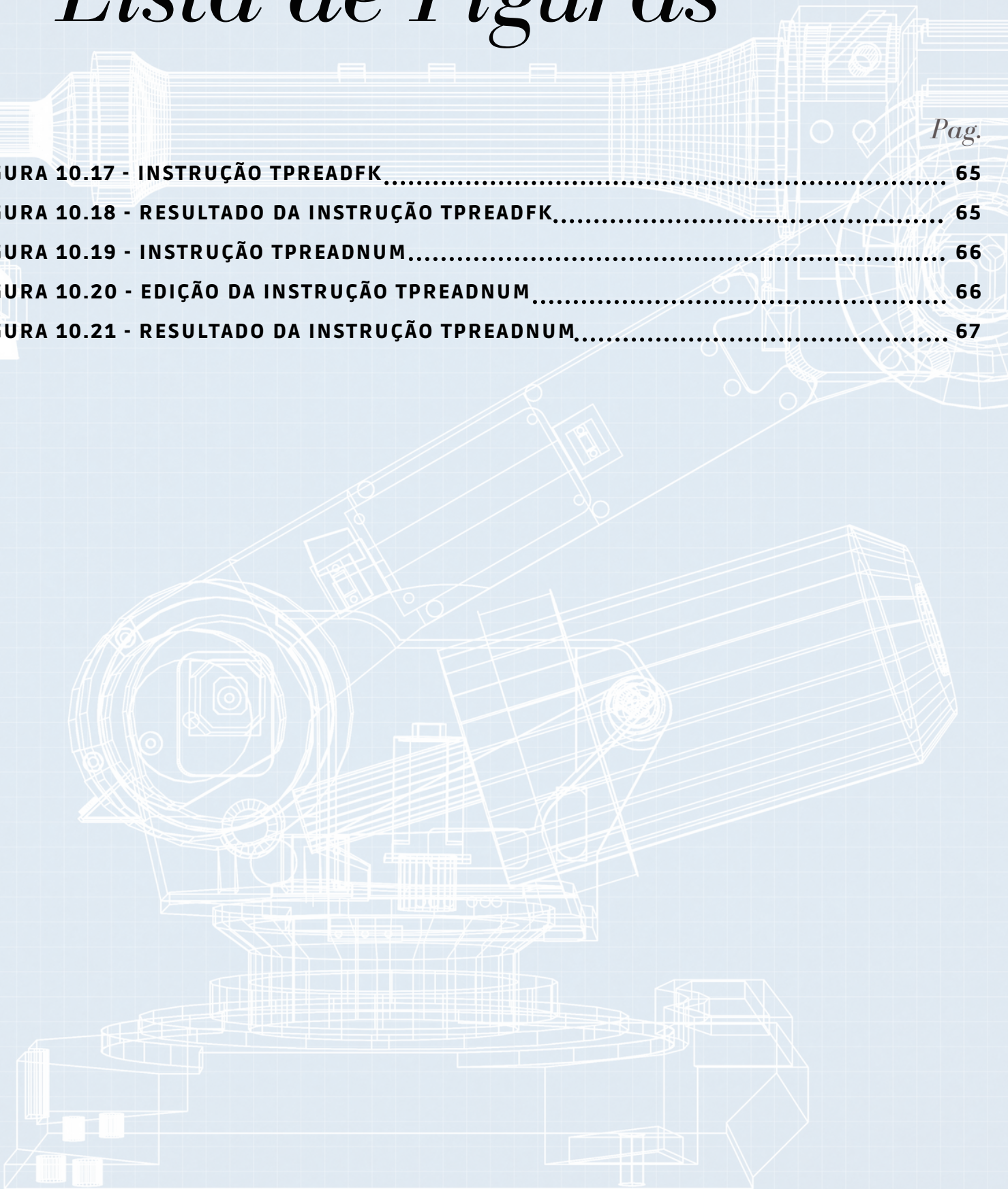
	<i>Pag.</i>
FIGURA 6.14 - MODO DE OPERAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO NO FLEXPENDANT.....	38
FIGURA 6.15 - OPÇÕES DE CONFIGURAÇÃO NO FLEXPENDANT.....	38
FIGURA 6.16 - ABA SIMULATION BOTÃO TCP TRACE.....	38
FIGURA 6.17 - PARÂMETROS DO TCP TRACE.....	39
FIGURA 6.18 - FRAME DO TCP TRACE.....	39
FIGURA 6.19 - FUNÇÃO GO TO POSITION.....	40
FIGURA 6.20 - EXECUTAR A FUNÇÃO GO TO POSITION.....	40
FIGURA 6.21 - EXECUÇÃO DO CÓDIGO RAPID.....	41
FIGURA 7.1 - MENSAGEM EMERGENCY STOP.....	43
FIGURA 7.2 - MENSAGEM WAITING FOR MOTORS ON AFTER E-STOP.....	43
FIGURA 7.3 - DESLIGAR E RE-LIGAR OS MOTORES.....	43
FIGURA 7.4 - MOTORS OFF.....	44
FIGURA 7.5 - ATIVAR O BOTÃO VERDE ENABLE.....	44
FIGURA 7.6 - MENSAGEM ERROR NOT ACKNOWLEDGED.....	45
FIGURA 8.1 - INSERINDO O CONE.....	47
FIGURA 8.2 - PARÂMETROS DO CONE.....	47
FIGURA 8.3 - (1) FERRAMENTA NA BASE, (2) ABA LAYOUT E (3) TOOL_CONE.....	48
FIGURA 8.4 - PARÂMETROS DO CONE.....	48
FIGURA 8.5 - FUNÇÕES GRAPHICS TOOLS.....	48
FIGURA 8.6 - PROGRAM DATA.....	49
FIGURA 8.7 - PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO.....	49
FIGURA 8.8 - MUDAR OS PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO.....	49
FIGURA 8.9 - ALTERAR OS PARÂMETROS DE PAYLOAD.....	50
FIGURA 8.10 - PROPRIEDADES DO PAYLOAD.....	50
FIGURA 8.11 - MODOS DE MOVIMENTO.....	51
FIGURA 8.12 - MOVIMENTO ORIENTADO PELA FERRAMENTA.....	52

Lista de Figuras

	<i>Pag.</i>
FIGURA 9.1 - QUADRADQ.....	53
FIGURA 9.2 - DADOS DO PROGRAMA.....	53
FIGURA 9.3 - CRIAR OS PONTOS.....	53
FIGURA 9.4 - CRIANDO O PONTO P10.....	54
FIGURA 9.5 - P10 CRIADO.....	54
FIGURA 9.6 - DADOS DO P10.....	54
FIGURA 9.7 - COORDENADA P2	54
FIGURA 9.8 - CRIAR O PONTO P2.....	55
FIGURA 9.9 - PONTO X, Y E Z DE P2.....	55
FIGURA 9.10 - COORDENADAS DE P1, P2, P3 E P4	55
FIGURA 9.11 - AJUSTE DA ZONA PARA FINE NO CÓDIGO RAPID	56
FIGURA 10.1 - TABELA COM AS PALAVRAS CHAVES.....	58
FIGURA 10.2 - INSTRUÇÕES PARA TOMADA DE DECISÕES	58
FIGURA 10.3 - TELA DO FLEXPENDANT	59
FIGURA 10.4 - ACESSANDO A FUNÇÃO TPWRITE	60
FIGURA 10.5 - EDITAR O CAMPO NA FUNÇÃO TPWRITE	60
FIGURA 10.6 - CONFIGURANDO OS CAMPOS DA FUNÇÃO TPWRITE	60
FIGURA 10.7 - INSERINDO TEXTO NA FUNÇÃO TPWRITE.....	61
FIGURA 10.8 - TEXTO NA FUNÇÃO TPWRITE	61
FIGURA 10.9 - RESULTADO DA FUNÇÃO TPWRITE	61
FIGURA 10.10 - ALTERAR O MODO DE EXECUÇÃO	62
FIGURA 10.11 - LIMPAR A TELA DO FLEXPENDANT	62
FIGURA 10.12 - MODO SINGLE	62
FIGURA 10.13 - INSTRUÇÃO WAITTIME	63
FIGURA 10.14 - INSTRUÇÃO TPERASE	63
FIGURA 10.15 - INSTRUÇÃO TPREADFK	64
FIGURA 10.16 - PARÂMETROS DA INSTRUÇÃO TPREADFK	64

Lista de Figuras

	<i>Pag.</i>
FIGURA 10.17 - INSTRUÇÃO TPREADFK.....	65
FIGURA 10.18 - RESULTADO DA INSTRUÇÃO TPREADFK.....	65
FIGURA 10.19 - INSTRUÇÃO TPREADNUM.....	66
FIGURA 10.20 - EDIÇÃO DA INSTRUÇÃO TPREADNUM.....	66
FIGURA 10.21 - RESULTADO DA INSTRUÇÃO TPREADNUM.....	67



Apresentação

Nós professores tivemos que nos reinventar, neste momento de pandemia, mudando a nossa realidade nos laboratórios e salas de aula. Este guia é destinado aos alunos do curso de técnico integrado ou subsequente de Mecatrônica do IFRN-Campus Parnamirim e aos demais alunos interessados em conhecer a ferramenta de simulação e programação - RobotStudio.

Os conceitos e movimentos (manobras) realizadas com o apêndice de ensino, ou seja, FlexPendant simulam um ambiente industrial de maneira simples e prática envolvendo a teoria da disciplina Robótica Industrial.

Neste momento de pandemia as nossas aulas estão ocorrendo on-line (momentos síncronos) e o simulador está colaborando para que estes momentos sejam mais interessantes e lúdicos para os alunos.

O Software RobotStudio da ABB auxilia o aluno na programação off-line de rotinas e movimentos, ou seja, sem a necessidade de um manipulador industrial, diminuindo assim as dificuldades de ensino na pandemia. Este material foi dividido em 2 módulos: esse é o primeiro que explica o funcionamento e a operação do FlexPendant com os Robôs da ABB e o segundo apresenta o RobotStudio com a linguagem de programação RAPID.

Prof. Dr. José Soares B. Lopes

Sumário

Pag.

1. INSTALAÇÃO ROBOTSTUDIO.....	09
2. ABRIR E SIMULAR UM AMBIENTE DE TRABALHO.....	15
3. CRIAR AMBIENTES DE TRABALHO.....	19
3.1 MANIPULANDO O ROBÔ NA ÁREA DE TRABALHO.....	23
4. SISTEMA DE COORDENADAS.....	25
4.1 ESPAÇO DE TRABALHO.....	27
5. CONHECENDO O FLEXPENDANT.....	28
5.1 JANELAS.....	32
6. CRIANDO UM PROGRAMA.....	33
7. MENSAGENS DE ERROS.....	42
8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA.....	46
9. CRIANDO UM PROGRAMA PONTO A PONTO.....	52
10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

01

I.INSTALAÇÃO ROBOTSTUDIO

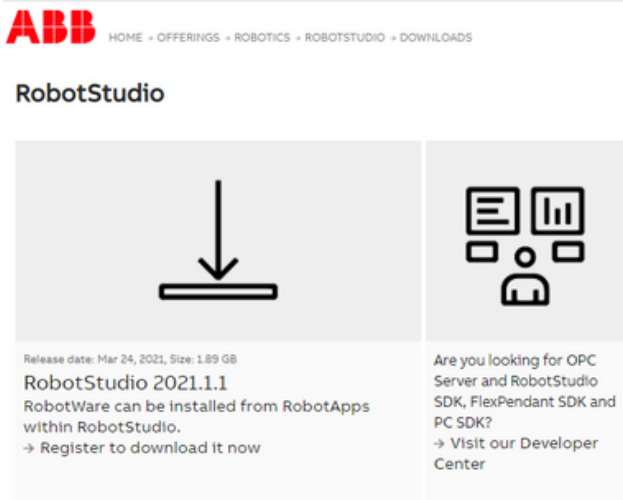
WARNING
WARNING

As etapas para a instalação do RobotStudio.

1 Na etapa 1 é necessário obter o Software RobotStudio e para isso acesse no site da ABB. Clique no botão RobotStudio 2021.1.1, Figura 1.1. Após o download, inicia-se a instalação do RobotStudio com um duplo clique no instalador, Figura 1.2.

<https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/downloads>

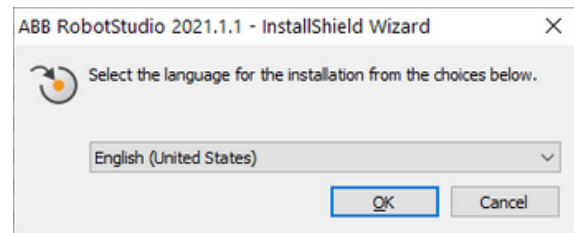
Figura 1.1 - Download do RobotStudio 2021.1.1.



Fonte: Própria.

2 Em seguida, confirme o início da instalação pressionando o botão - OK, Figura 1.2 na etapa 2.

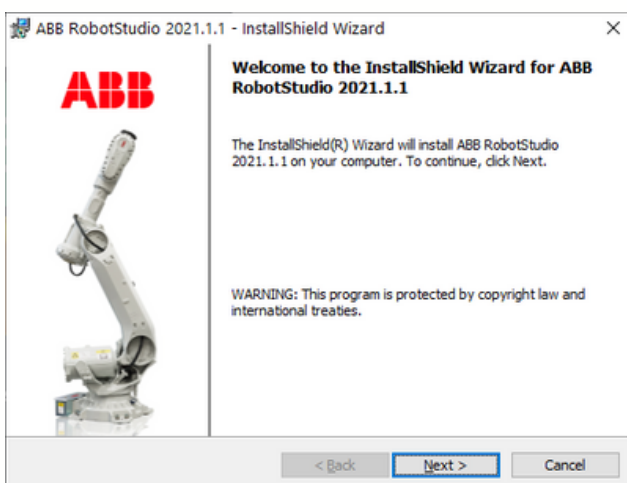
Figura 1.2 - Selecionar o idioma.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

3 Na etapa 3 a instalação inicia após clicar no botão **Start**, Figura 1.3.

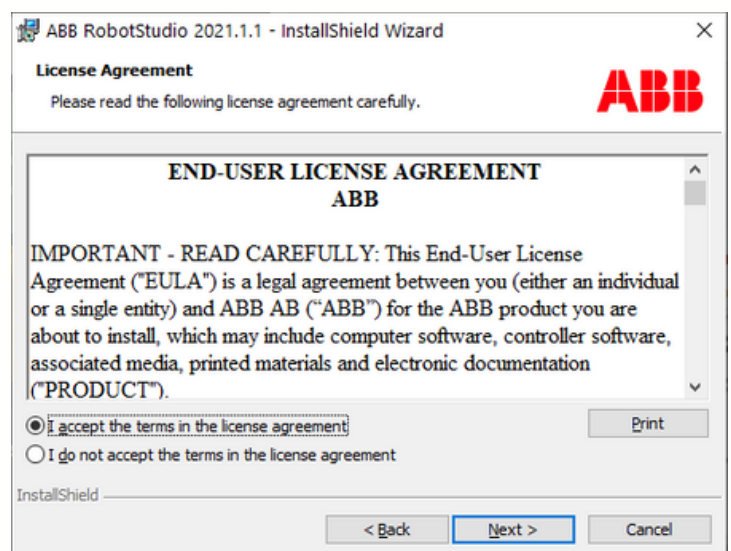
Figura 1.3 - Início da instalação.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

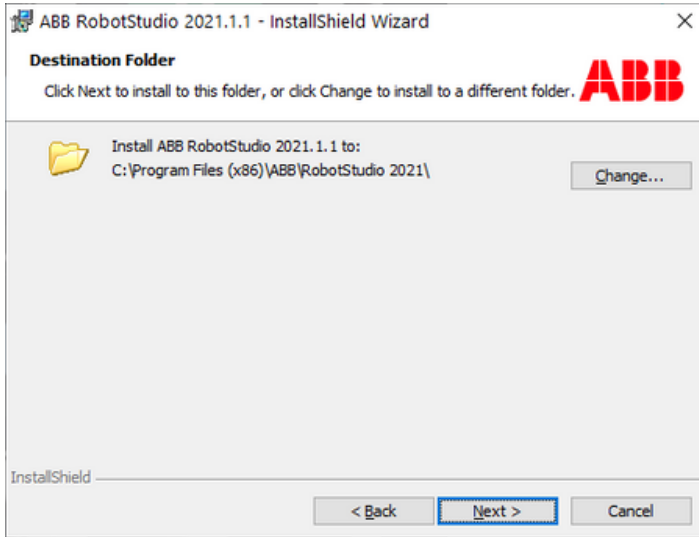
Em seguida, selecione a primeira opção e clique em Next, Figura 1.4 e aceite os termos da licença.

Figura 1.4 - Aceitar os termos da licença.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

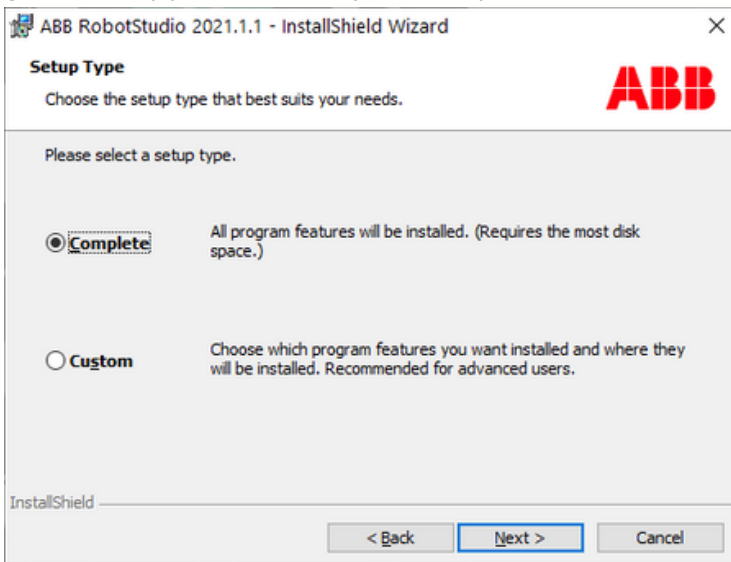
Figura 1.5 - Alterar a pasta de instalação.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Na etapa 4 é possível selecionar outro local para a instalação do RobotStudio ou deixar no local sugerido, Figura 1.5. Para você mudar o local de instalação clique no botão **Change**, senão clique em **Next**.

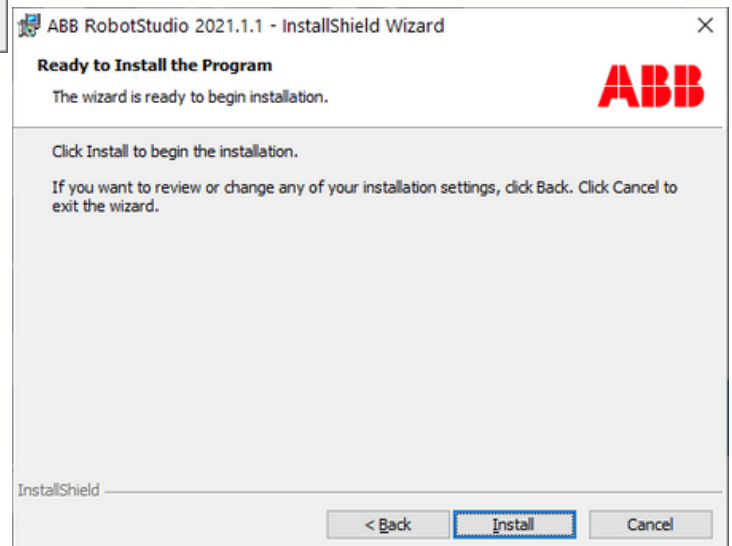
Figura 1.6 - Opções de instalações: Completa ou customizada.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Sugiro na etapa 5 a opção de instalação Completa(Setup Type), Figura 1.6.

Figura 1.6 - Início da instalação.

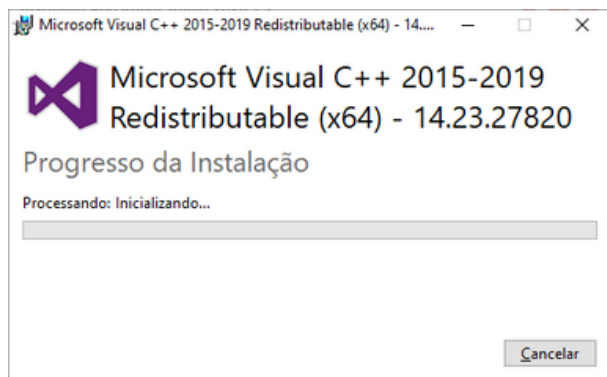


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Após clicar no botão **Install**, a instalação começa, Figura 1.6 na etapa 6.

7

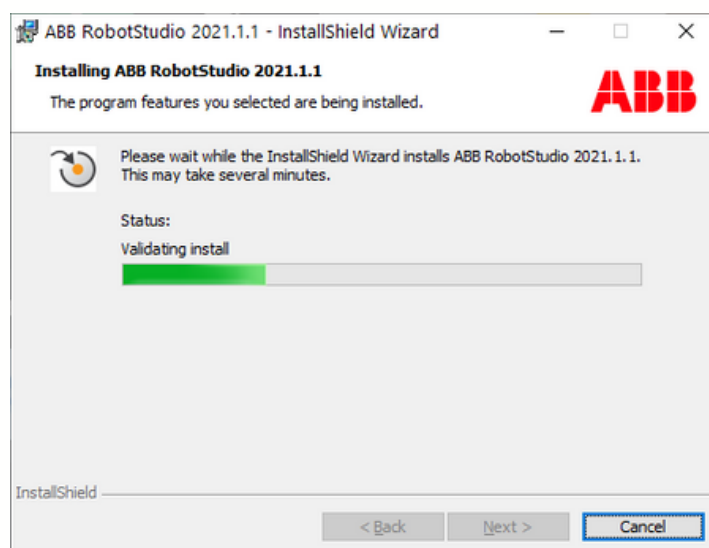
Figura 1.7 -Microsoft Visual C++.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Caso o seu computador não possua o Microsoft Visual C++ instalado. A Figura 1.7 aparecerá para a instalação na etapa 7.

Figura 1.8 - Instalação em andamento.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Na etapa 8 a Figura 1.8 mostra o processo de instalação em andamento.

8

Figura 1.9 - Finalização da instalação.

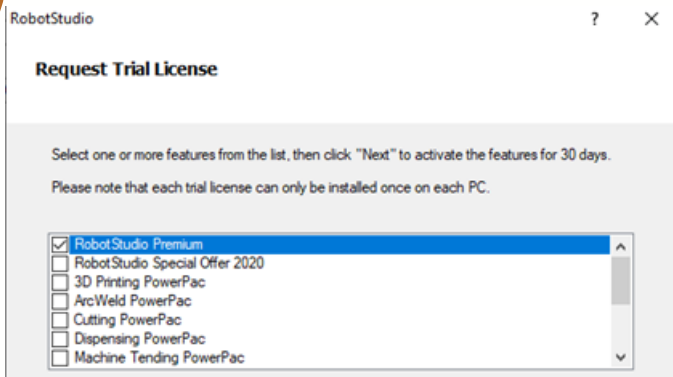


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Na etapa 9 a instalação é finalizada quando aparece a tela da Figura 1.9. Você deve reiniciar o computador para continuar a instalação. Pressione o botão **Finish**.

9

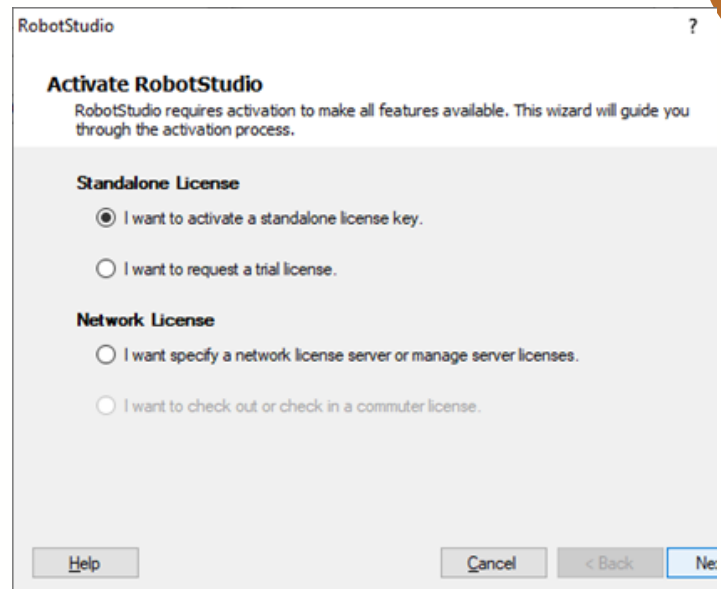
Figura 1.10 - Opções de pacotes para a instalação.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Na etapa 10 a Figura 1.10 sugiro deixar todos as opções selecionadas.

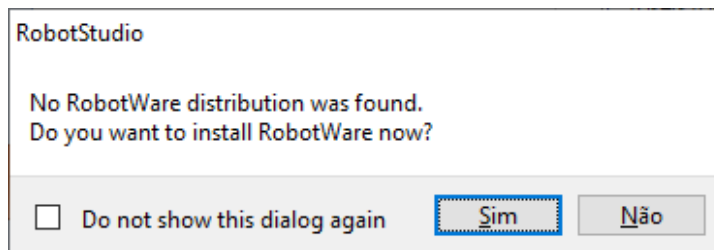
Figura 1.11 - Tipos de ativação de licença do software.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Na etapa 11 a Figura 1.11 apresenta duas opções para a ativação do RobotStudio: *Standalone License* e *Network License*. Opte pela opção padrão (*Standalone License*).

Figura 1.12 - Instalação do RobotWare.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Por último, deve-se instalar o controlador RobotWare, Figura 1.12. Confirme, pressionando Sim.

13

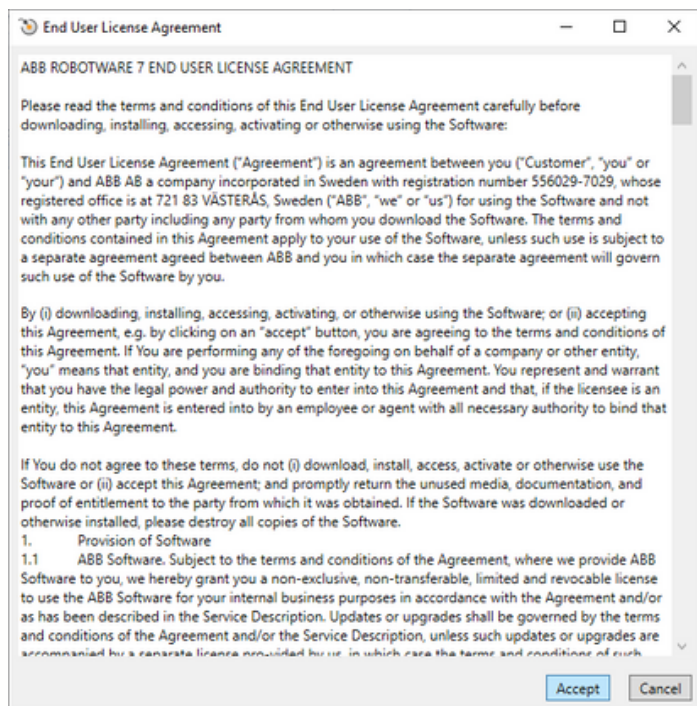
O ambiente do RoboStudio será aberto e será necessário a instalação do sistema operacional do controlador. Clique no Controlador RobotWare for IRC5 da Figura 1.13.

Figura 1.13 - RobotWare for IRC5.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Figura 1.14 - Termos da licença.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Aceite os termos da licença e o processo é finalizado, Figura 1.14.

14

Figura 1.15 - Ícone do RobotStudio 2021.



Dê um duplo clique no ícone do RobotStudio 2021, Figura 1.15. Pronto, vamos iniciar o RobotStudio!

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

15

02

2. ABRIR E SIMULAR UM AMBIENTE DE TRABALHO



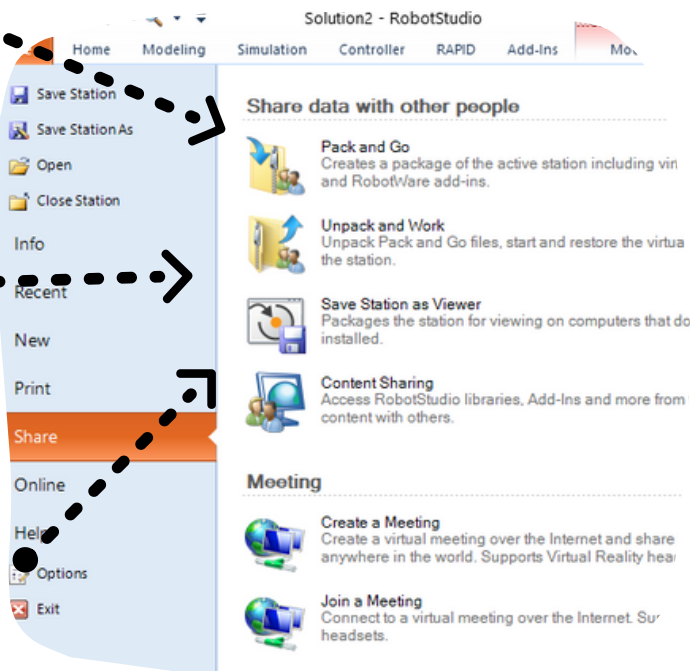
Vamos abrir e simular um ambiente de trabalho no RobotStudio. O RobotStudio disponibiliza três opções principais, Figura 2.1.

Pack and Go - Permite exportar todo o ambiente de trabalho em um único arquivo comprimido.

Unpack and work - Permite abrir e trabalhar em um ambiente de trabalho salvo em Pack and Go.

Save Station as Viewer - Permite salvar a estação com simulações que tenham sido executadas, permitindo visualizar as soluções em computadores que não tenham instalado o RobotStudio.

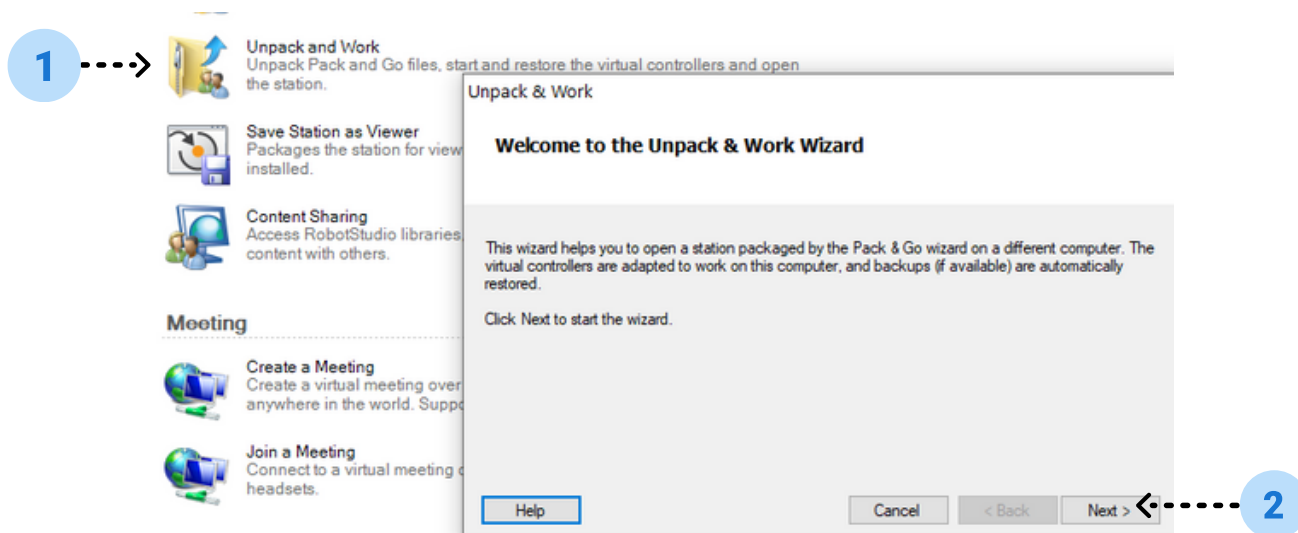
Figura 2.1 - Opções para abrir ou simular.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

As próximas etapas demonstram como proceder para abrir uma simulação existente no RobotStudio. Para isso, acesse: **File -> Share -> UnPack and work** e clique em **Next**, Figura 2.2.

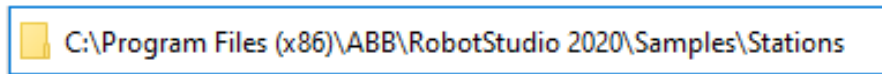
Figura 2.2 - Abrir uma simulação.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Acesse a pasta de arquivos, Figura 2.3.

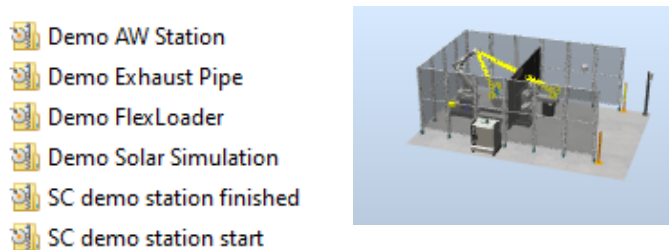
Figura 2.3 - Caminho do Samples.



Fonte: Própria.

Na pasta Stations vocês encontrarão 6 opções. Escolha a primeira, Figura 2.4.

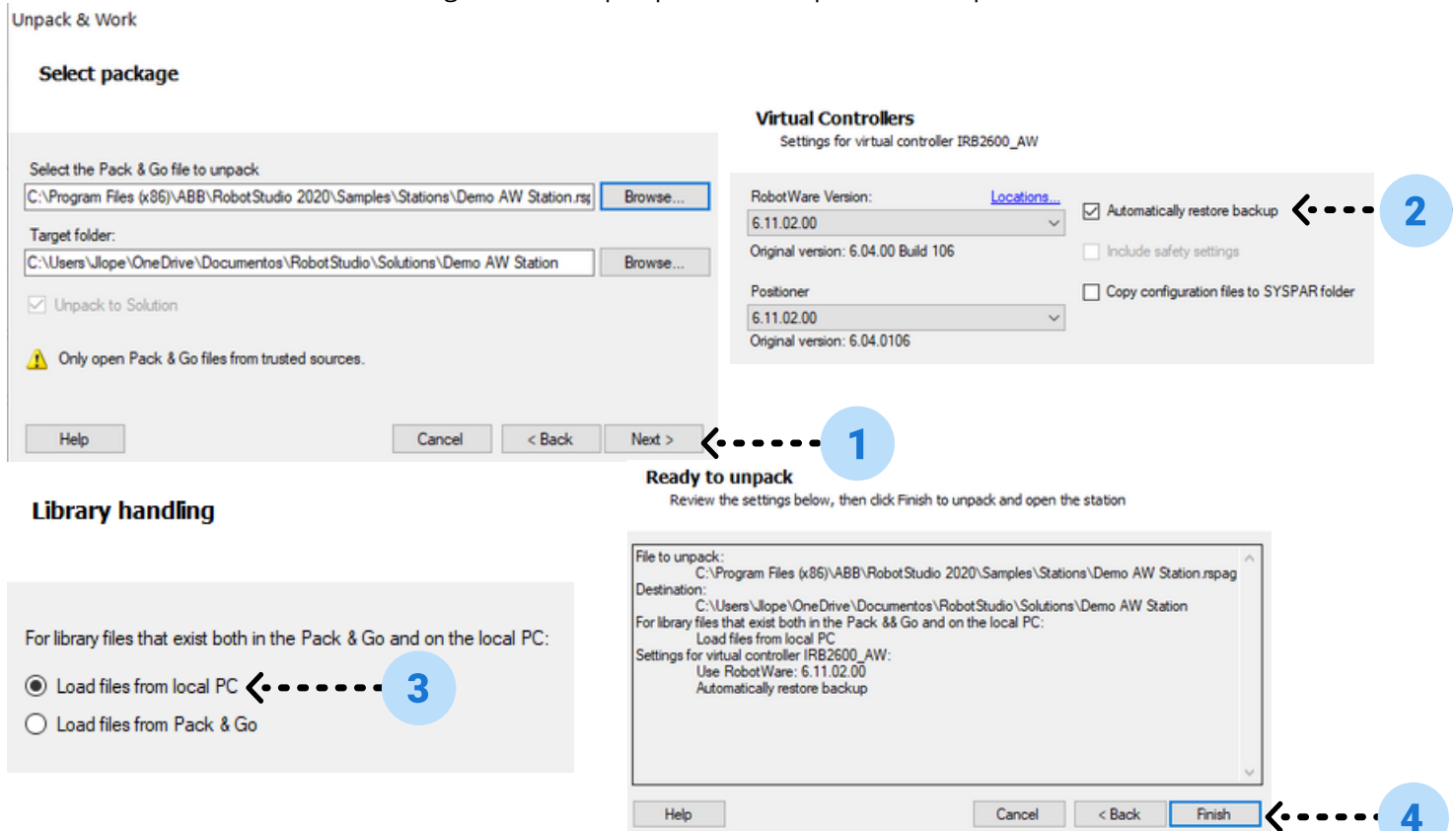
Figura 2.4 - Pasta dos Samples.



Fonte: Própria.

Em seguida, confirme as etapas seguintes, Figura 2.5.

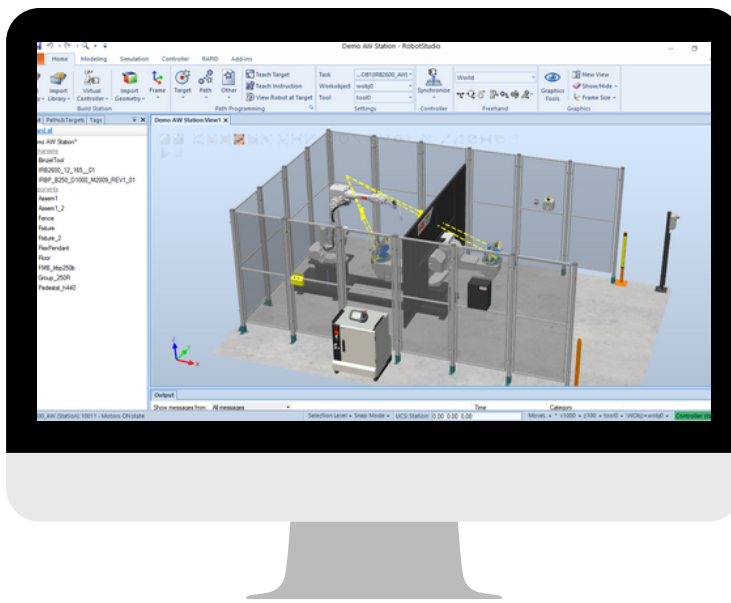
Figura 2.5 - Etapas para descompactar o sample.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

A Figura 2.6 apresenta a simulação na estação de trabalho.

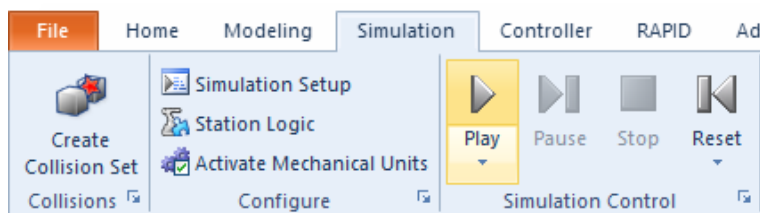
Figura 2.6 - Simulação aberta.



Fonte: Própria.

Para iniciar a simulação do sistema, escolha no menu a opção **Simulation** e pressione a opção **Play** em Simulation Control, Figura 2.7. Navegue pelo ambiente utilizando o mouse. Para sair do ambiente. Clique no menu File e em seguida na opção Close.

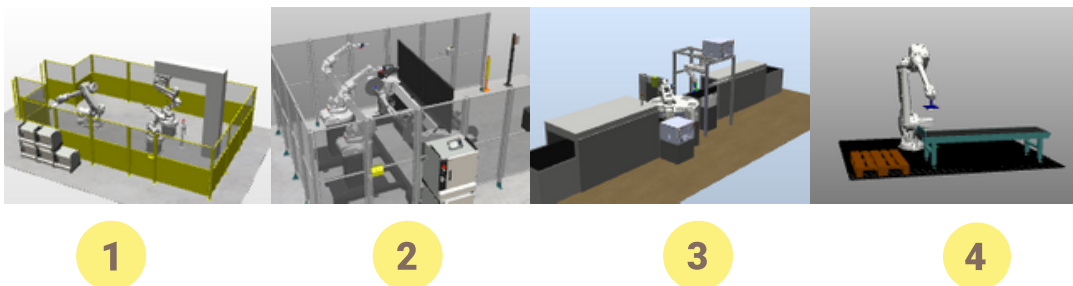
Figura 2.7 - Iniciando a simulação.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Questão 1. Descubra o que faz cada sample numerado abaixo e explique o seu funcionamento.



03

A yellow industrial robotic arm is shown in the process of welding a metal component, with bright sparks flying from the point of contact. In the foreground, a person's hand is visible, holding a tablet computer that displays a control interface with various charts and data. The background is a blurred industrial setting.

3. CRIAR AMBIENTES DE
TRABALHO

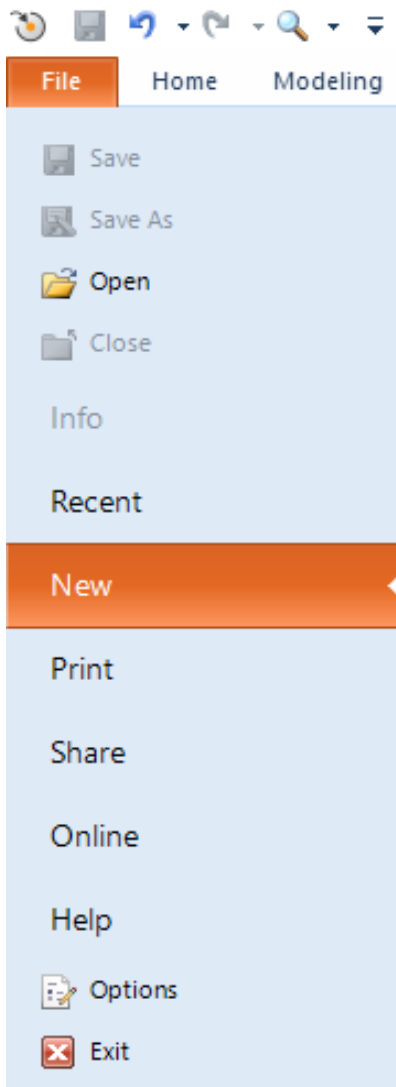
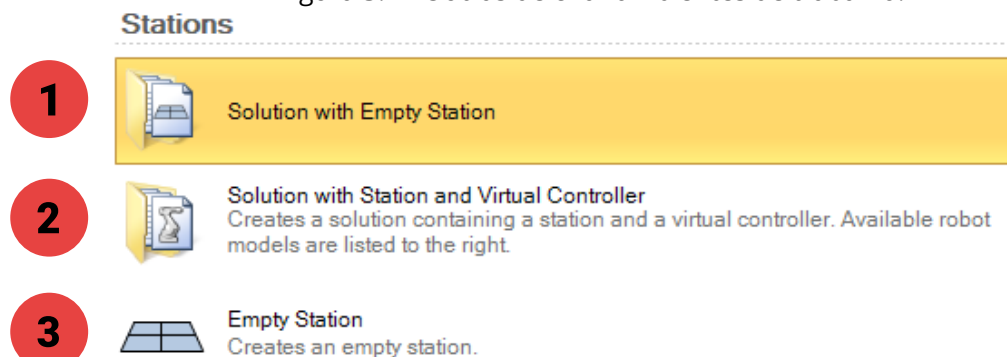


Figura 3.1 - Outras de criar ambientes de trabalho.



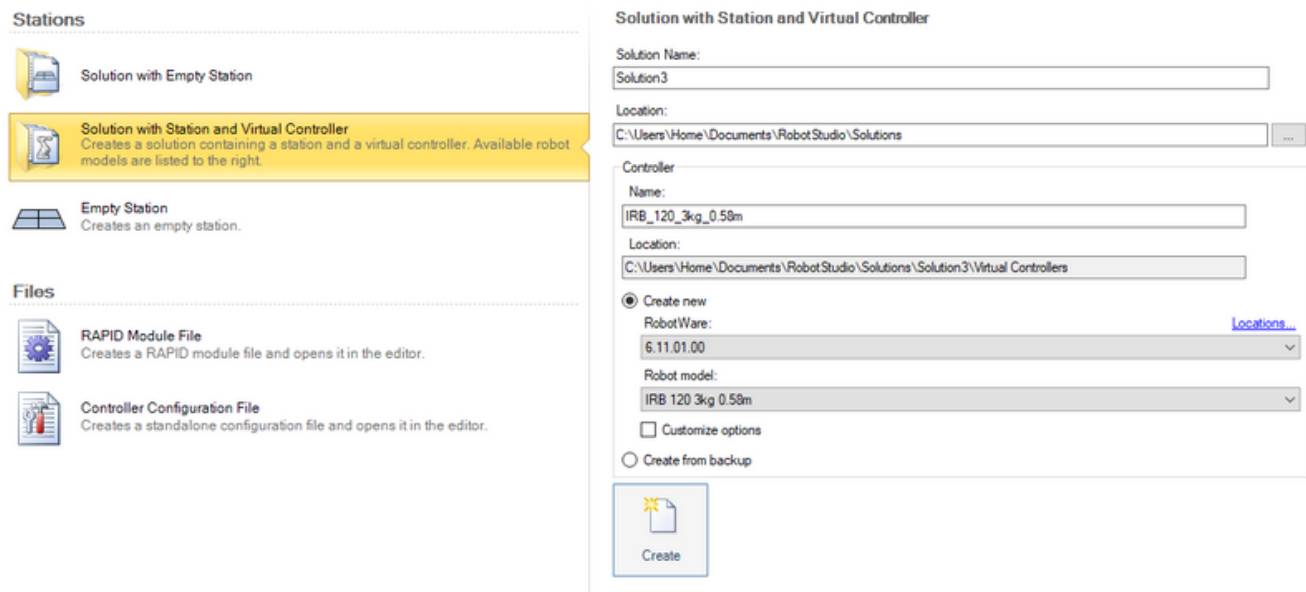
Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

A primeira opção "**Solution with Empty Station**", Figura 3.1. Cria um ambiente novo vazio. Nesse caso, deve-se depois inserir o Robô Manipulador e o Controlador.

A segunda opção "**Solution with Station and Robot Controller**", Figura 3.1. Cria um ambiente novo com o modelo do Robô Manipulador e o Software do Controlador, Figura 3.2.

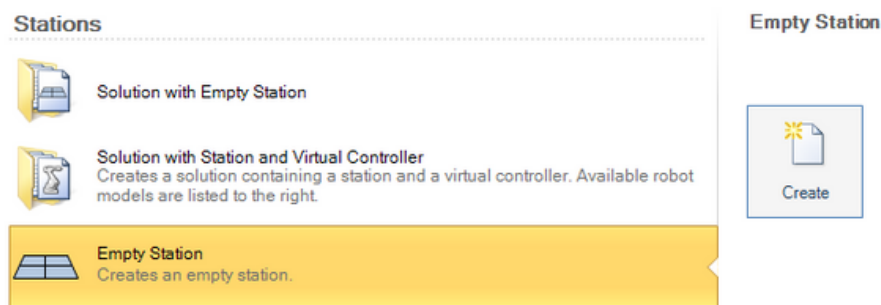
Figura 3.2 - Estação com Robô manipulador e o controlador.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Já a terceira opção, Figura 3.1, "**Empty Station**" cria um ambiente novo de trabalho completamente vazio, Figura 3.3.

Figura 3.3 - Estação vazia.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

DICA!

A opção escolhido neste guia é a segunda opção, pois já contempla o software do controlador de acordo com o Robô Manipulador escolhido.

De acordo com a dica a segunda opção "**Solution wit Station and Robot Controller**" é escolhida para iniciar o ambiente de trabalho, Figura 3.4. Verifica-se as opções de configuração para criar o ambiente.

Figura 3.4 - Parâmetros de configuração.

Solution with Station and Virtual Controller

Solution Name: Nome da aplicação

Location: Local onde serão guardados os arquivos

Controller

Name: Depois de escolhido o modelo do robô pode alterar o nome nesse campo

Location:

Create new

RobotWare: Software do Controlador

Robot model: Modelo do Robô Manipulador

Customize options

Create from backup

Clique no botão "Create"

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Se tudo estiver correto, a tela da Figura 3.5 aparecerá para escolher a opções do manipulador. Quando aparecer duas opções: escolha a primeira.

Figura 3.5 - Opções do manipulador industrial.

Select library for '120_0.58_3 (ROB_1)'

There are multiple libraries of the type '120_0.58_3 (ROB_1)'. Please select a library file to load:

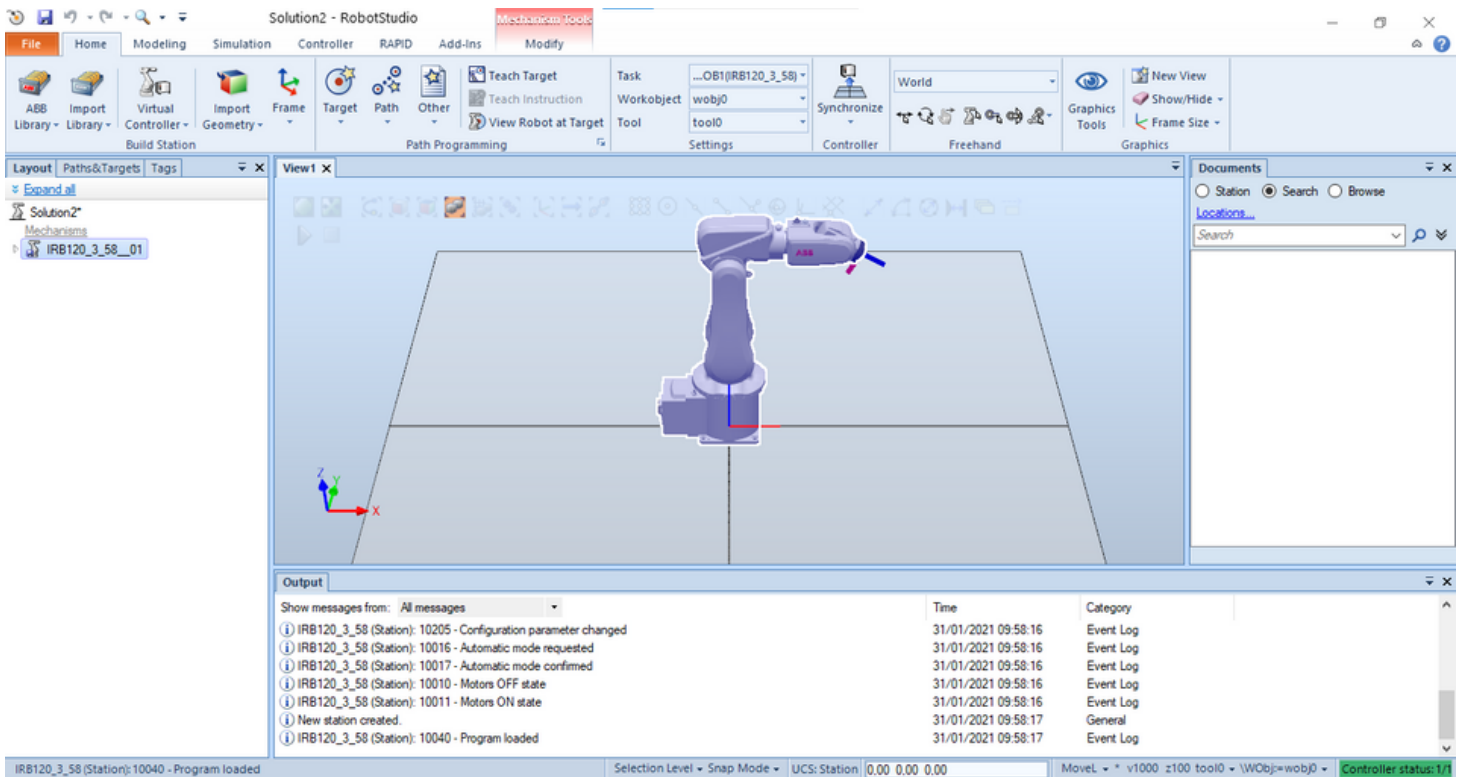
Name
IRB120_3_58_G_01
IRB120T_3_58_G_01

Or select an existing library from the station:

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

A Figura 3.6 apresenta a janela com o manipulador ao centro.

Figura 3.6 - Ambiente de trabalho com o manipulador industrial.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

3.1 MANIPULANDO O ROBÔ NA ÁREA DE TRABALHO

1. Selecionar objetos

Clique no item para selecionar e para selecionar vários itens, pressione a tecla CTRL ao clicar em novos itens.

2. Movimentos de Rotação

Pressione CTRL + SHIFT + o botão do mouse esquerdo enquanto arrasta o mouse para girar a estação.

3. Mover o área de Trabalho

Pressione CTRL + o botão do mouse esquerdo enquanto arrasta o mouse para a área de trabalho.

4. Zoom na área de Trabalho

Pressione CTRL + o botão do mouse direito enquanto arrasta o mouse para a esquerda para diminuir o zoom. Arrastando para a direita amplia.

Pressione SHIFT + o botão do mouse direito enquanto arrasta o mouse pela área para ampliar.



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Explique as três formas de criar um ambiente com o RobotStudio.

Questão 2. Explique as funcionalidades do Pack and Go, Unpack and work e Save Station as Viewer.

Questão 3. Explique a ação ocorrida com o ambiente de trabalho quando executados os movimentos abaixo com o mouse e o teclado.

- a. Pressione CTRL + SHIFT + o botão do mouse esquerdo
- b. Pressione CTRL + o botão do mouse esquerdo
- c. Pressione CTRL + o botão do mouse direito
- d. Pressione SHIFT + o botão do mouse direito

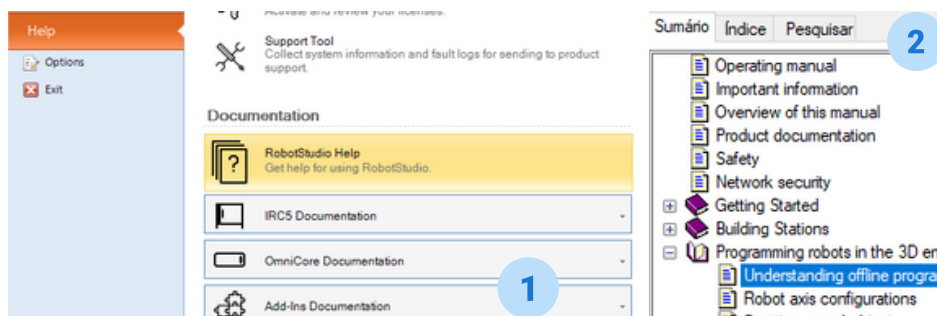
04

4. SISTEMA DE COORDENADAS



Há 5 formas de representar o referencial em um manipulador industrial na programação **Offline**. Acesse a ajuda do RobotStudio. Clique em **File -> Help -> RobotStudio Help**, Figura 4.1.

Figura 4.1- (1) Acessando o Help e em (2) Programming robots.



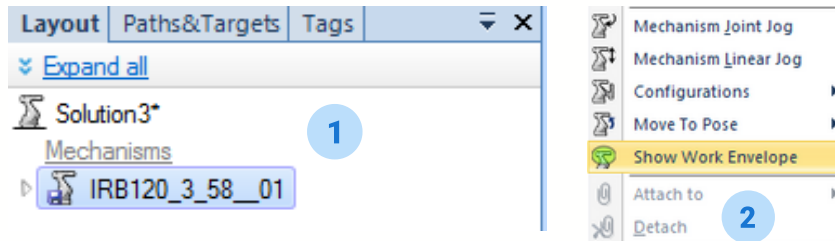
Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Com o help aberto do RobotStudio. Clique em **Programming robots in the 3D environment** e **Understanding offline programming**.

- 1 **Tool Center Point Coordinate System (TCP):** O sistema de coordenadas de ponto central da ferramenta, também chamado de TCP, é o ponto central da ferramenta. Você pode definir diferentes TCPs para um robô. Todos os robôs têm um TCP predefinido no ponto de montagem da ferramenta do robô, chamado tool0.
- 2 **Base Coordinate System (BF):** O sistema de coordenadas base é chamado de Quadro base (BF). Cada robô na estação, tanto no RobotStudio quanto no mundo real tem um sistema de coordenadas base que está sempre localizado na base do robô.
- 3 **Task Coordinate System (TF):** Este referencial é definido relativamente ao referencial anterior.
- 4 **World Coordinate system (RS-WCS):** O sistema de coordenadas que representa toda a estação ou célula robô. Este é o topo da hierarquia à qual todos os outros sistemas de coordenadas estão relacionados - RS-WCS (World coordinate system in RobotStudio).
- 5 **Workobject coordinate system (Wobj):** É um referencial auxiliar que pode servir de base a outro referencial facilitando a especificação de pontos com base a objetos existentes.

O Espaço ou volume de trabalho é a região que o manipulador pode alcançar ou realizar as operações de rotações e translações. Ou seja, o espaço que o manipulador pode atingir com a sua garra ou efetuator.

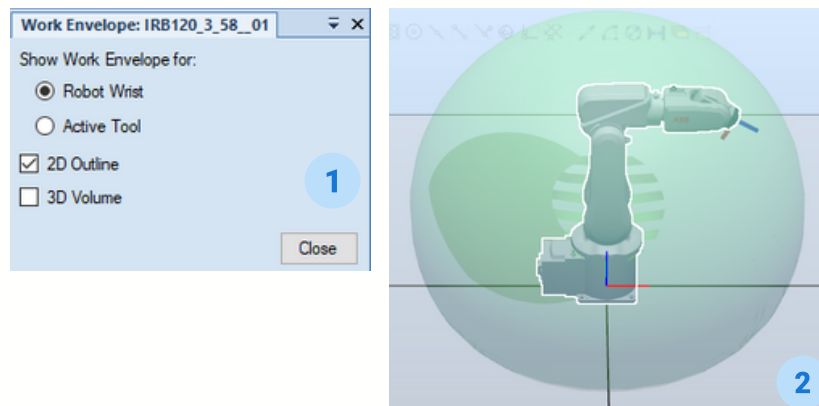
Figura 4.2- Layout (1) e Show Work Envelope (2).



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Para visualizar o espaço de trabalho do manipulador escolhido no projeto. Clique na aba **Layout** e com o botão direito do mouse no robô **IRB120_3_58_01**, Figura 4.2 (1). Em seguida clique na opção **Show Work Envelope**, Figura 4.2 (2).

Figura 4.3 - Opção do espaço de trabalho com pulso ou ferramenta (1) e espaço de trabalho no robô industrial (2).



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Após selecionada a opção **Show Work Envelope**, a janela da Figura 4.3 (1) aparece com duas opções: 2D ou 3D para visualizar o espaço de trabalho do manipulador podendo escolher as opções pulso ou ferramenta. Na Figura 4.3 (2) o resultado no Robô manipulador.



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Clique com o botão direito do mouse na área de trabalho e descreva todas as seis orientações possíveis.

Questão 2. Quais são os passos para visualizar o Espaço de trabalho do manipulador.

Questão 3. Explique o significado de TCP.

05

5. CONHECENDO O FLEXPENDANT

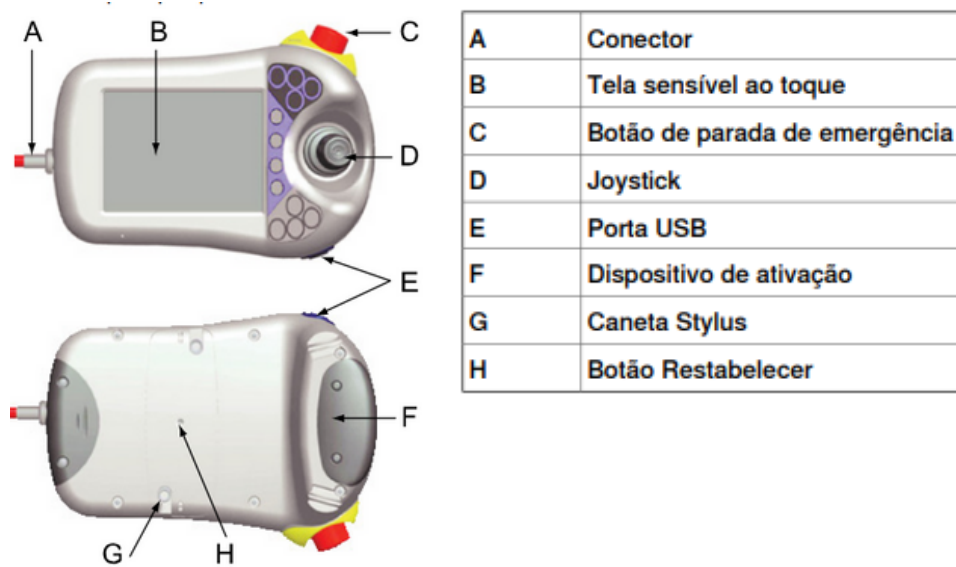


5. CONHECENDO O FLEXPENDANT

O FlexPendant (ocasionalmente denominado TPU ou unidade de programação) é uma unidade de operador portátil usada para efetuar muitas das tarefas envolvidas na operação de um sistema de robô: executar programas, manobrar o manipulador, modificar os programas do robô etc.

O FlexPendant está desenhado para um funcionamento continuado em um ambiente industrial exigente. A tela sensível ao toque é fácil de limpar e resistente à água, óleo e salpicos acidentais de solda. A Figura 5.1 descreve as partes do FlexPendant.

Figura 5.1- Partes do FlexPendant.

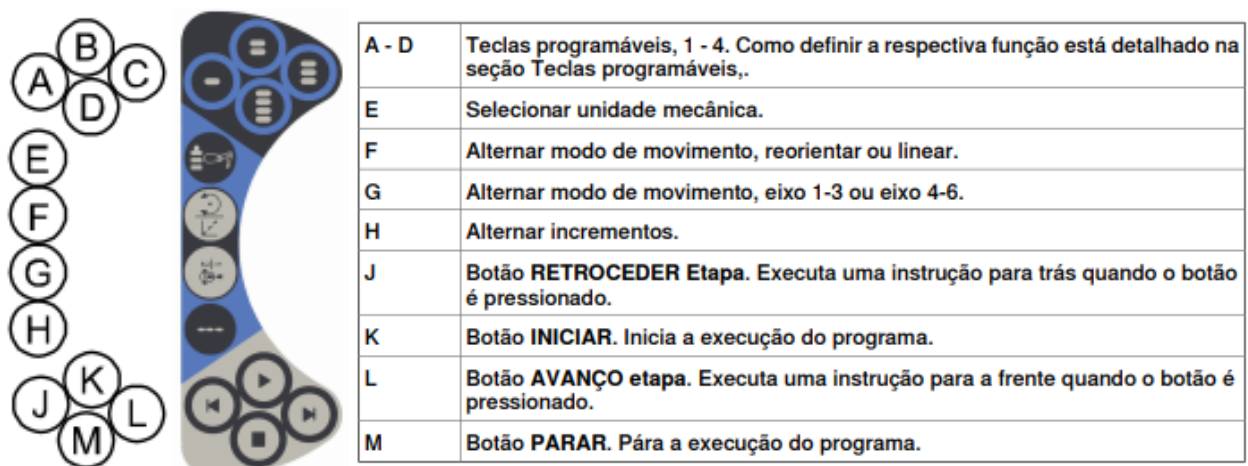


Fonte: Ajuda do RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

Na Figura 5.2 descreve as funcionalidades dos botões do FlexPendant.

Figura 5.2 - Funcionalidades dos botões do FlexPendant.



Fonte: Ajuda do RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

5. CONHECENDO O FLEXPENDANT

1. Vamos adicionar o Flex Pendant. Clique na aba Controller, Figura 5.3 e no ícone abaixo.

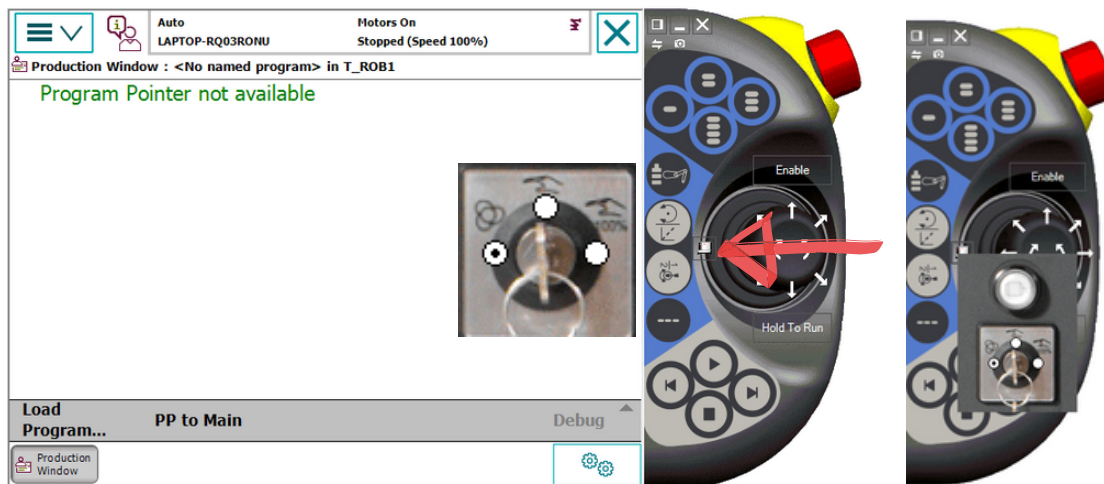
Figura 5.3 - Acesso ao FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

2. Abre-se então o Virtual Flex Pendant, Figura 5.4.

Figura 5.4 - Modo de operação do FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

3. Na seta altera-se o modo de funcionamento do robô, Figura 5.4. com as seguintes opções: Modo Automático, modo manual com velocidade reduzida e modo manual 100%. Vamos alterar para o modo manual com velocidade reduzida para poder realizar os movimentos no robô. A figura 5.5 observamos duas ações: o modo Auto ativo e na outra o modo manual ativo e os motores são alterados de Motors On para Guard Stop.

Figura 5.5- Visualização dos modos ativos: Auto e Manual no FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

5. CONHECENDO O FLEXPENDANT

4. Pressiona-se o botão **Enable** para ligar os motores, Figura 5.6.

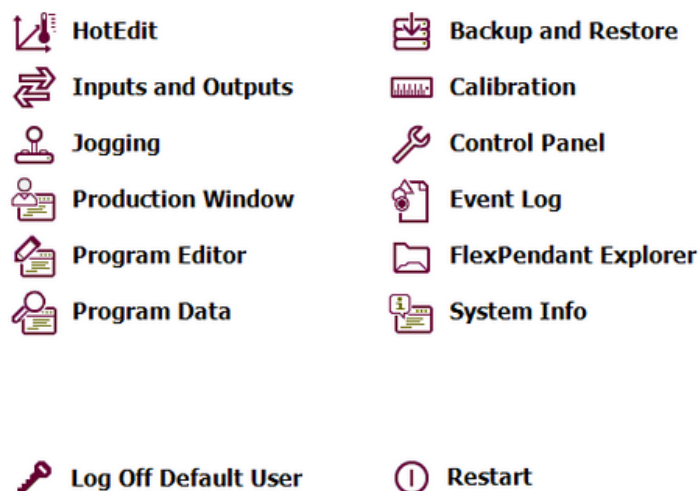
Figura 5.6- Detalhe aumentado do botão Enable no FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

5. Clicando no menu. Observamos as opções do Flex Pendant, Figura 5.7.

Figura 5.7- Menu do FlexPendant.



O menu QuickSet oferece acesso fácil para alterar as propriedades e exibir as funcionalidades.

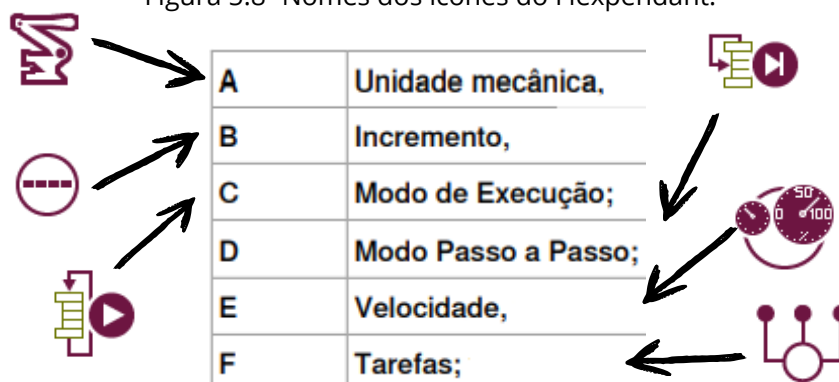
Ao clicar no botão do menu será exibido as propriedades correspondentes.

O botão do menu Quickset exibe a unidade mecânica selecionada no modo manual e no modo de movimento é exibido o tamanho do incremento.

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

A Figura 5.8 descreve os ícones das funcionalidades do FlexPendant.

Figura 5.8- Nomes dos ícones do Flexpendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

5.1 JANELAS

Ao abrir o FlexPendant observamos a seta na Figura 5.9. Vamos apreender a navegar entre as janelas abertas e fechar.

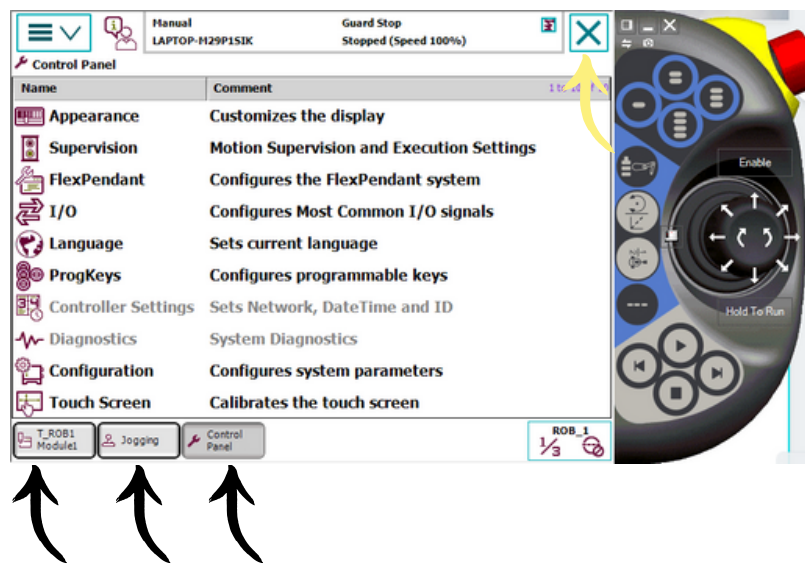
Figura 5.9 - Acesso ao menu do FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Entre no menu superior, ou seja, clique onde esta a seta azul na Figura 5.9. Abra o editor de programa, clique em jogging e depois no Painel de Controle e observe as setas em pretas na parte inferior da janela do FlexPendant, Figura 5.10. Ao clicar você irá para a tela aberta. Para fechar a janela, você deve clicar no X no canto superior onde está a seta amarela.

Figura 5.10 - Visualização das janelas abertas no FlexPendant.







Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Identifique qual a funcionalidade de cada letra A, B, C, D, E e F.

- a)  b)  c)  d)  e)  f) 

06

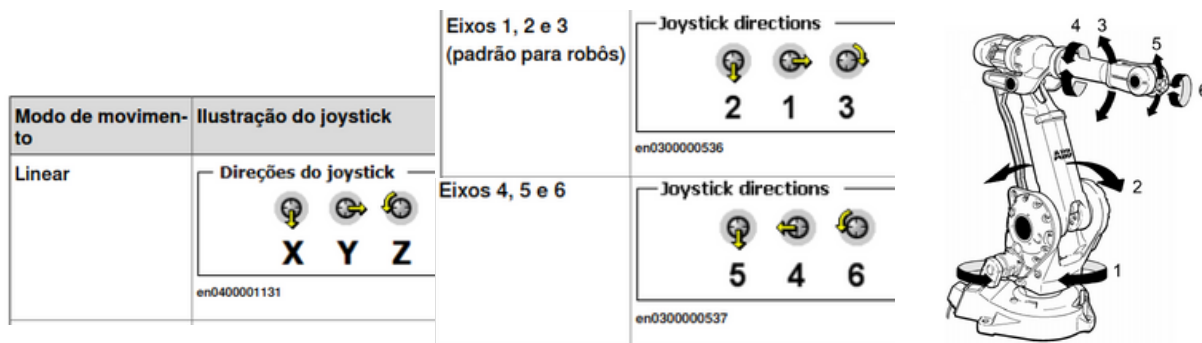
6. CRIANDO UM PROGRAMA



6. CRIANDO UM PROGRAMA

Os eixos de um manipulador genérico de seis eixos podem ser manobrados manualmente utilizando o joystick do FlexPendant.

Figura 6.1 - Movimentos do Robô manipulador pelo FlexPendant.



Fonte: Ajuda do RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Para criar um programa devemos aprender a manobrar os eixos nas seguintes maneiras.

- Movimenta os eixos 1, 2 e 3, Figura 6.2;

Figura 6.2 - Movimenta os eixos 1, 2 e 3.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

- Movimenta os eixos 4, 5 e 6, Figura 6.3;

Figura 6.3 - Movimenta os eixos 4, 5 e 6.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

- Movimento Linear, Figura 6.4;

Figura 6.4 - Movimento Linear.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

- Movimento Reorienta, Figura 6.5.

Figura 6.5 - Movimento Reorienta.

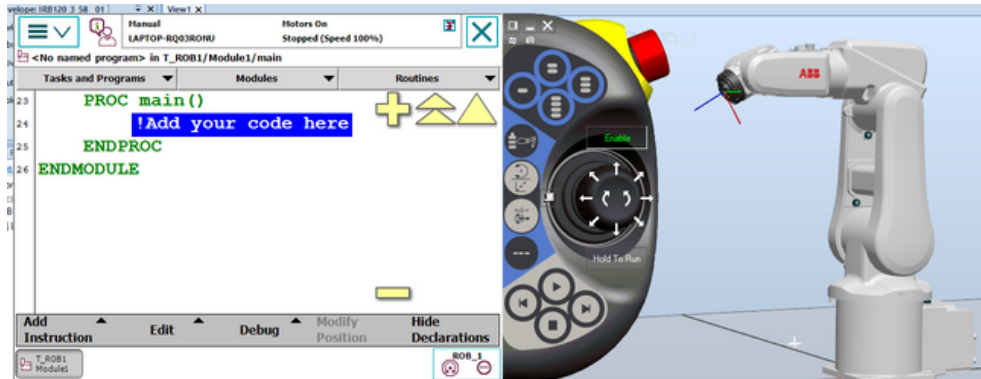


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

6. CRIANDO UM PROGRAMA

Vamos criar um programa. Devemos colocar o manipulador na posição inicial, Figura 6.6. Em seguida entrar no modo de edição de programa clicando no menu e em seguida Program Editor com o FlexPendant, Figura 6.6.

Figura 6.6 - Editor RAPID do FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Utilizando o joystick deslocaremos as juntas para mudar a sua posição inicial, Figura 6.7.

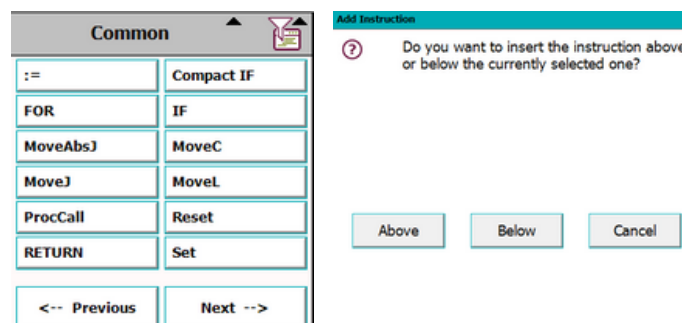
Figura 6.7 - Manipular com o Joystick.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Em seguida, clique em **Add Instruction** e adicione a instrução **MOVL** de acordo com a Figura 6.8. Depois aparece uma janela perguntando se a instrução deve ser inserida na linha abaixo ou em cima. Escolha **Below** (abaixo).

Figura 6.8 - Editor RAPID do FlexPendant.



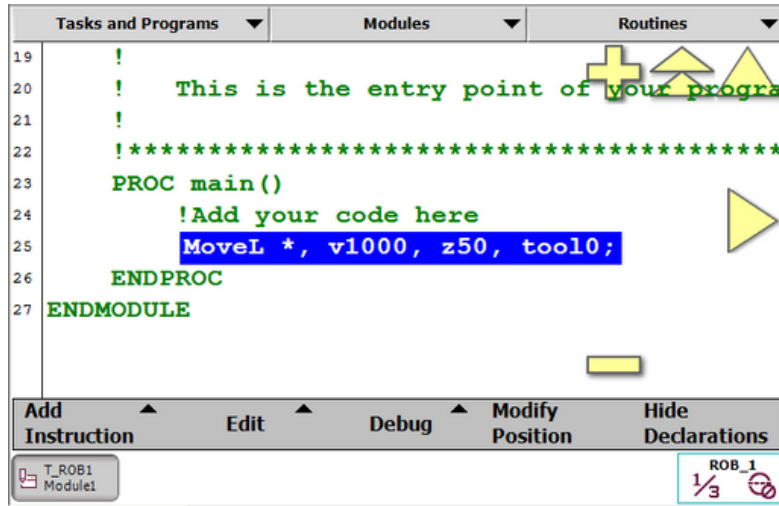
Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

6. CRIANDO UM PROGRAMA

A tela seguinte no Flex Pendant aparecerá uma linha com o seguinte código, Figura 6.9:

MOVEL *, v1000, z50, tool0

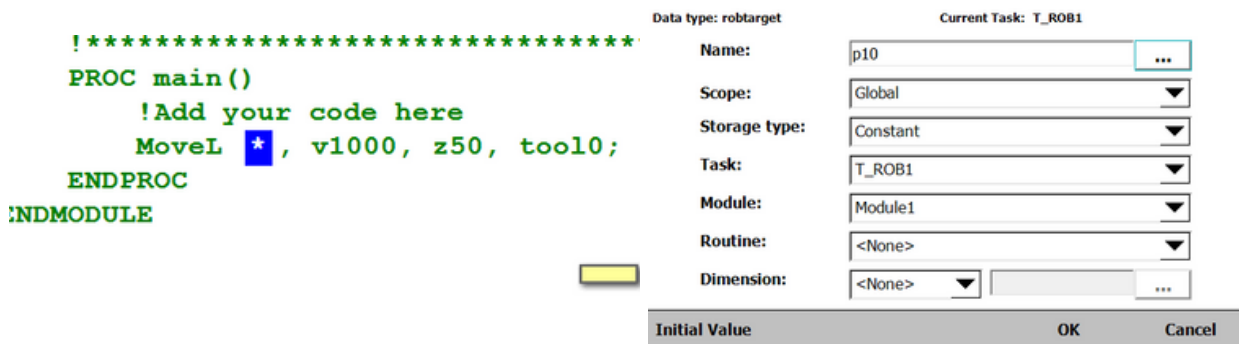
Figura 6.9 - Instrução MoveL do RAPID.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Este é um movimento linear composto pela posição representado pelo *****, em seguida a velocidade **v1000**, a zona de aproximação **z50** e por último a sua ferramenta **tool0**. Agora vamos definir a posição clicando duas vezes no ***** e clicando em **New** e confirma em **OK**, Figura 6.10.

Figura 6.10 - Editando a posição inicial no FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Em seguida, realizaremos os movimentos e adicionaremos as posições e automaticamente ele adiciona as posições em sequência.

6. CRIANDO UM PROGRAMA

A Figura 6.11 mostra o código no Flex Pendant com o ponto adicionado **P10**.

Figura 6.11 - Instrução MoveL com o ponto p10.

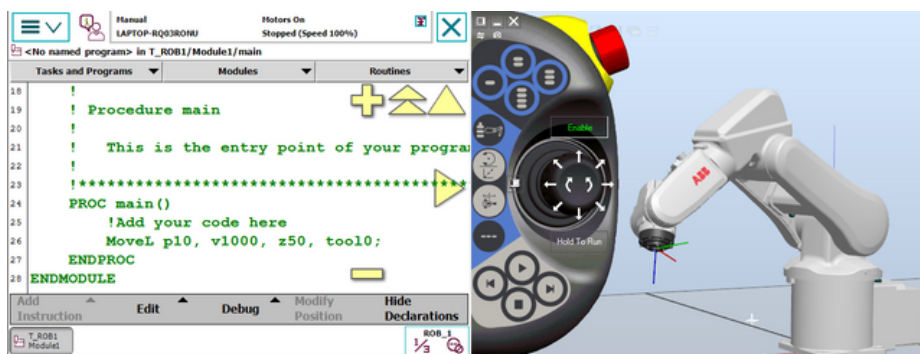
```
PROC main()
  !Add your code here
  MoveL p10, v1000, z50, tool0;
ENDPROC
```

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

Com a nova posição do manipulador deve-se gravar a posição no código para que o robô execute o movimento, Figura 6.12.

Figura 6.12 - Posição inicial no FlexPendant para teste.

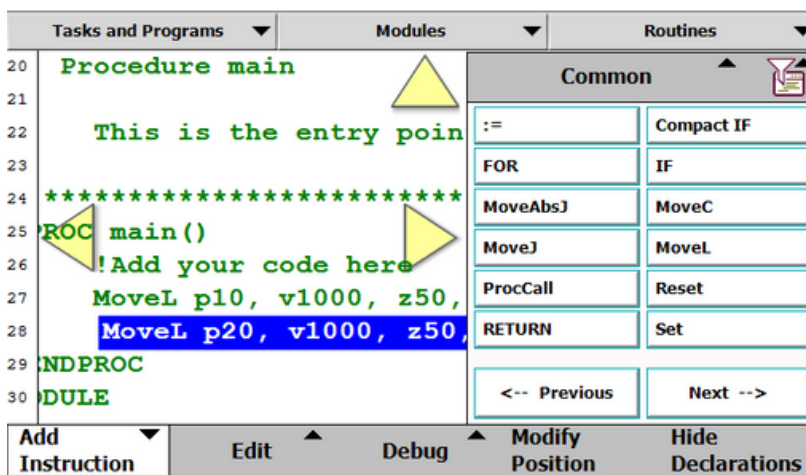


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

Para adicionar mais instruções de movimento clica em **Add Instruction** e no comando **MOVL** que automaticamente a posição é adicionada e a linha com o código também, Figura 6.13.

Figura 6.13 - Adicionando instruções de movimento no FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

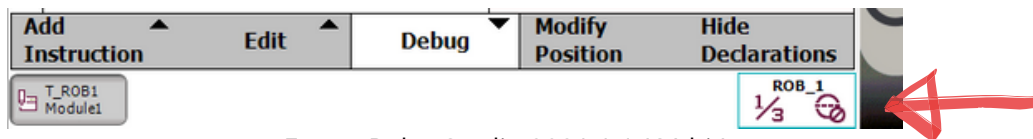
Versão 21.1.9393.1

Para ver a execução clica no botão **DEBUG** em **PP to main** no Flex Pendant e no botão **Play**.

6. CRIANDO UM PROGRAMA

Podemos mudar o modo de operação de programação: Single Cycle ou Continuous. Para isso, deve-se clicar inferior indicado pela seta, Figura 6.14.

Figura 6.14 - Modo de operação de programação no FlexPendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Aparece as opções da Figura 6.15:

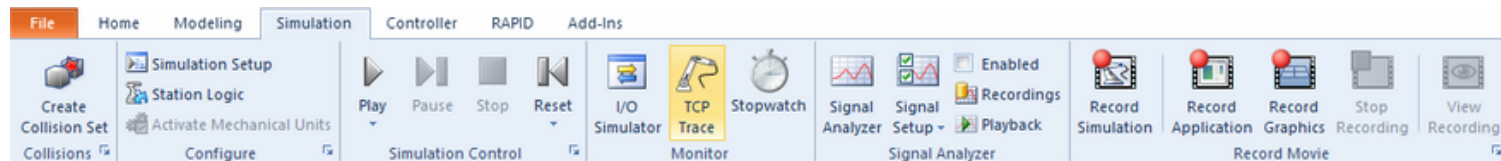
Figura 6.15 - Opções de configuração no FlexPendant.

- (A) - Unidade mecânica;
- (B) - Incremento;
- (C) - Modo de Execução;
- (D) - Modo passo a passo;
- (E) - Velocidade;
- (F) - Tarefas.

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Observa-se na Figura 6.15 a opção **C** podemos alterar o modo de execução do programa de contínuos para ciclo único. A opção **E** serve para alterar a velocidade dos movimentos 0, 25, 50 e 100%. Vamos habilitar o TCP Trace em Simulation e clica no botão abaixo da Figura 6.16.

Figura 6.16 - Aba Simulation botão TCP Trace.



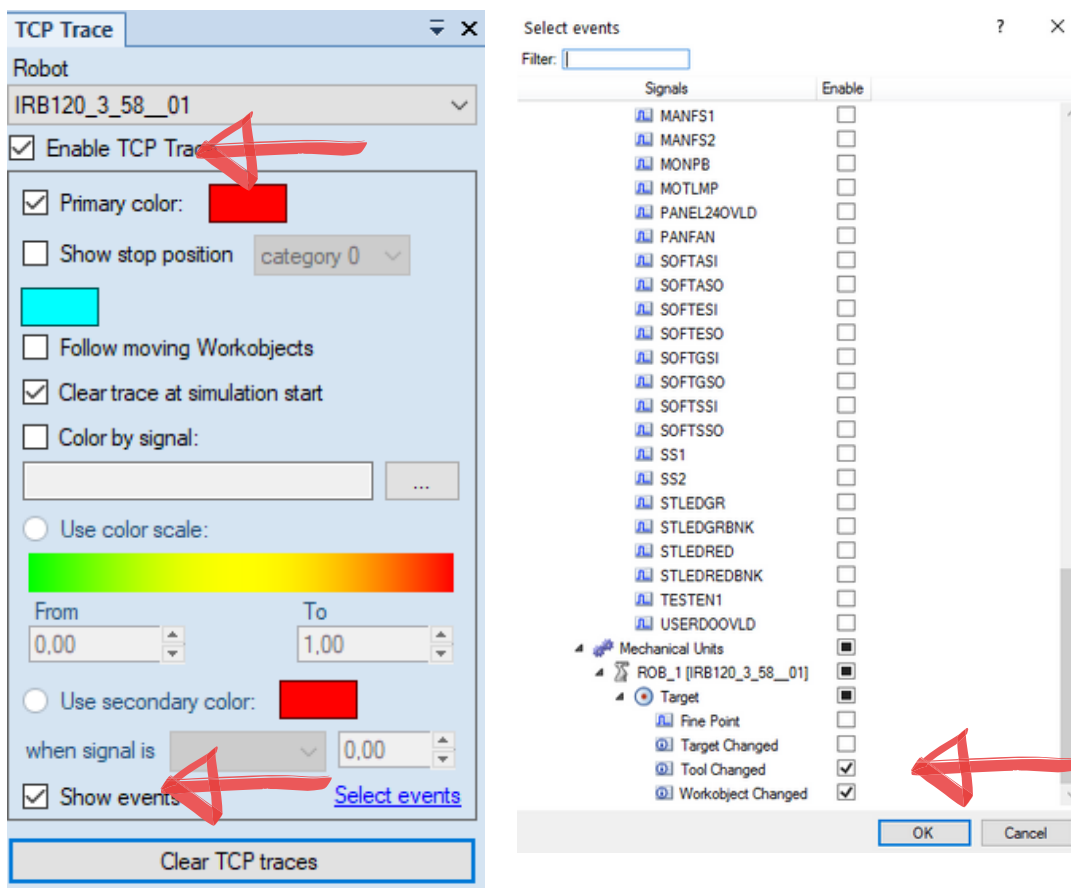
Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Esse recurso o TCP Trace possibilita ver o rastro do movimento com o Flex Pendant ou não.

6. CRIANDO UM PROGRAMA

Ao habilitar a função TCP Trace a janela abaixo com a opção Enable TCP Trace deve ser marcada e há opção Show events e quando habilitado aparece a janela dos eventos que podem ser rastreados. Marque todos com o botão Enable.

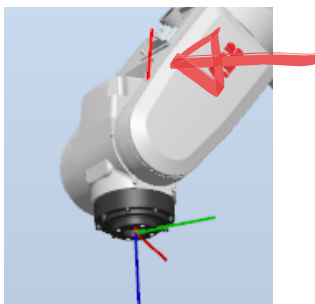
Figura 6.17 - Parâmetros do TCP Trace.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Em seguida, inicie novamente a simulação com o botão Play no Flex Pendant e observe o rastreo dos movimentos.

Figura 6.18 - Frame do TCP Trace.

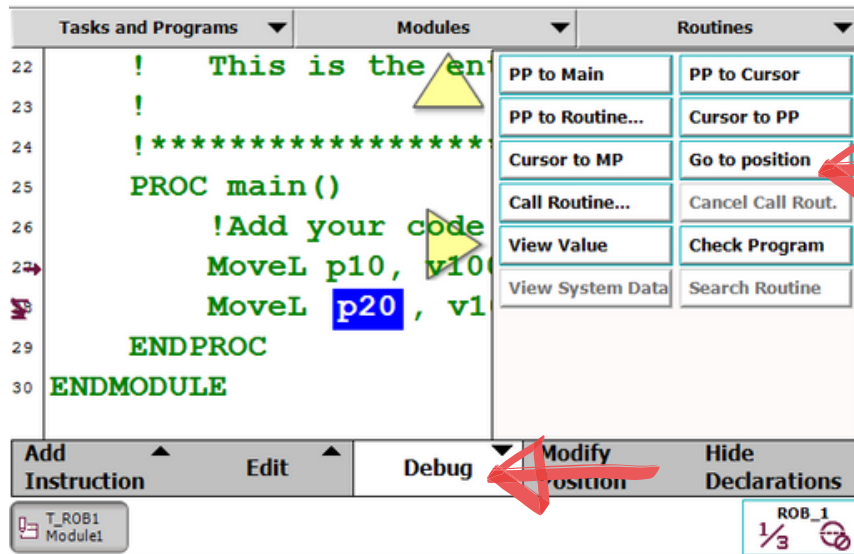


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

6. CRIANDO UM PROGRAMA

Adicionando linhas de código ao programa. Para isso, deve-se ir para a última linha do código e adicionar o movimento desejado.

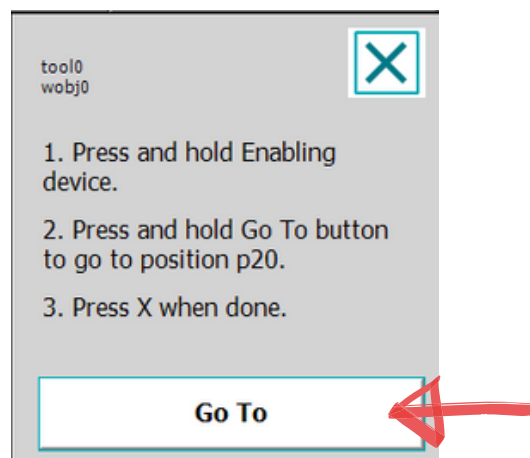
Figura 6.19 - Função Go to position.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

DICA: Observar se os motores estão em ligados e a chave esta no modo manual. A Figura 6.20 aparece para que você pressione o botão Go To e o robô mova-se até a posição desejada.

Figura 6.20 - Executar a função Go to position.

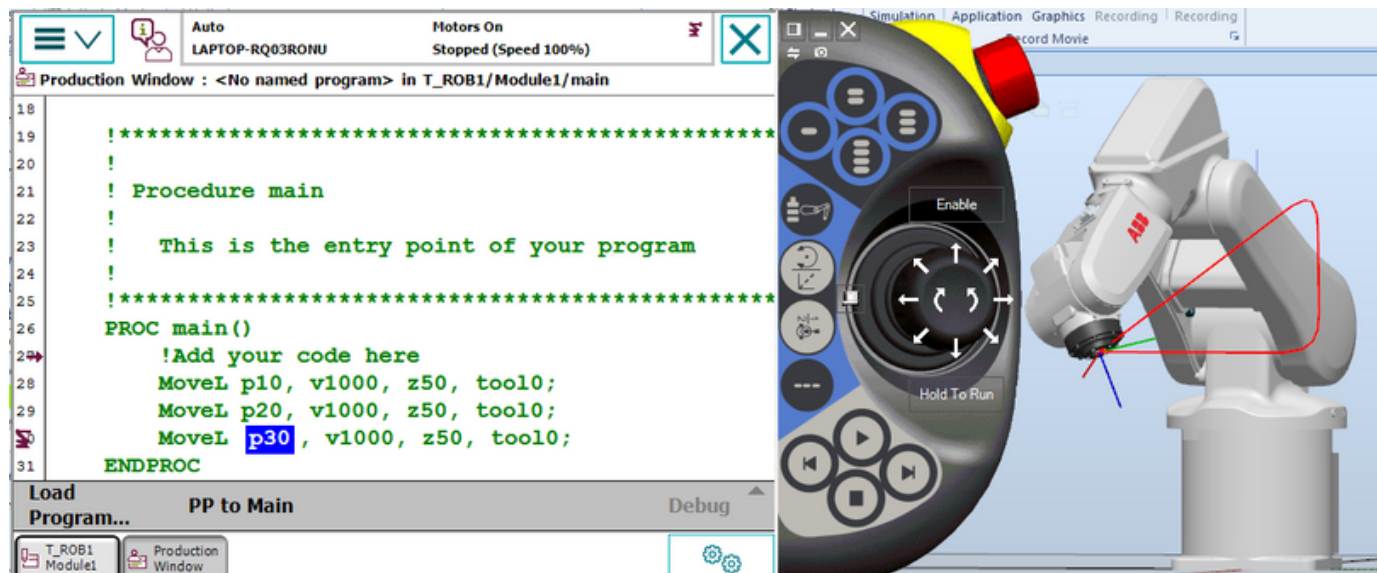


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

6. CRIANDO UM PROGRAMA

Podemos observar a linha em vermelho descrevendo o movimento do manipulador na forma de triângulo.

Figura 6.21 - Execução do código RAPID.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

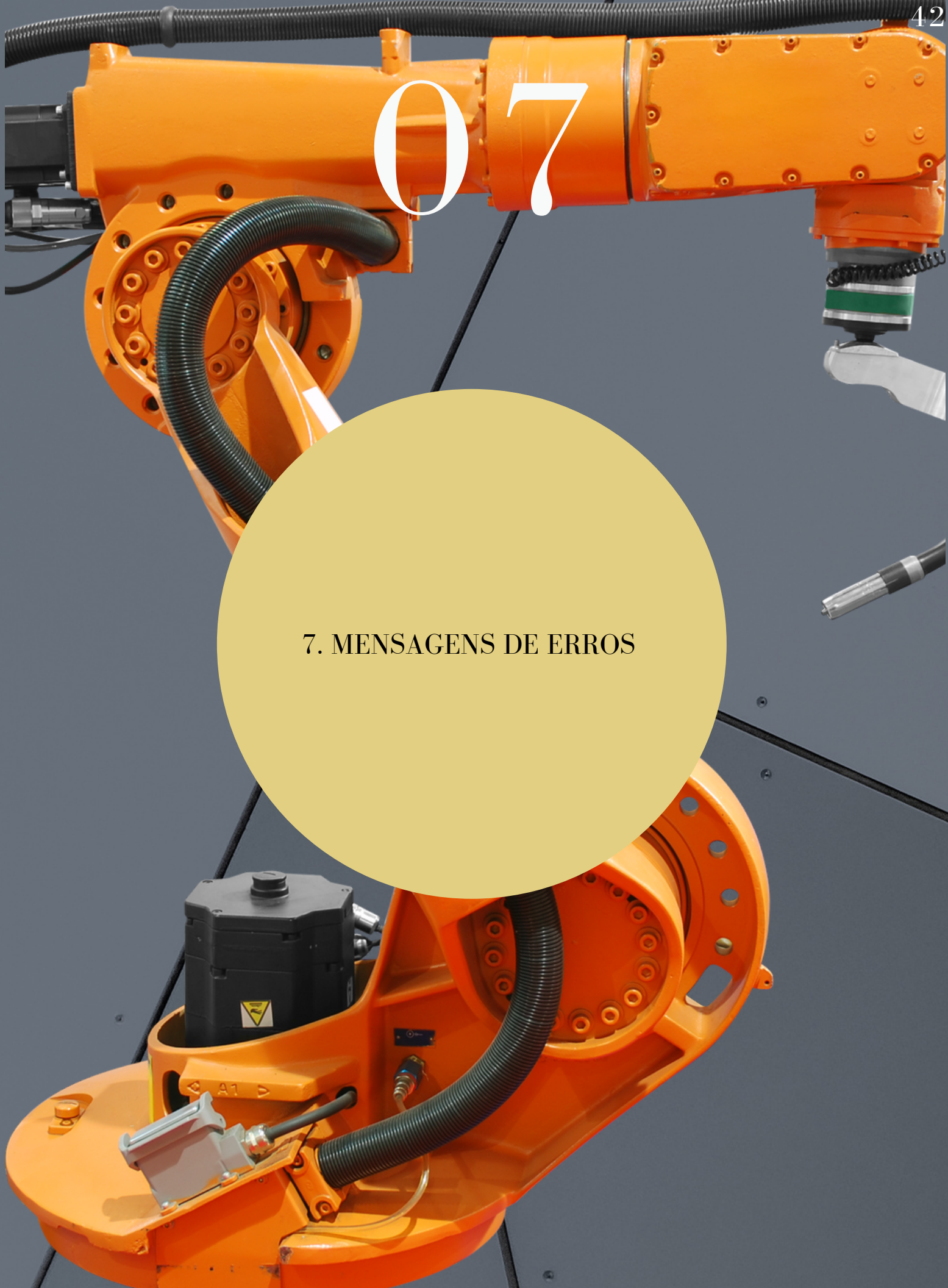


Questão 1. Crie um programa para desenhar um retângulo com a função TCP Trace ativo.



07

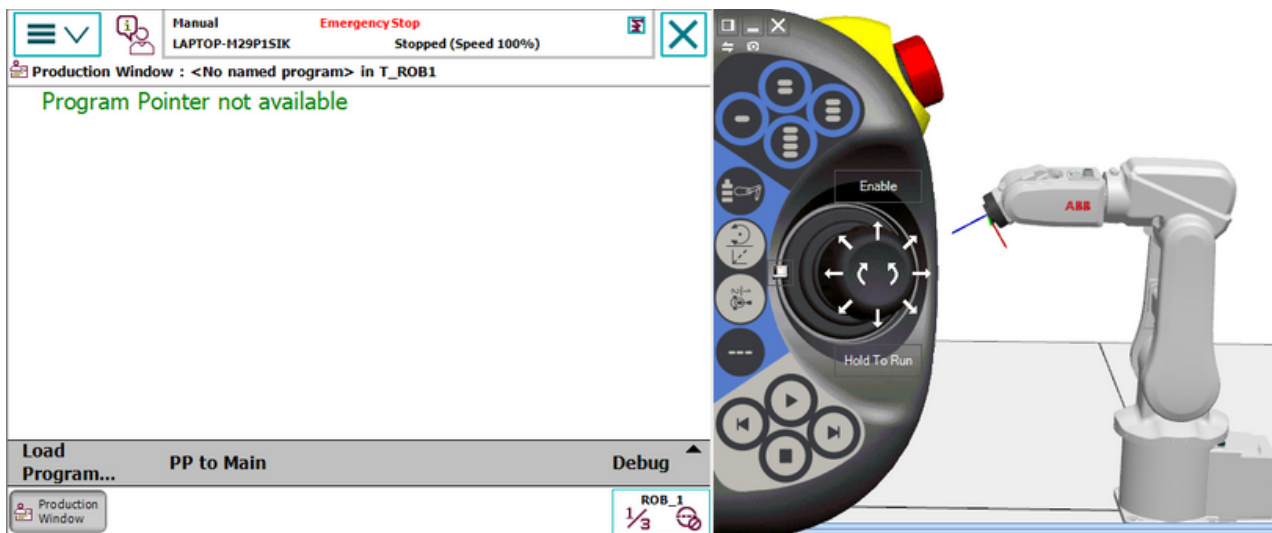
7. MENSAGENS DE ERROS



7. MENSAGENS DE ERROS

A primeira mensagem de erro ou de alerta mais comum ocorre quando pressionamos o botão de emergência.

Figura 7.1 - Mensagem Emergency Stop.

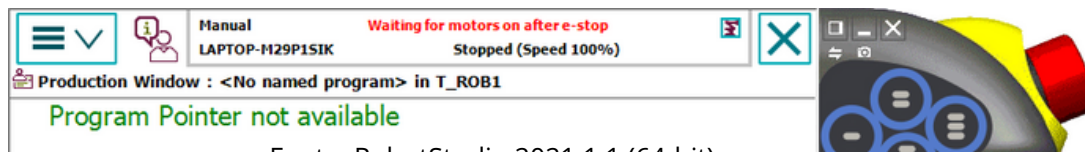


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Observe na figura acima a mensagem em vermelho: **Emergency Stop**, Figura 7.1. Para o robô voltar o funcionamento normalmente devemos seguir os passos:

1. Pressionar novamente o botão de emergência para desacionar;

Figura 7.2 - Mensagem Waiting for motors on after e-stop.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

2. Deve-se desligar os motores e re-ligar novamente. Para isso, pressione o botão branco que deve estar piscando, Figura 7.3.

Figura 7.3 - Desligar e re-ligar os motores.

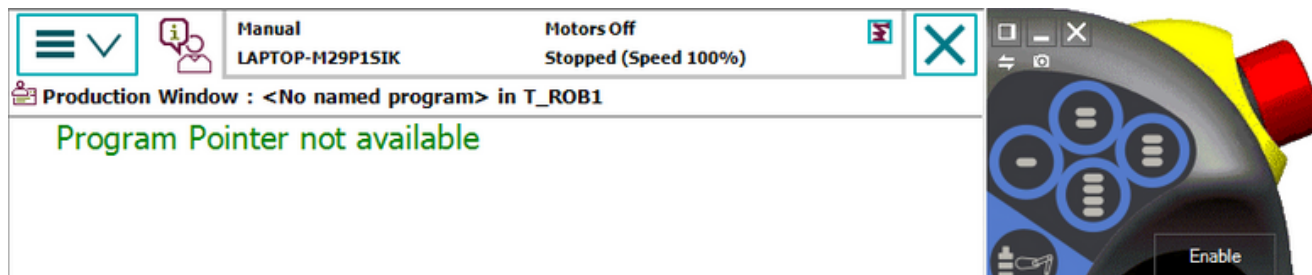


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

7. MENSAGENS DE ERROS

3. Os motores estarão no modo desligado. Como mostra a Figura 7.4: Motors Off.

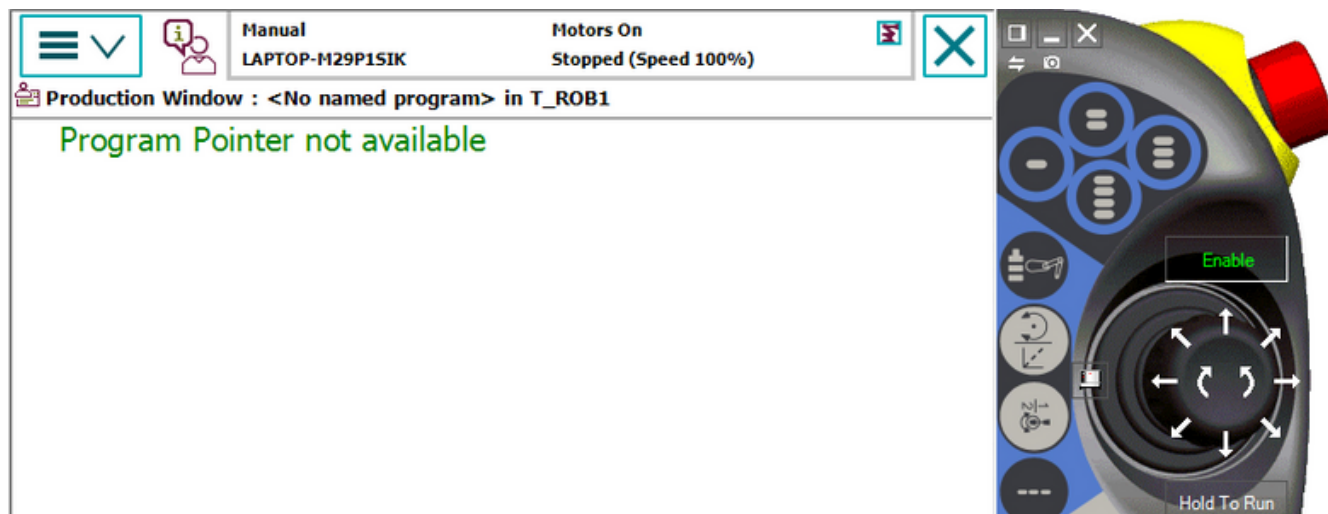
Figura 7.4 - Motors Off.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

4. Então, clique no botão Enable para ativar os motores, Figura 7.5.

Figura 7.5 - Ativar o botão verde Enable.



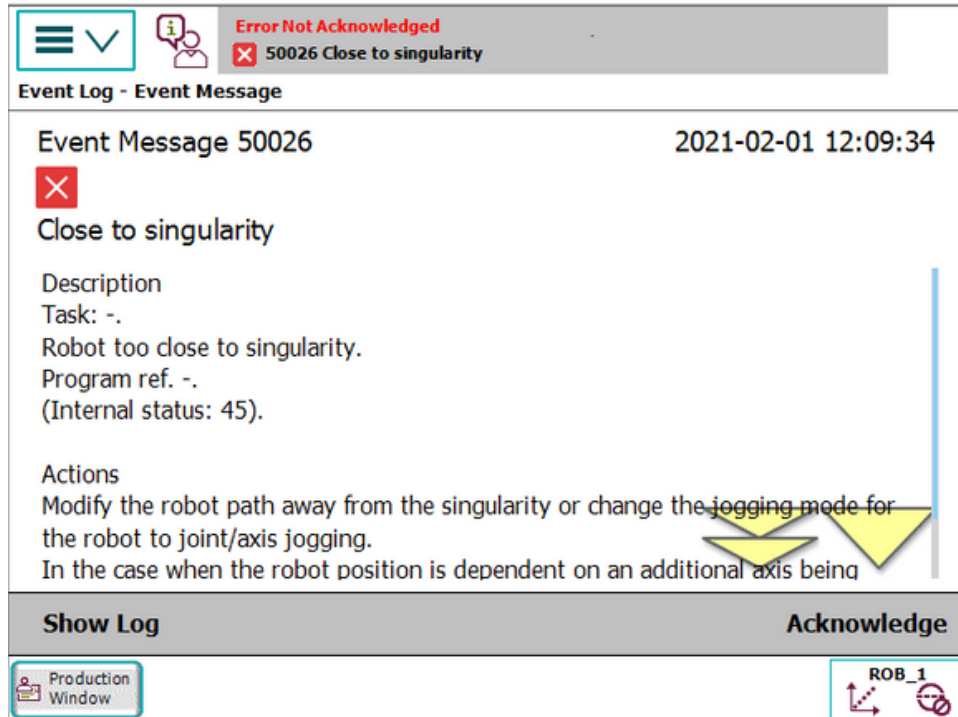
Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Outra mensagem de erro muito comum é o erro de singularidade. Este erro ocorre quando o robô manipulador não consegue alcançar a posição desejada ou realizar o movimento. Para evitar este erro deve-se antes de iniciar os movimentos ou programação mover as juntas 5 e 6 para outras posições. Isso faz com que o robô manipulador possa realizar os movimentos e consequentemente os cálculos da cinemática considerando as novas posições evitando assim, o erro de singularidade.

7. MENSAGENS DE ERROS

A Figura 7.6 mostra a mensagem de erro.

Figura 7.6 - Mensagem Error Not Acknowledged.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Pressione o botão **Acknowledge** na figura acima e realize a mudança dos ângulos nos eixos 5 e 6 para que não ocorra o erro de singularidade.



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Explique as etapas necessárias para retirar a mensagem de erro Emergency Stop do FlexPendant.

08

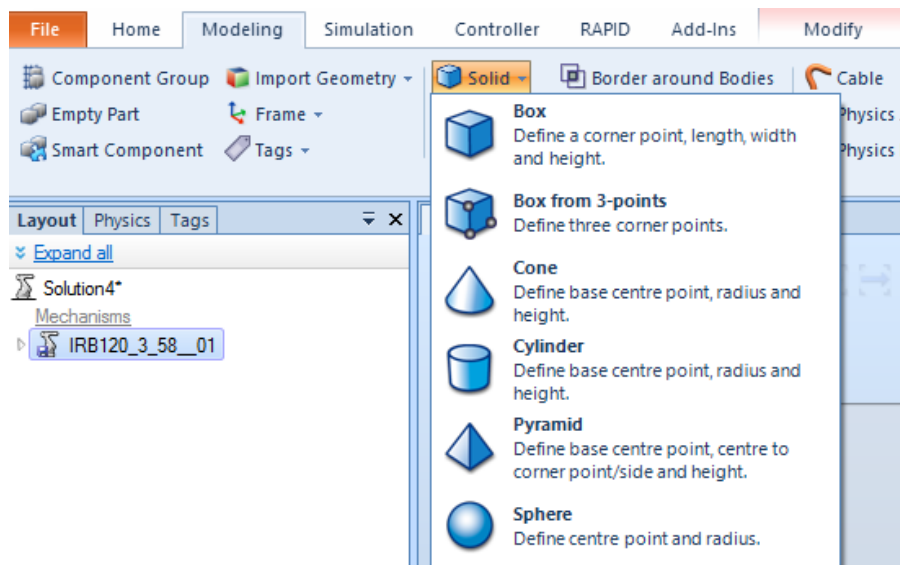
8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA



8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA

Primeiro passo é criar a ferramenta utilizando a aba de modelagem. Vamos clicar em modelagem e em seguida *Solid* e escolher a opção *Cone*, Figura 8.1.

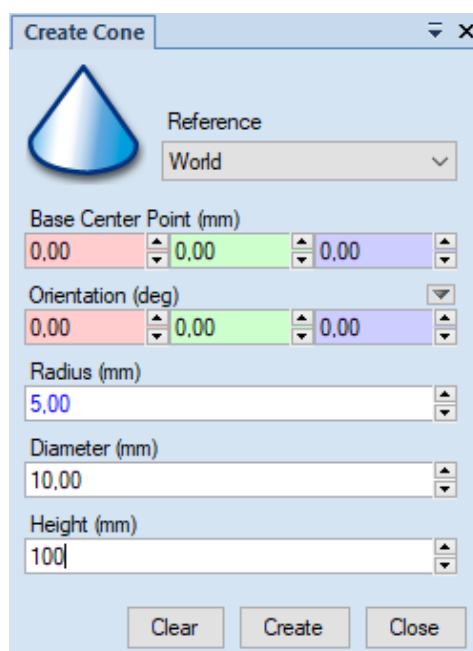
Figura 8.1 - Inserindo o Cone.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

A janela abaixo e aberta e em seguida, vamos inserir os seguintes parâmetros: Raio igual a 5 e tamanho igual a 100 mm na Figura 8.2. Agora feche a janela pressionando o botão Close.

Figura 8.2 - Parâmetros do cone.

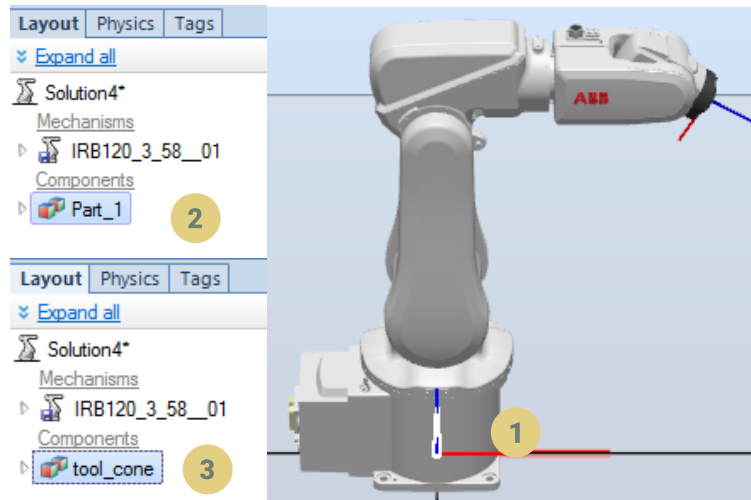


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA

Podemos observar que o Cone foi inserido na base do manipulador , Figura 8.3 (1), e na aba Layout, Figura 8.3 (2) foi adicionada um componente Part_1. Altere o nome do componente para tool_cone clicando duas vezes no nome, Figura 8.3 (3).

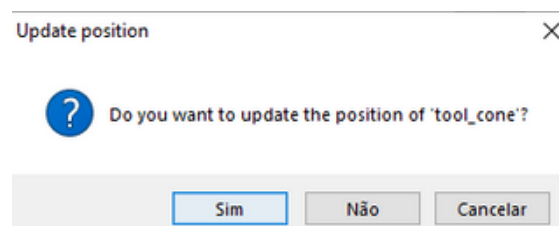
Figura 8.3 - (1) Ferramenta na base, (2) Aba Layout e (3) tool_cone.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Adicione o componente tool_cone para o efetuador do manipulador. Clicando e arrastando sobre o manipulador **IRB_120_3_58__01**. Confirme a atualização do posicionamento do tool_cone, Figura 8.4.

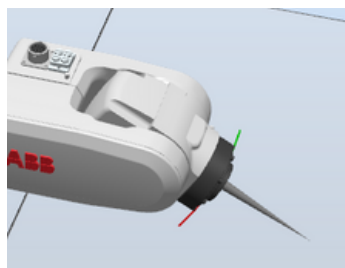
Figura 8.4 - Parâmetros do cone.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Em seguida, pode-se observar a atualização.

Figura 8.5 - A ferramenta no efetuador do manipulador industrial.

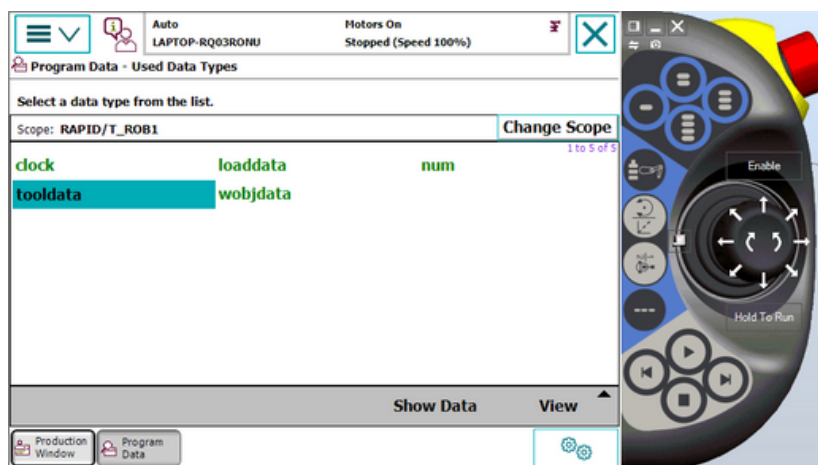


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA

Em seguida vamos abrir o FlexPendant pressionando as teclas CTRL+F5. Agora devemos mudar o modo de operação para manual com velocidade reduzida. Em seguida, clicar no menu e em **Program Data** de acordo com a figura abaixo.

Figura 8.6 - Program data.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Pressione o botão Show Data e clique em New. Vamos adicionar no campo nome: tool_cone, Figura 8.7.

Figura 8.7 - Parâmetros de configuração.

Data type: tooldata Current Task: T_ROB1

Name: ...

Scope: ▼

Storage type: ▼

Task: ▼

Module: ▼

Routine: ▼

Dimension: ▼

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Em seguida, clicar em **Edit** e **Change Value**.

Figura 8.8 - Mudar os parâmetros de configuração.

Name	Value	Module	
tool_cone	[TRUE,[[0,0,0],[1,0...	Module1	Task
tool0	[TRUE,[[0,0,0],[1,0...	BASE	Global

Delete

Change Declaration

Change Value

Copy

Define

Buttons: New... Edit Refresh View Data Types

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

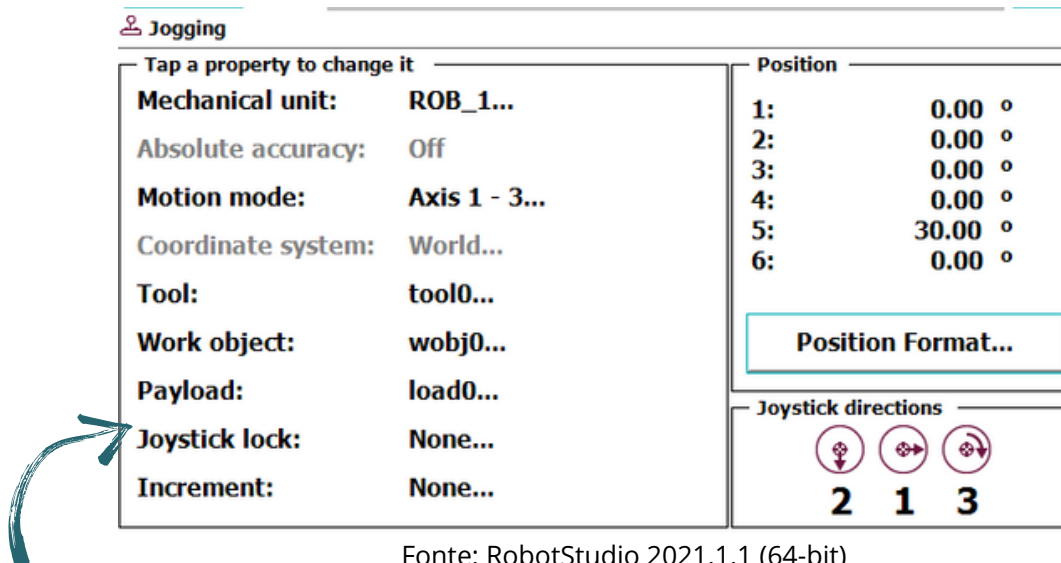
8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA

Iremos alterar os seguintes parâmetros:

x:= 0		antes	
y:=0	tframe:	[[0,0,0],[1,0,0,0]]	pose
z:=100 (100 mm)	trans:	[0,0,0]	pos
massa:= 0.1 (100g)			
o centro de gravidade		depois	
x:=0	tframe:	[[0,0,100],[1,0,0,0]]	pose
y:=0	trans:	[0,0,100]	pos
z:=1			

Em seguida, clique no menu e em jogging, Figura 8.9.

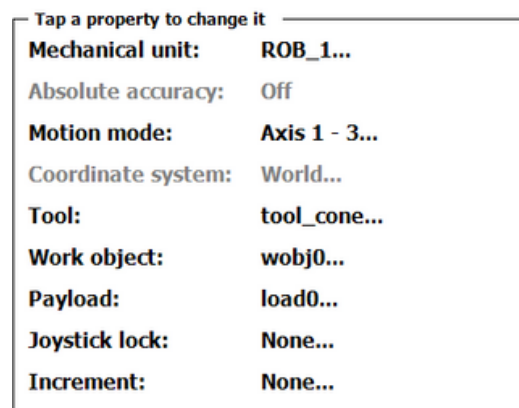
Figura 8.9 - Alterar os parâmetros de Payload.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Na Figur 8.9 clique em Tool (seta azul) e escolha a opção tool_cone.

Figura 8.10 - Propriedades do Payload.

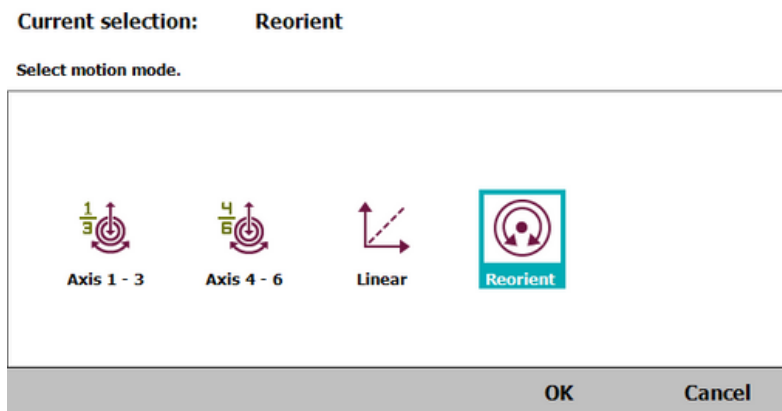


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

8. ADICIONANDO UMA FERRAMENTA

Na aba **jogging** clique na opção Motion Mode e altere para Reorient de acordo com a Figura 8.11.

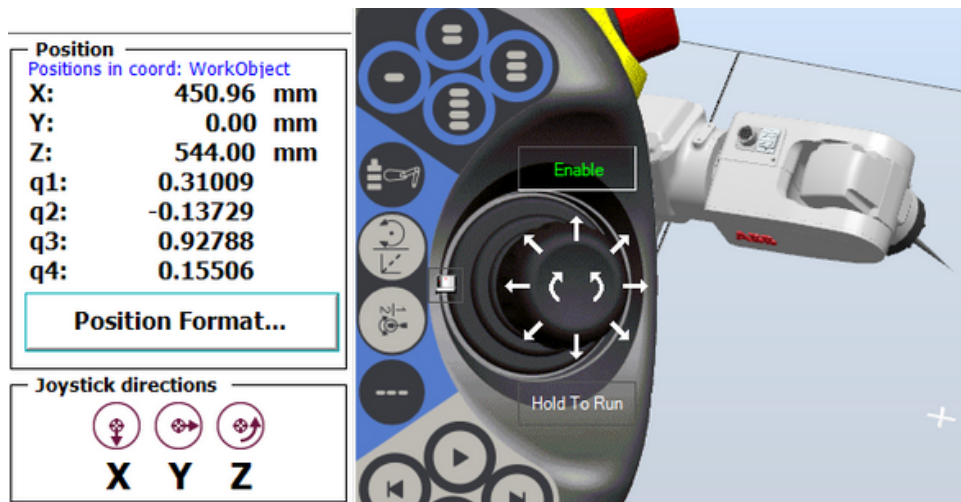
Figura 8.11 - Modos de movimento.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

A partir dos movimentos do joystick observa-se que os movimentos são realizados com base na ferramenta inserida.

Figura 8.12 - Movimento orientado pela ferramenta.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Crie um cilindro e repita as etapas para inserir no manipulador como tool.

09

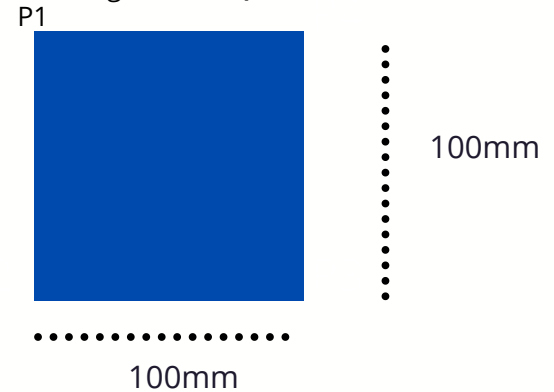
9. CRIANDO UM PROGRAMA PONTO A PONTO



9. CRIANDO UM PROGRAMA PONTO A PONTO

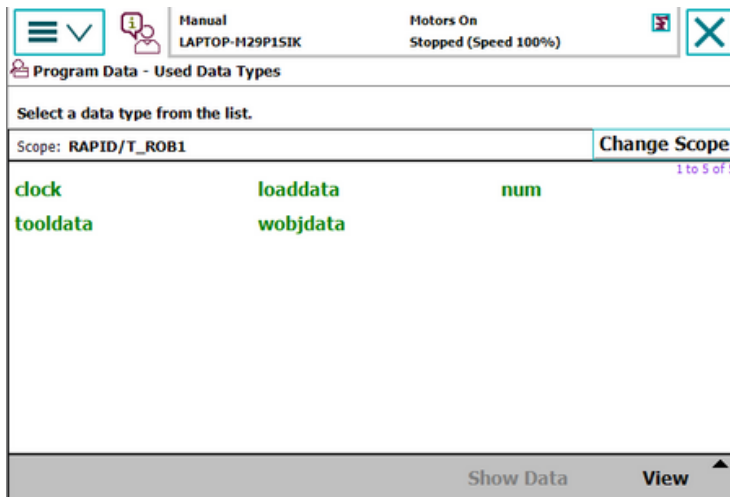
Vamos criar um path, ou seja, um caminho. Para isso, devemos criar os pontos do quadrado de acordo com a Figura 9.1 onde P1 será o ponto inicial da posição do robô.

Figura 9.1 - Quadrado.



Fonte: O Autor.

Figura 9.2 - Dados do programa.

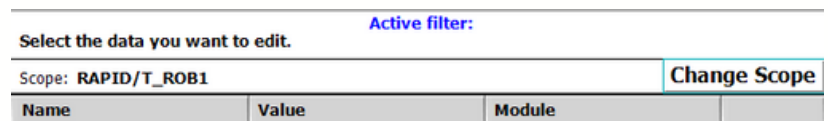


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Agora vamos escolher os dados de programa no menu do *FlexPendant*. A Figura 9.2 mostra a janela. Clique botão View e procure em ordem alfabética o comando **robtarget**. Habilite todos os tipos de dados e navegue até encontrar.

Ao encontrar pressionar o botão Show Data. A janela da Figura 9.3 que criaremos os pontos P1, P2, P3 e P4. Para criar os pontos clique no botão New.

Figura 9.3 - Criar os pontos.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

9. CRIANDO UM PROGRAMA PONTO A PONTO

Figura 9.4 - Criando o ponto P10.

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Agora confirma pressionando o botão **OK**, Figura 9.5.

Figura 9.5 - P10 criado.

Name	Value	Module	Scope
p10	[[364.35,0,594],[0...	Module1	Global

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Figura 9.6 - Dados do P10.

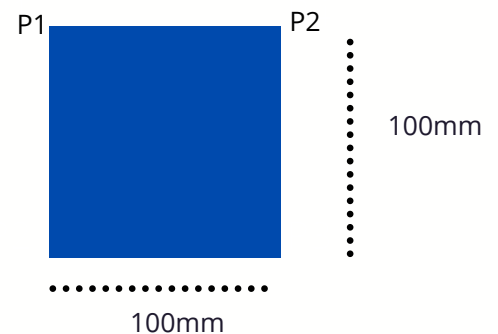
Name	Value	Data Type
p10:	[[364.35,0,594],[0.5,0,...	robtarget
trans:	[364.35,0,594]	pos
x :=	364.35	num
y :=	0	num
z :=	594	num
rot:	[0.5,0,0.866025,0]	orient

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Vamos adicionar os demais pontos e alterar as coordenadas. Ao clicar em P10 na janela anterior. Podemos ver os dados, Figura 9.6.

Logo, P2 irá ser a mesma posição em x, mas em y será acrescido 100mm e em z não alterará de acordo com a Figura 9.7.

Figura 9.7 - Coordenada P2.

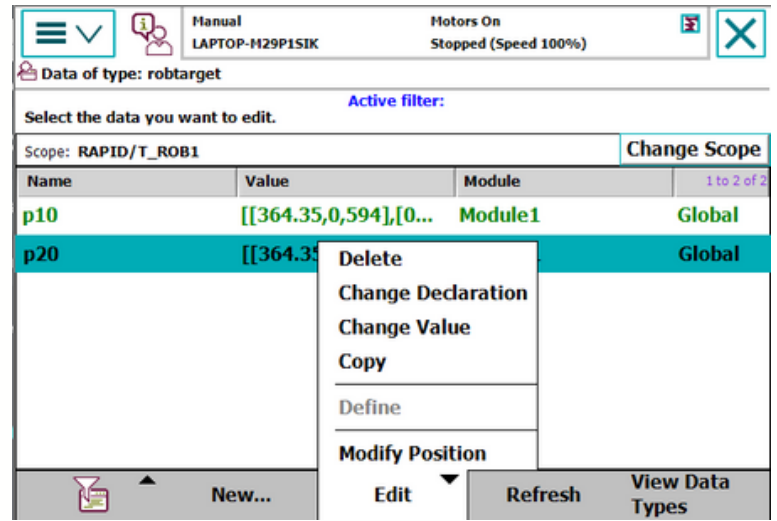


Fonte: O Autor.

9. CRIANDO UM PROGRAMA PONTO A PONTO

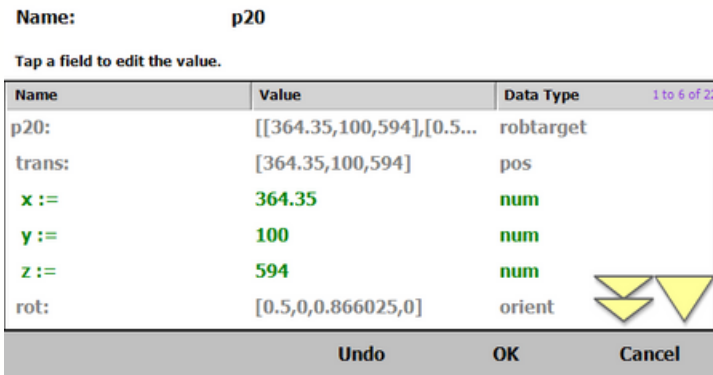
Vamos criar o ponto P2 no mesmo procedimento de P1. Em seguida, vamos alterar os parâmetros clicando em **Edit** e **Change Value**, Figura 9.8.

Figura 9.8 - Criar o ponto P2.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Figura 9.9 - Ponto x, y e z de P2.

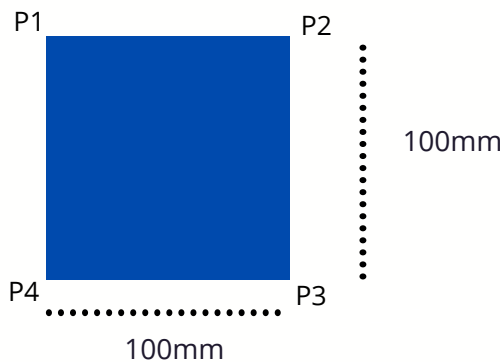


A Figura 9.9 mostra a posição modificada no parâmetro y.

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Os pontos da Figura 9.10.

Figura 9.10 - Coordenadas de P1, P2, P3 e P4.



Scope: RAPID/T_ROB1	
Name	Value
p10	[[364.35,0,594],[0...
p20	[[364.35,100,594],...
p30	[[364.35,100,494],...
p40	[[364.35,0,494],[0...

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

9. CRIANDO UM PROGRAMA PONTO A PONTO

A única observação é o ajuste da zona para fine como visto na Figura 9.11.

Figura 9.11 - Ajuste da zona para fine no código RAPID.

```

27 *****
28 PROC main()
29     !Add your code here
30     MoveL p10, v1000, fine, tool0;
31     MoveL p20, v1000, fine, tool0;
32     MoveL p30, v1000, fine, tool0;
33     MoveL p40, v1000, fine, tool0;
34 ENDPROC
35 MODULE

```

Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Enumere os vértices do polígono (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) e realize os movimentos com o robô manipulador ponto a ponto. Informe as coordenadas dos pontos e o código do programa no FlexPendant. Obs: Adote um tamanho igual para cada vértice.



10

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM

RAPID

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

A linguagem RAPID apresenta algumas palavras chaves, Figura 10.1.

Figura 10.1 - Tabela com as palavras chaves.

ALIAS	AND	BACKWARD	CASE
CONNECT	CONST	DEFAULT	DIV
DO	ELSE	ELSEIF	ENDFOR
ENDFUNC	ENDIF	ENDMODULE	ENDPROC
ENDRECORD	ENDTEST	ENDTRAP	ENDWHILE
ERROR	EXIT	FALSE	FOR
FROM	FUNC	GOTO	IF
INOUT	LOCAL	MOD	MODULE
NOSTEPIN	NOT	NOVIEW	OR
PERS	PROC	RAISE	READONLY
RECORD	RETRY	RETURN	STEP
SYSMODULE	TEST	THEN	TO
TRAP	TRUE	TRYNEXT	UNDO
VAR	VIEWONLY	WHILE	WITH
XOR			

Fonte: Ajuda do RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Assim como na linguagem C, o RAPID tem instruções com prioridades. Por exemplo as instruções para tomada de decisões, Figura 10.2.

Figura 10.2 - Instruções para tomada de decisões.

IF	ENDIF
FOR	ENDFOR
WHILE	ENDWHILE
TEST	ENDTEST

Fonte: O Autor.

Algumas das características de movimento do robô são determinadas pelas instruções que realizam os movimentos, por exemplo:

- Velocidade TCP máxima, Aceleração;
- Carga útil;
- Deslocamento próximo dos pontos onde possa ocorrer os erros de singularidades;
- Deslocamento do programa;
- Soft servo;
- Ajustes de valores.

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

As mensagens podem ser enviadas para a tela do FlexPendant e o usuário pode responder perguntas sobre o número de peças a serem processadas. Vamos analisar as funções abaixo:

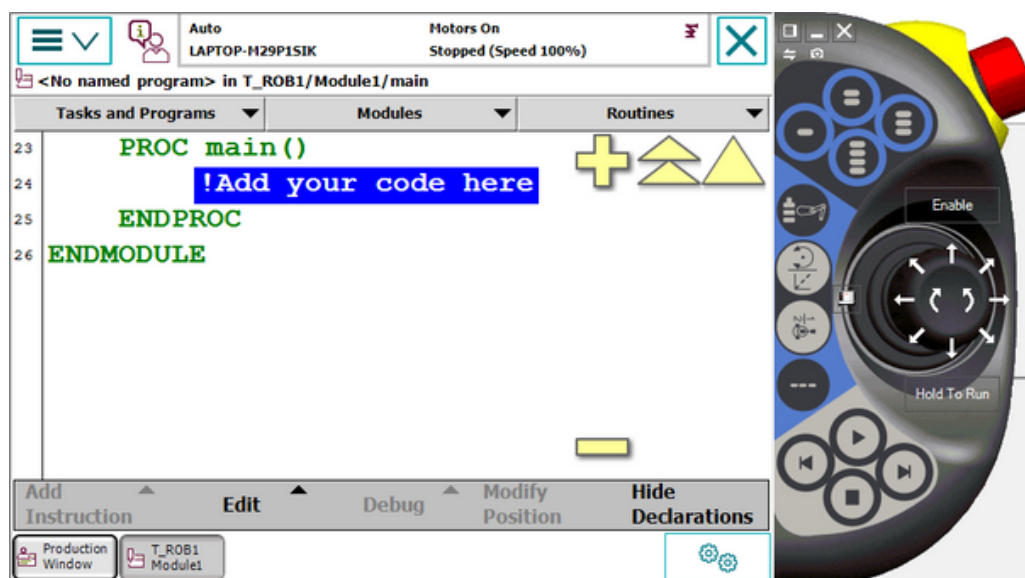
- TPWrite
- TPErase
- WaitTime
- TPReadFK
- TPReadNum

A instrução **TPWrite** é utilizada para escrever mensagens de dados na tela. A função tem o protótipo:

TPWrite String [\Num] | [\Bool] | [\Pos] | [\Orient] [\Dnum]

Para inserir a instrução no seu programa, abra o FlexPendant ou pressione as teclas Ctrl + F5. O Editor Program é aberto, Figura 10.3. Para poder editar mude o modo de operação para manual com velocidade reduzida.

Figura 10.3 - Tela do Flexpendant.

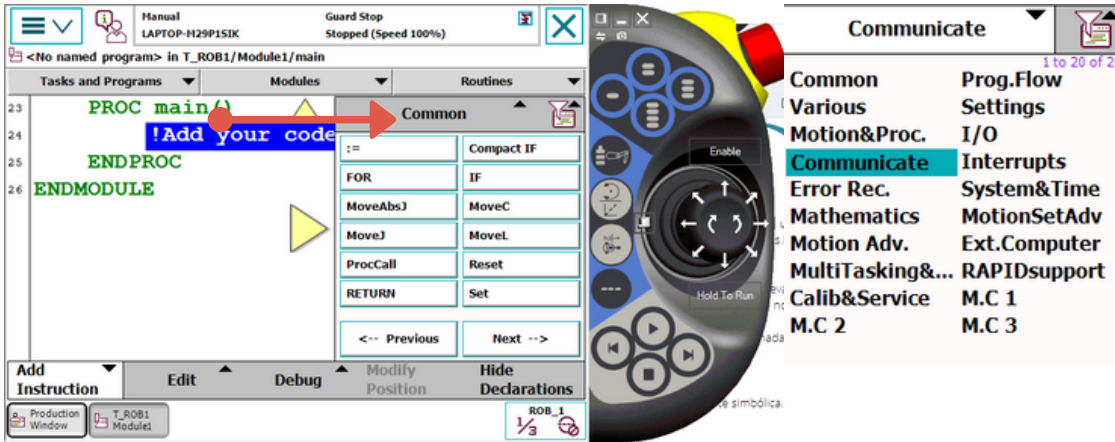


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

Vamos adicionar a instrução **TPWrite**. Para isso, clique em Common onde tem a seta na Figura 10.4. Em seguida, clique em **Communicate** e adicione **TPWrite**.

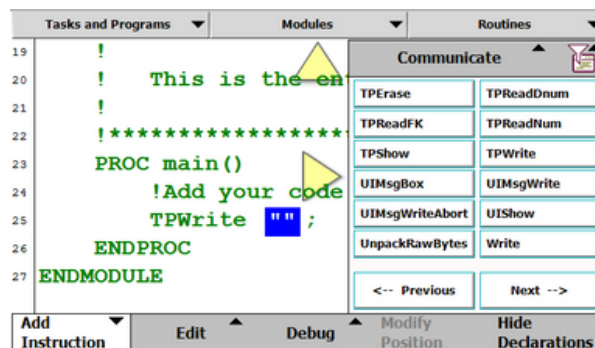
Figura 10.4 - Acessando a função TPWrite.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Dê um duplo clique as aspas duplas para editar o campo, Figura 10.5.

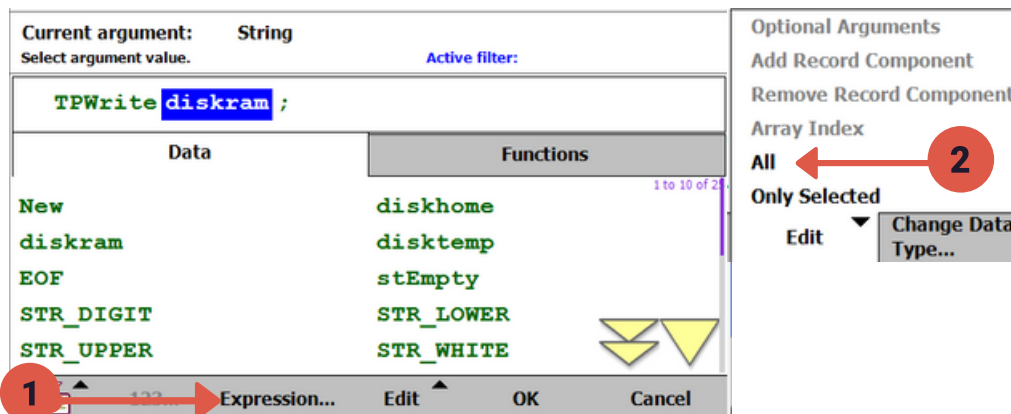
Figura 10.5 - Editar o campo na função TPWrite.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

A janela seguinte edita os campos na função, então, clique em Expression (Figura 10.6) e depois em Edit -> All.

Figura 10.6 - Configurando os campos da função TPWrite.

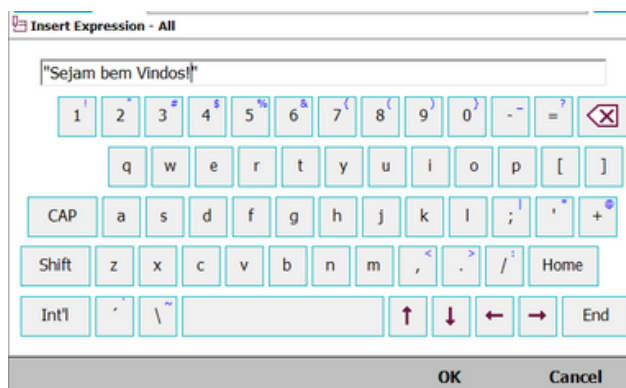


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

Em seguida, digite a mensagem e confirme clicando no botão, OK duas vezes, Figura 10.7.

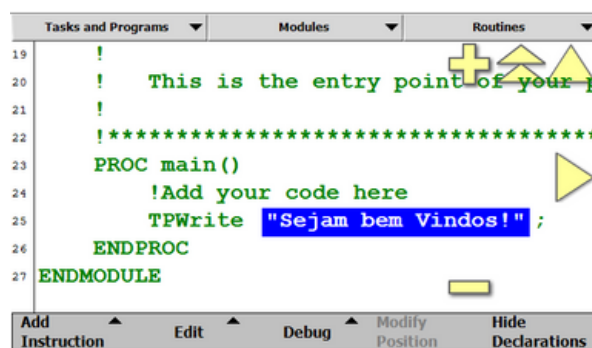
Figura 10.7 - Inserindo texto na função TPWrite.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

o resultado final será a linha de programação no editor, Figura 10.8.

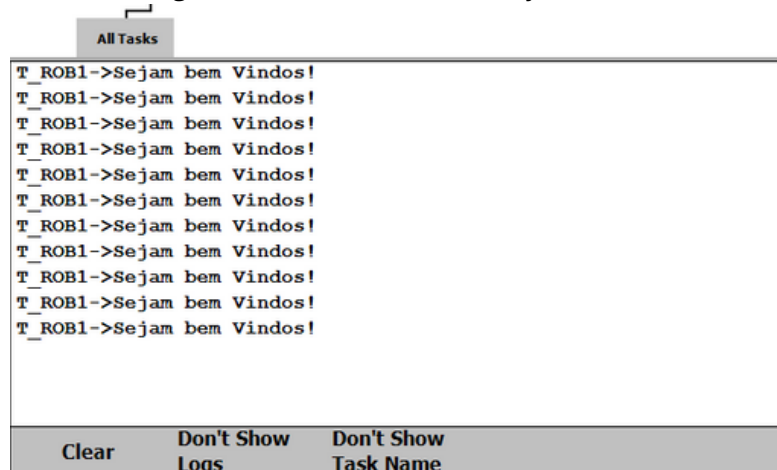
Figura 10.8 - Texto na função TPWrite.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Para simular, não esqueça de verificar se os motores estão ligados. Em seguida, debug e clicar na opção **PP to main**. Por último, pressionar o botão Play. A janela seguinte mostra o resultado da função, Figura 10.9.

Figura 10.9 - Resultado da função TPWrite.

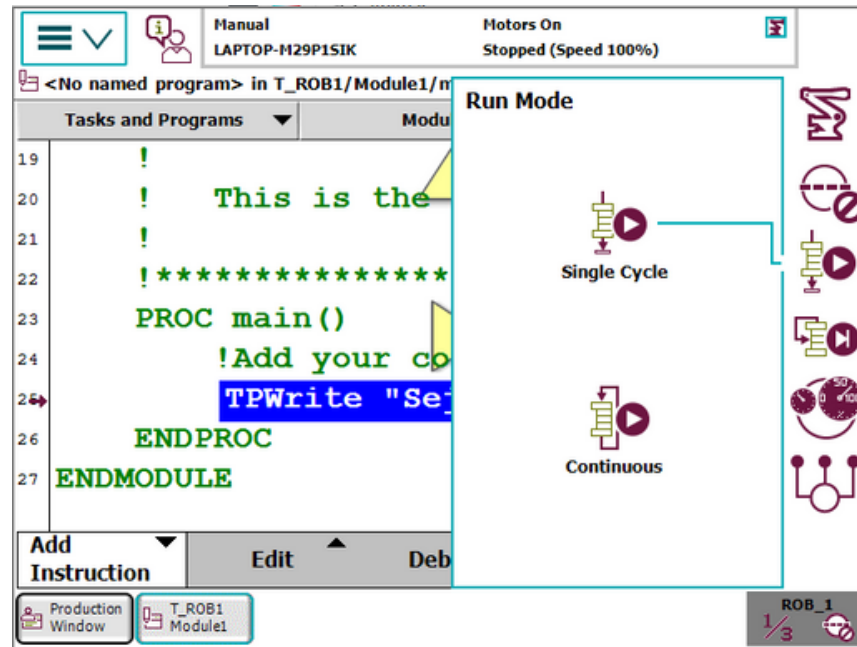


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

Observe que a mensagem foi escrita várias vezes. O motivo é modo de execução esta no ciclo contínuo. Vamos alterar. Clique no modo de execução e escolha Single Cycle, Figura 10.10.

Figura 10.10 - Alterar o modo de execução.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

Antes de executar. Clique no botão com [i] e em seguida no botão Clear para limpar a saída das mensagens, Figura 10.11.

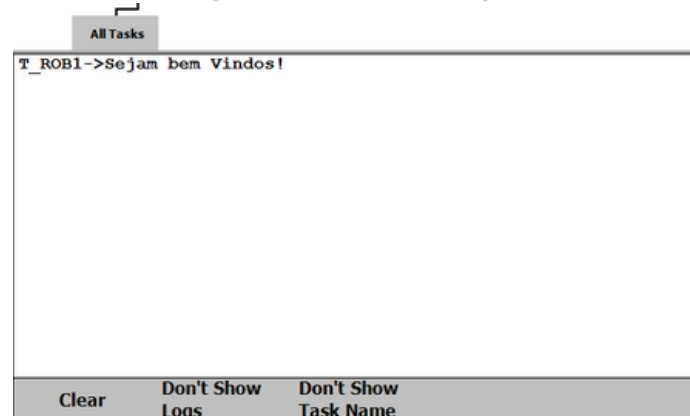
Figura 10.11 - Limpar a tela do Flexpendant.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

O resultado final, Figura 10.12.

Figura 10.12 - Modo single.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

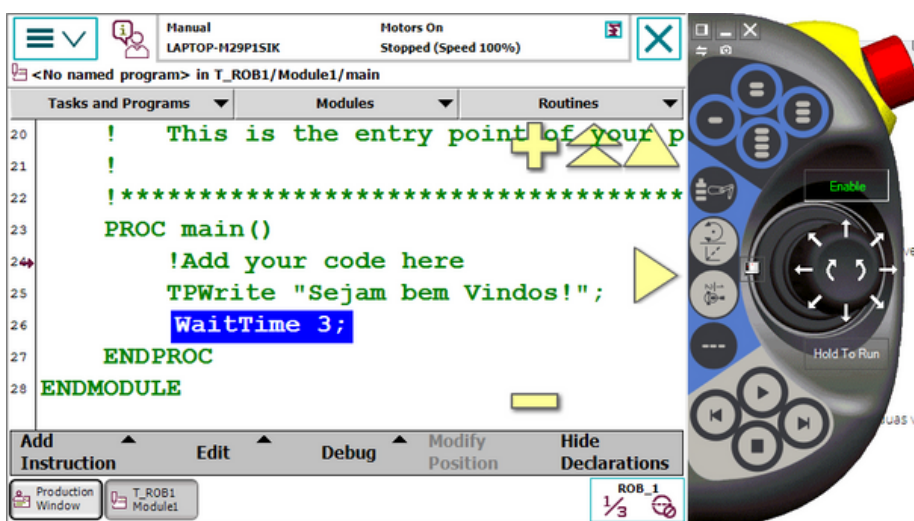
10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

Vamos utilizar a instrução **WaitTime**. O protótipo da instrução:

```
WaitTime time;
```

Adicione abaixo da linha TPWrite no código. Esta instrução está em Common. O resultado deverá ficar igual a janela abaixo com 3s, Figura 10.13.

Figura 10.13 - Instrução WaitTime.

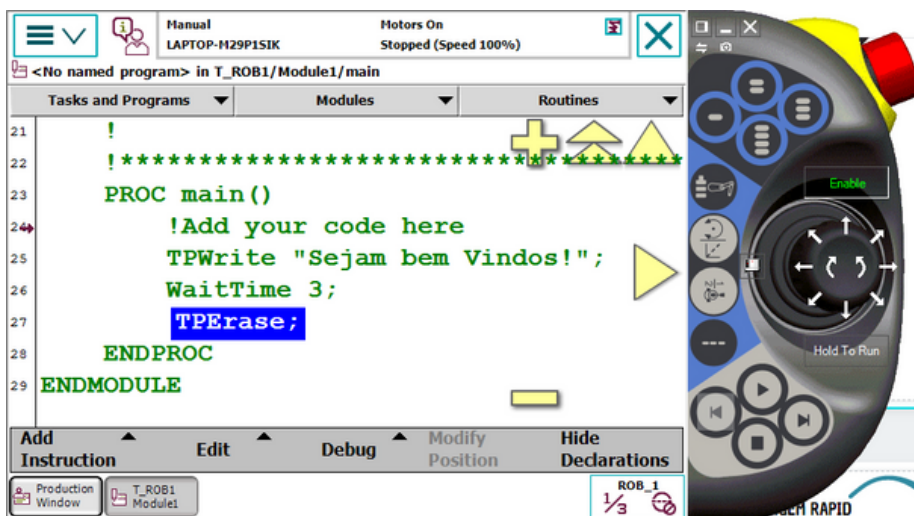


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

A próxima instrução é a **TPERase**. Esta instrução é responsável em limpar a tela do operador no FlexPendant. A instrução está no mesmo local da TPWrite. A Figura 10.14 mostra o programa completo.

Figura 10.14 - Instrução TPERase.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

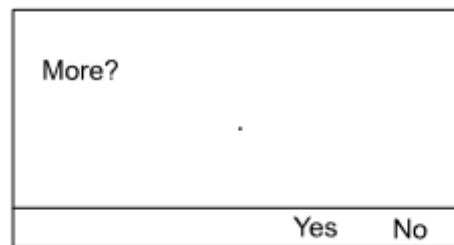
Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

A próxima instrução **TPReadFK**. Ela identifica as teclas de função e quais das opções foram pressionadas na janela, Figura 10.15.

```
TPReadFK reg1, "More?", stEmpty, stEmpty, stEmpty, "Yes", "No";
```

Figura 10.15 - Instrução TPReadFK.

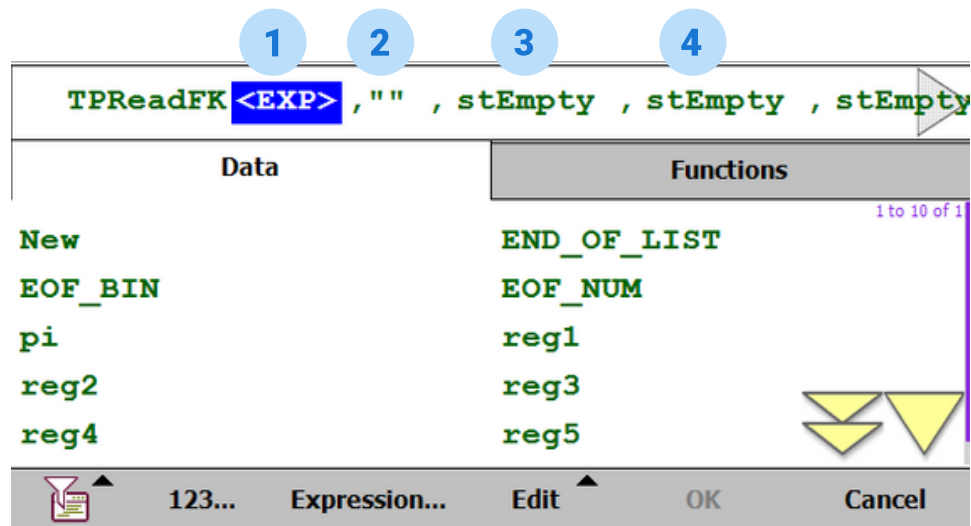


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

O protótipo contém reg1, ou seja, a variável que guardará a informação, "More?" é a string que conterà a pergunta por exemplo, e as demais **stEmpty** são espaços em branco que serão as respostas. Podendo ter até 5 campos para opções. Neste caso, só há duas: Yes e No.

Vamos adicionar a instrução **TPReadFk** e alterar os parâmetros 1 para o registrador reg1 já existente na janela, em 2 alterar "" pelo texto: "Qual a cor da peça?", em 3 alterar o primeiro campo stEmpty para o texto "Preto" e em 4 alterar o campo stEmpty para "Branco", Figura 10.16.

Figura 10.16 - Parâmetros da instrução TPReadFK.

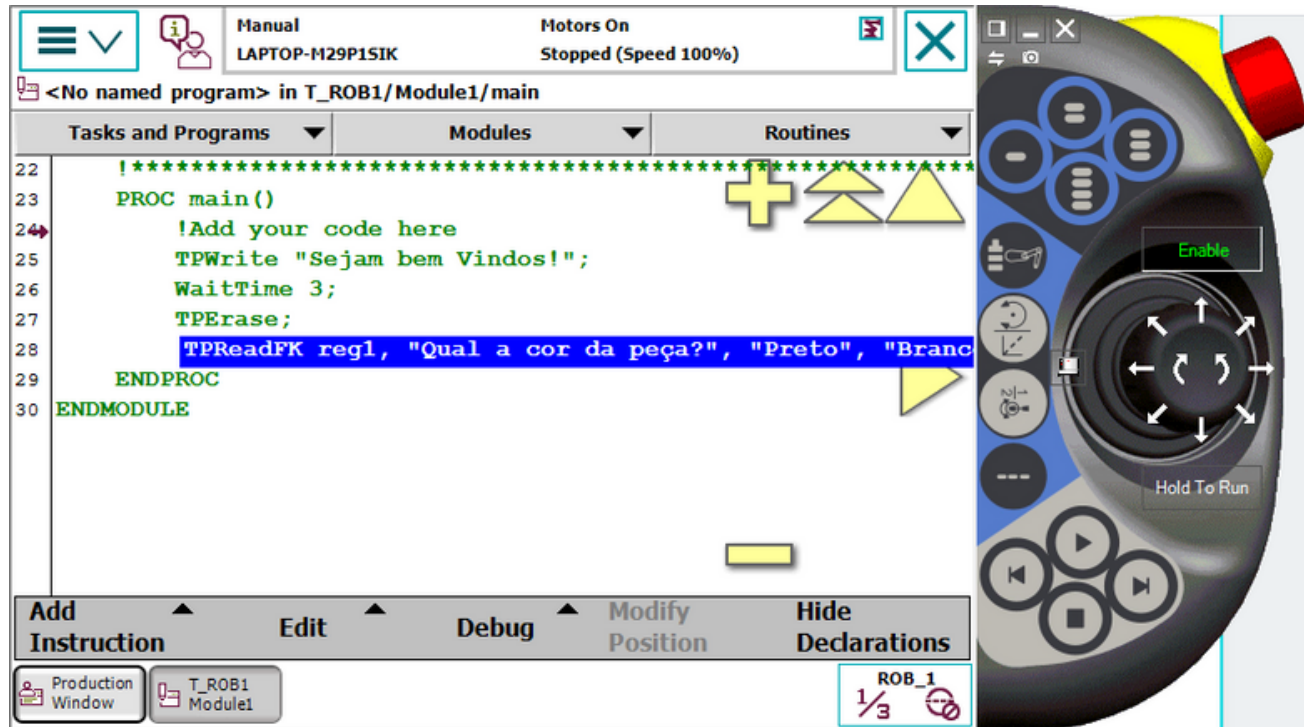


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

Com as modificações a janela atualizada, Figura 10.17.

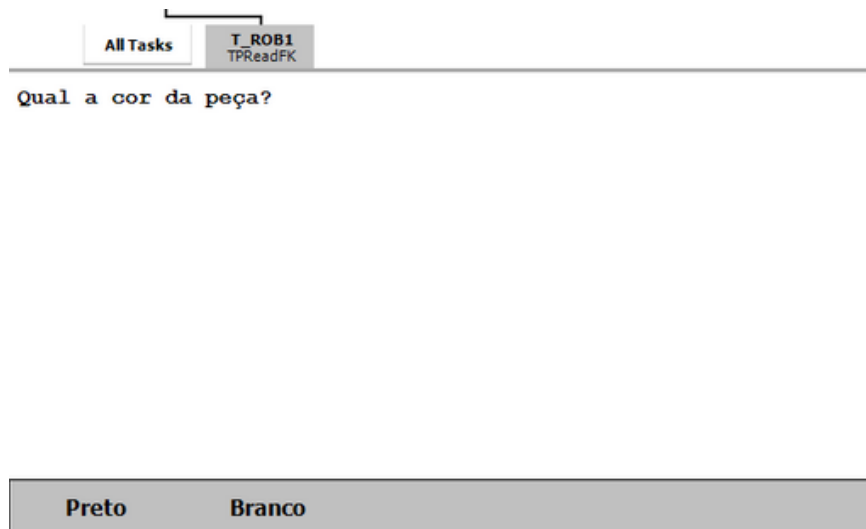
Figura 10.17 - Instrução TReadFK.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

O resultado final quando executado o programa, Figura 10.18.

Figura 10.18 - Resultado da instrução TReadFK.

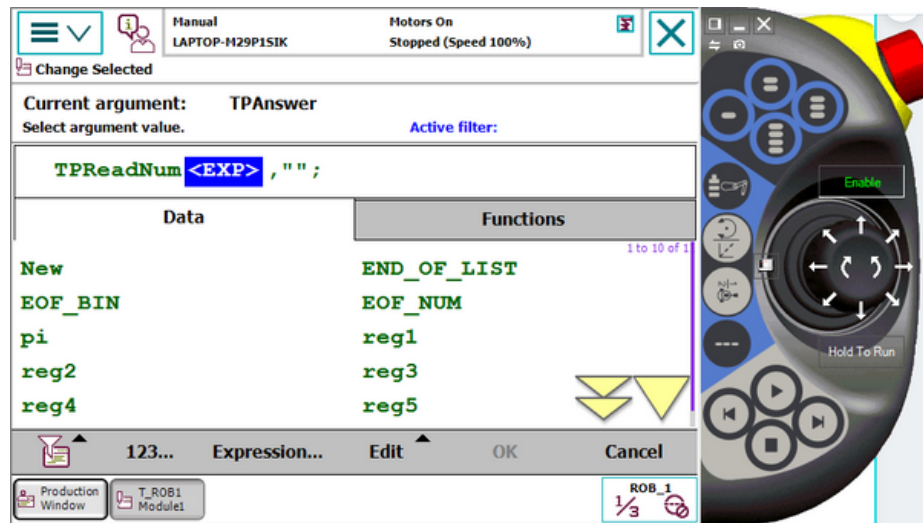


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

A próxima instrução **TPReadNum**. Esta instrução lê um valor numérico do FlexPendant. Vamos adicionar a instrução no programa. Em seguida, editar o campo <EXP> e substituir por reg2 e no campo " " editar e colocar uma pergunta, Figura 10.19.

Figura 10.19 - Instrução TPReadNum.

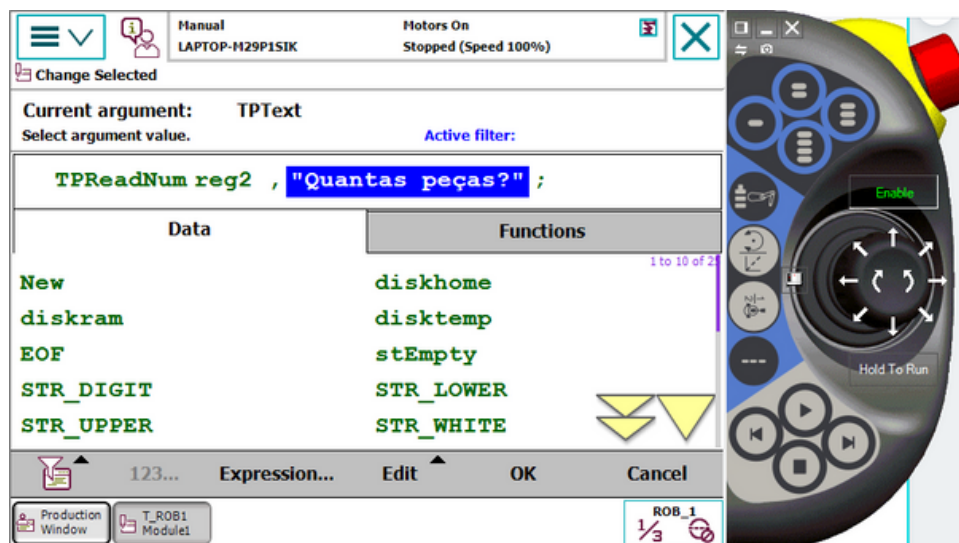


Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

O resultado quando finalizado, Figura 10.20.

Figura 10.20 - Edição da instrução TPReadNum.



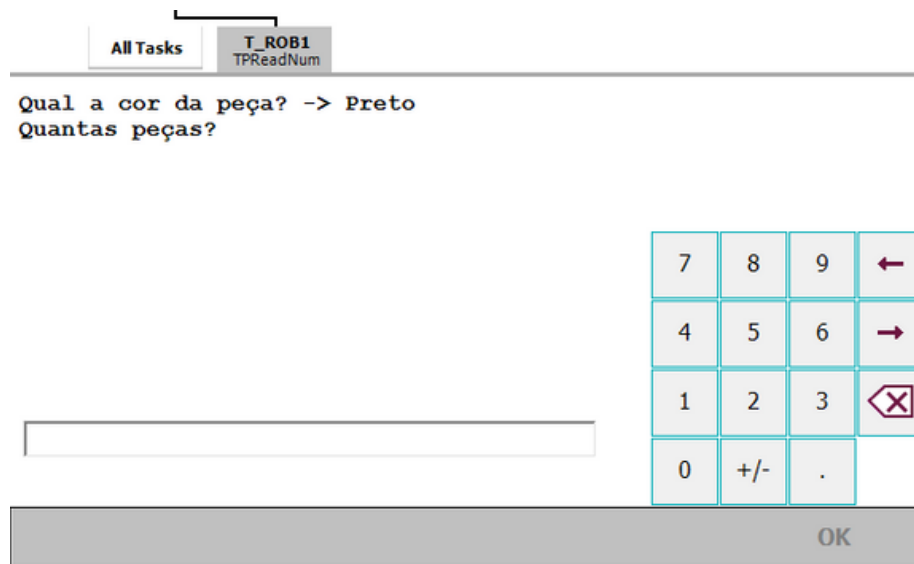
Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)

Versão 21.1.9393.1

10. INTRODUÇÃO A LINGUAGEM RAPID

Quando executado o programa. A janela seguinte aparecerá, então, clique no teclado virtual ou digite a quantidade de peças, Figura 10.21.

Figura 10.21 - Resultado da instrução TPReadNum.



Fonte: RobotStudio 2021.1.1 (64-bit)
Versão 21.1.9393.1

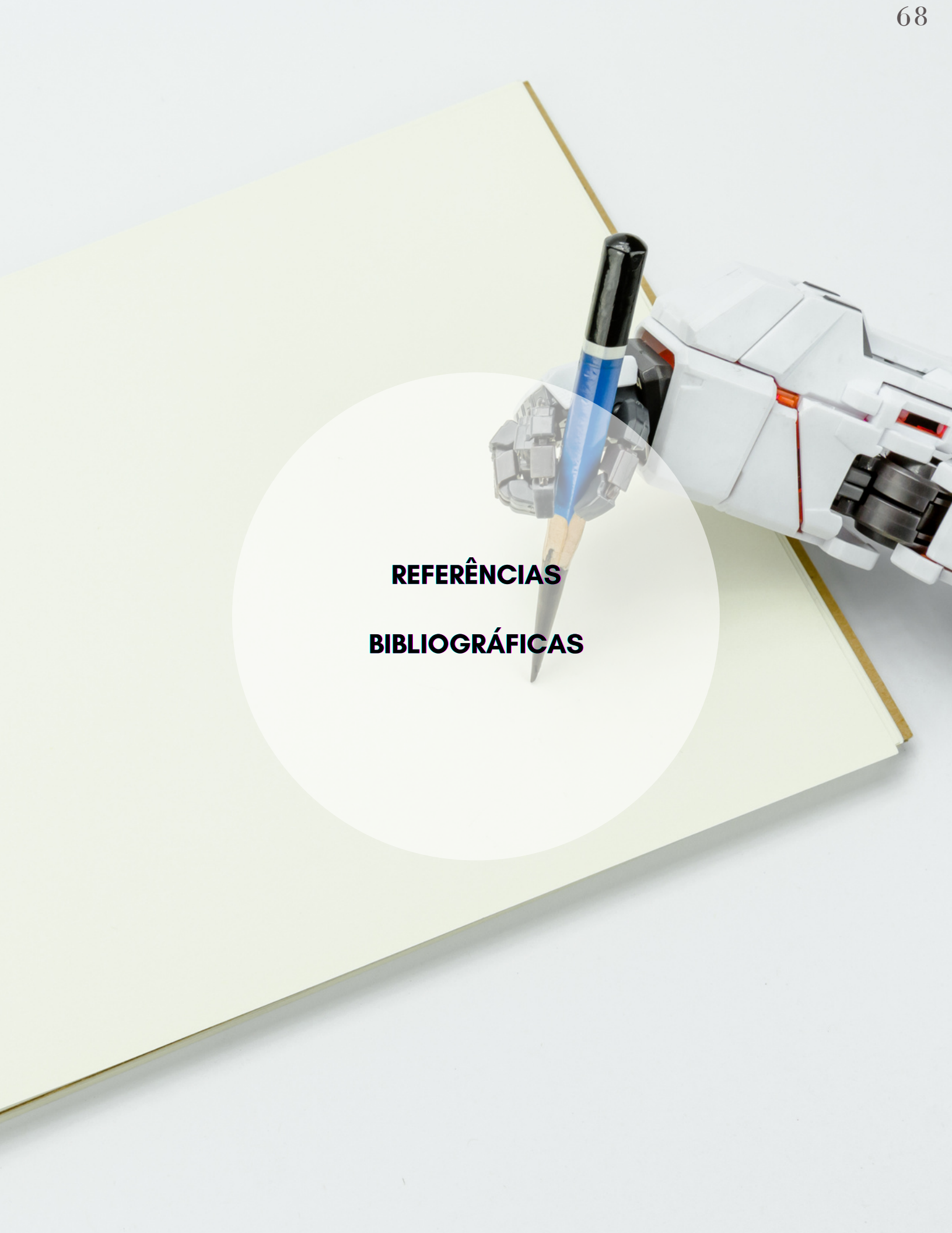


AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM



Questão 1. Faça um programa utilizando o TPWrite para imprimir os dados do técnico: nome, matrícula e data de criação do programa.

Questão 2. Faça um programa para escolher o número de juntas pelo teclado utilizando a função TPReadNum.



REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABB AB Robotics and Motion. **Manual de operação começar, IRC5 e RobotStudio:** revisão P. [S.l.]: ABB, 2018. Disponível em:
<https://abb.sluzba.cz/Pages/Public/IRC5UserDocumentationRW6/pb/3HAC027097%20OM%20Getting%20started%20IRC5%20and%20RobotStudio-pb.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

ABB AB Robotics Products. **Manual de operação Solucionando problemas do IRC5:** revisão P.[S.l.]: ABB, 2013. Disponível em:
<https://docente.ifsc.edu.br/rafael.grebogi/MaterialDidatico/Mecatronica/Robotica/Material%20Robot%20ABB/pt/3HAC020738-pt.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2021.

ABB AB Robotics Products. **Manual de operação Informações de segurança de emergência:** revisão H.[S.l.]: ABB, 2012. Disponível em:
<https://docente.ifsc.edu.br/rafael.grebogi/MaterialDidatico/Mecatronica/Robotica/Material%20Robot%20ABB/pt/3HAC027098-pt.pdf>. Acesso em: 30 fev. 2021.

ABB AB Robotics Products. **Technical reference manual RAPID Instructions, Functions and Data types RobotWare 6.06.** [S.l.]: ABB, 2017. Disponível em:
https://library.e.abb.com/public/b227fcd260204c4dbeb8a58f8002fe64/Rapid_instructions.pdf?x-sign=f79v/883X1nHGc8fqH+WAJ2F30y/M6TZfYUuPuQpP+jeMBygouyGg+WSj8A9Otry. Acesso em: 30 jan. 2021.

PAES, Koen et al. Energy efficient trajectories for an Industrial ABB Robot. **Procedia CIRP.** v.15, 2014. p. 105–110. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114004661>. Acesso em: 29 mar. 2021.

JOSÉ SOARES BATISTA LOPES possui graduação em Engenharia da Computação pela Universidade Potiguar (2004) e mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2011). Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2016). Já lecionou disciplinas nos cursos de graduação: Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Tecnólogo em Automação Industrial e Engenharia Elétrica. Atualmente é professor do Curso Técnico Integrado e Subsequente de Mecatrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Parnamirim. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: Inteligência Artificial, DSPs, Controle, Robótica e Máquinas sem Mancais.