

Engenharia Mecatrônica

**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico de Joinville
Departamento de Engenharia
Mecatrônica**



Vitor Diego Dias Engers

Robótica: Robôs KUKA

Joinville

2021

Vitor Diego Dias Engers

Robótica: Robôs KUKA

Trabalho para obtenção de nota parcial na disciplina de Robótica e Sistemas Mecatrônicos.

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico de Joinville
Departamento de Engenharia
Mecatrônica

Joinville
2021

Resumo

O trabalho aqui exposto consiste em abordar a temática dos robôs da KUKA. Desse modo, será descrito as características gerais dessa classe, justificativa do tema e a escolha do robô para futura implementação no ambiente ROS

Palavras-Chave: Robôs KUKA, KR-5, Robótica

Lista de figuras

Figura 1 – KUKA LBR iiwa. [2]	5
Figura 2 – Classes de robôs. [3]	6
Figura 3 – Comparação entre um robô manipulador serial e um braço humano. [4]	6
Figura 4 – Robôs da KUKA. [4]	7
Figura 5 – Experimento para testar o controlador PD. [5]	8
Figura 6 – Robô KR-5.	8
Figura 7 – Posição inicial	11
Figura 8 – KR-5 na posição inicial	11
Figura 9 – Posição objetivo	12
Figura 10 – KR-5 na posição final	12
Figura 11 – Menu das caixas	13
Figura 12 – Robô KR-5 com três caixas iniciais.	15
Figura 13 – Robô KR-5 com três caixas iniciais	16
Figura 14 – Adicionando a quarta caixa	16
Figura 15 – Robô KR-5 com quatro caixas	17
Figura 16 – Robô KR-5 com quatro caixas	17
Figura 17 – Robô KR-5 com quatro caixas	18

Sumário

1	INTRODUÇÃO	5
2	DEFINIÇÕES DA CLASSE	6
3	SENSORES	9
4	HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO	10
5	PLANEJAMENTO DE MOVIMENTO	11
6	PROJETOS E ROBÔS	14
7	RESULTADO DAS SIMULAÇÕES COM ROS/MOVEIT . .	15
	REFERÊNCIAS	19

1 Introdução

Foi escolhido como tema os robôs de manipulação serial por contar com diversos robôs da empresa KUKA Robotics [1]. A empresa KUKA é uma das principais empresas no ramo de robótica e desperta o interesse de muitos alunos dessa área para ter como meta de carreira e esse interesse pesou veementemente na escolha do tema do trabalho. Na Figura 1 é demonstrado um exemplo de robô manipulador serial da KUKA.



Figura 1 – KUKA LBR iiwa. [2]

A sigla iiwa significa "intelligent industrial work assistant", demonstrando a usabilidade do robô em conjunto com o humano para realizar diversas tarefas sensíveis. O robô escolhido para simular foi inicialmente o próprio KUKA LBR iiwa [2], porém por conta de incompatibilidade de bibliotecas foi simulado o KUKA KR-5.

2 Definições da classe

As classes de robôs são divididas conforme a Figura 2.

Sistema de controle	Mobilidade da base	Estrutura Cinemática	Espaço de trabalho
Equipamentos teleoperados	{ Veículo teleoperado Manipulador teleop.		
Robôs	Móveis	Aquáticos	{ Submarinos
		Aéreos	{ Marinós
	Fixos	Terrestres	{ Pernas
			{ Rodas
		Paralelos	{ 3 - 6 GdL
		Série	{ Cartesiano
			{ Cilíndrico
			{ Esférico
			{ Articulado
			{ SCARA

Figura 2 – Classes de robôs. [3]

Aonde a classe escolhida seria a de manipuladores serial, uma bifurcação dos robôs fixos. Os manipuladores serial são robôs que se assemelham muito com um braço humano, tanto que são utilizados para realizar - ou auxiliar os humanos - tarefas sensíveis e que requerem precisão perto ou maior que a de uma mão humana. Na Figura 3, observa-se uma comparação entre essa classe de robôs e o braço humano.

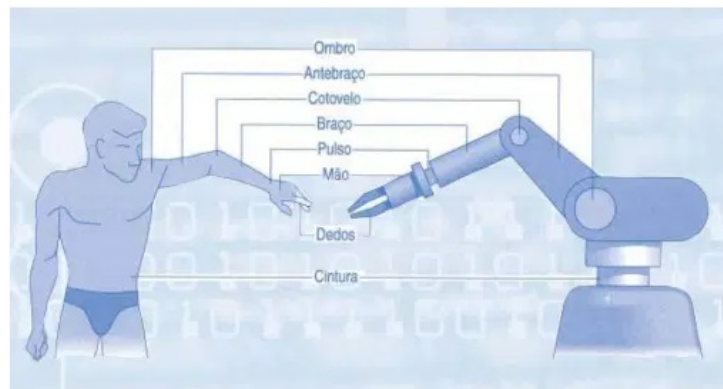


Figura 3 – Comparação entre um robô manipulador serial e um braço humano. [4]

Aonde cada item é relacionado entre um e outro. Alguns robôs da KUKA podem ser observados na Figura 4.

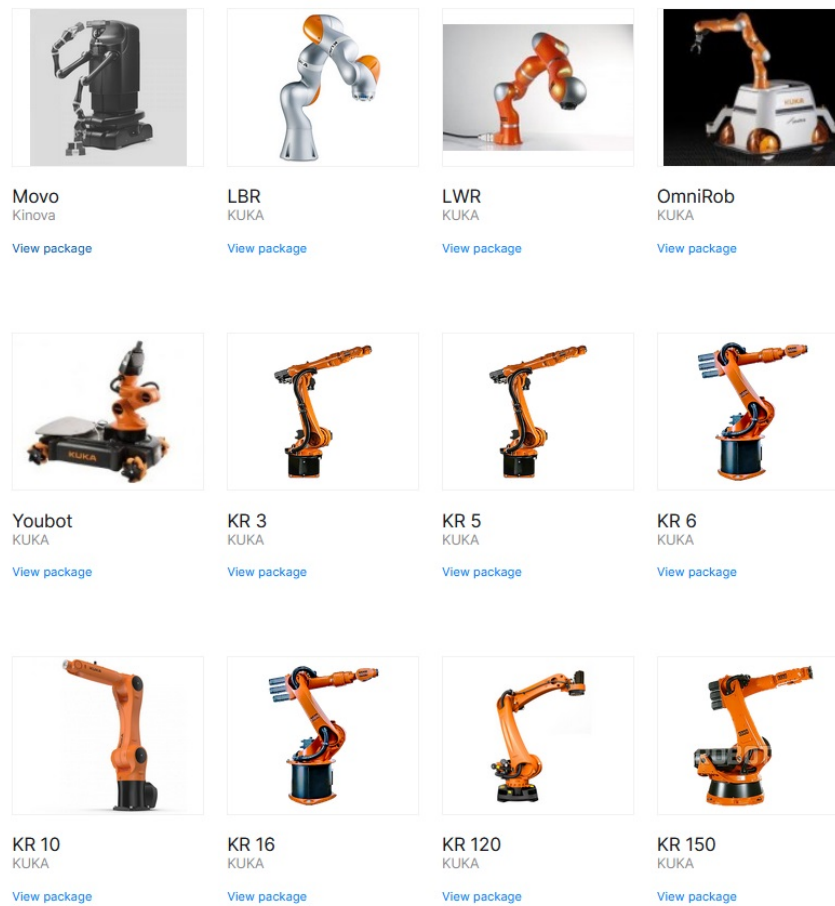


Figura 4 – Robôs da KUKA. [4]

Os robôs demonstrados variam um pouco em sua classificação, alguns sendo até moveis, mas são quase todos da KUKA e o destaque fica para o LBR e o LWR que são semelhantes ao tema proposto.

Alguns projetos utilizando ROS em conjunto com os robôs KUKA foram encontrados e o destaque fica para um projeto aonde utiliza-se o ROS para testar o controlador PD [5]. O experimento pode ser visto na Figura 5.

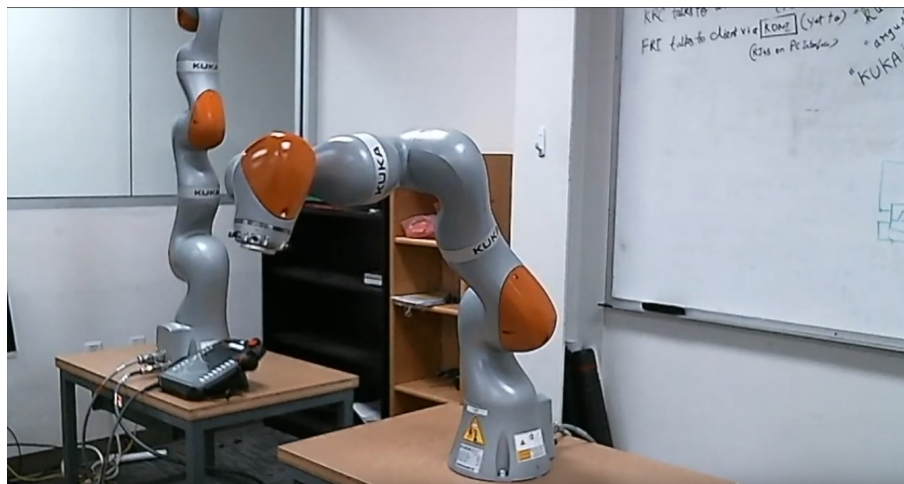


Figura 5 – Experimento para testar o controlador PD. [5]

O robô utilizado é o LBR iiwa, porém o proposto a ser simulado neste trabalho é o KR-5 e que pode ser visto na Figura 6.



Figura 6 – Robô KR-5.

O KR-5 é bem semelhante ao IIWA, porém sua aplicação é voltada para a área de soldas de precisão.

3 Sensores

Nenhum sensor externo ao robô foi utilizado, porém o robô em si possui alguns sensores para segurança. Sendo eles:

- Sensores táteis são usados para parar o robô se ocorrer um contato.
- Sensores de proximidade capacitivos que detectam a presença humana com a mudança do campo elétrico. Isso é feito medindo a constante dielétrica.
- 7 a 6 áreas de sensores ao redor da estrutura do robô. A análise do sinal depende da posição do robô.

4 Histórico e desenvolvimento

Utilizou-se o ROS Melodic no ubuntu 18.04 e houve a tentativa de instalar o ROS Industrial com suporte aos robôs da KUKA, porém não obteve-se sucesso. Dessa forma, um pacote externo com suporte ao robô KR-5 foi instalado a partir do seu código fonte no Github [8].

Esse pacote fornece suporte ao ROS kinetic, porém seguindo o readme e substituindo os pacotes pelos do ROS Melodic funcionou normalmente. Os seguintes passos foram realizados, após a instalação do ROS, para utilizar o pacote. Como pré requisitos:

```
1 sudo apt-get install ros-melodic-gazebo-ros-pkg
2 sudo apt-get install ros-melodic-gazebo-ros-control
3 sudo apt-get install ros-melodic-moveit
```

E para a instalação do pacote:

```
1 mkdir kuka_arm
2 cd kuka_arm
3 mkdir src
4 cd src
5 git clone git@github.com:CesMak/kuka_arm.git
6 cd ..
7 catkin init
8 catkin build
9 source devel/setup.bash
10 roslaunch kuka_manipulator_description test_kr5.launch
```

Para conseguir executar o exemplo para simular os movimentos, o seguinte comando foi utilizado:

```
1 roslaunch kuka_moveit_config demo.launch
```

5 Planejamento de movimento

A simulação foi feita utilizando o Rviz e movimento foi planejado definindo uma posição inicial e uma posição final. Para a posição inicial, foi estipulado uma posição aonde todos os ângulos iniciais do robô estão em zero, como pode ser visto na Figura 7.

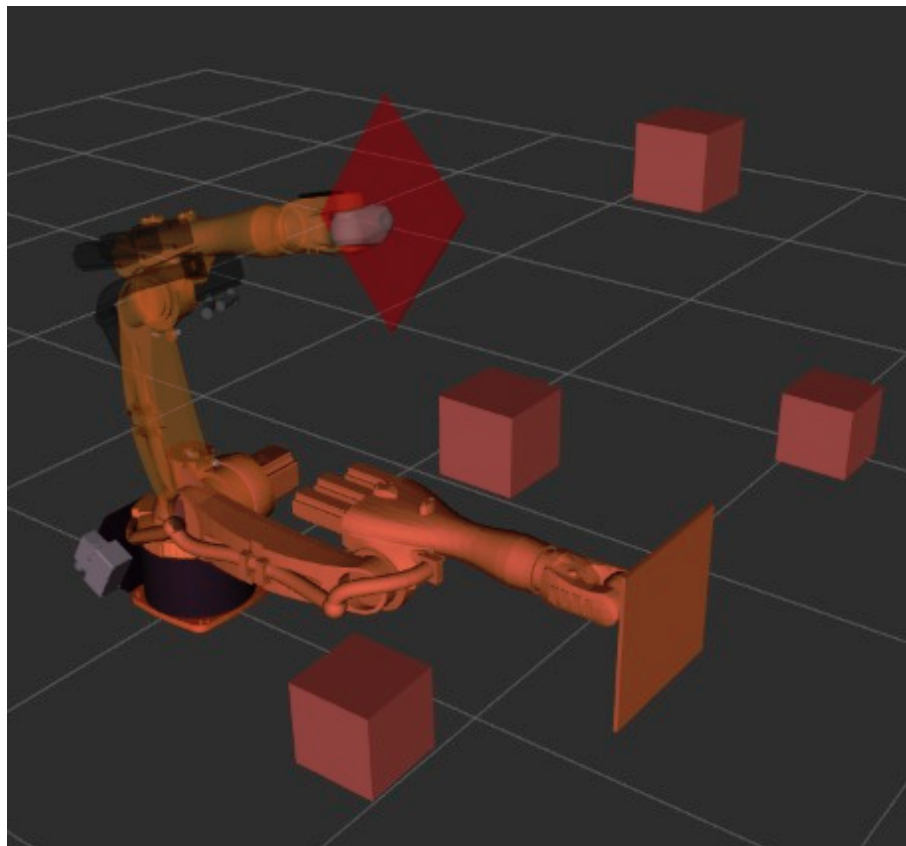
Figura 7 – Posição inicial

Context Planning Manipulation Scene Objects Stored Scenes Stored States Status Joints					
Group joints of goal state					
Joint Name	Value				
joint_a1	0°				
joint_a2	-0°				
joint_a3	-0°				
joint_a4	0°				
joint_a5	0°				
joint_a6	0°				

Fonte: O Autor (2021).

O que deixa o robô na posição da Figura 8.

Figura 8 – KR-5 na posição inicial



Fonte: O Autor (2021).

E para a posição final, ou posição de objetivo, foi definido uma posição aonde o robô está totalmente para cima. Os ângulos responsáveis podem ser vistos na Figura 9.

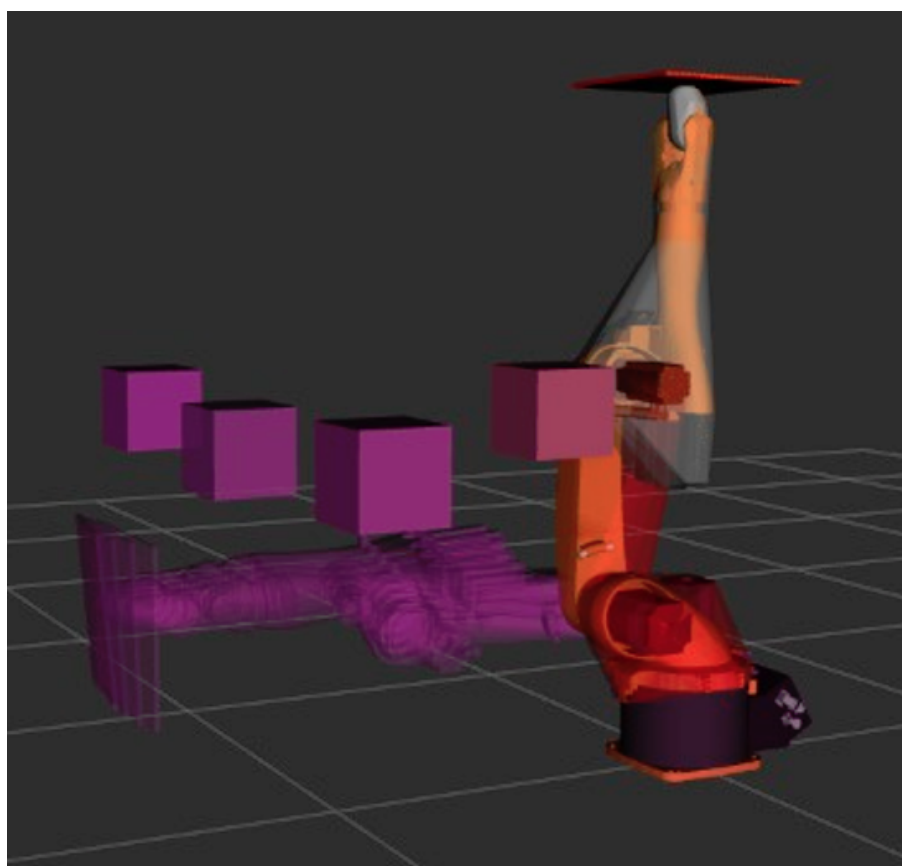
Figura 9 – Posição objetivo

Context	Planning	Manipulation	Scene Objects	Stored Scenes	Stored States	Status	Joints
Group joints of goal state							
Joint Name	Value						
joint_a1	0°						
joint_a2	-91°						
joint_a3	0°						
joint_a4	0°						
joint_a5	0°						
joint_a6	0°						

Fonte: O Autor (2021).

O que deixa o robô na posição da Figura 11

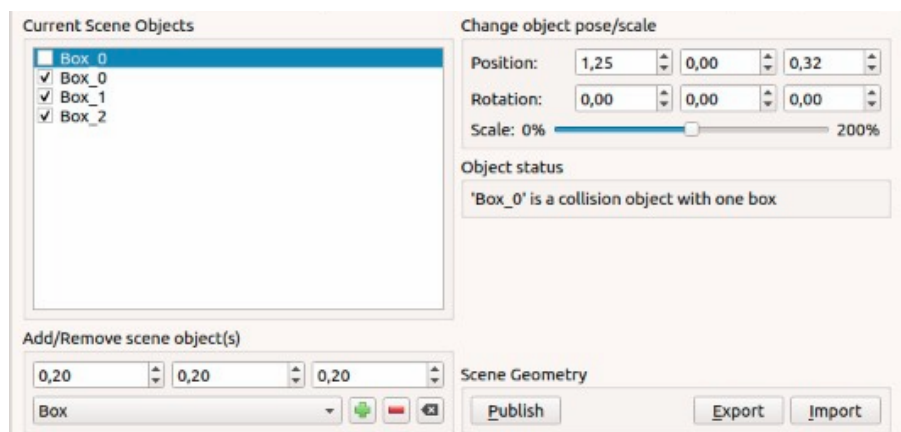
Figura 10 – KR-5 na posição final



Fonte: O Autor (2021).

Também foram incluídas algumas caixas para servirem de obstáculo para o movimento do robô e observar como ele calcula uma rota que desvia dessas caixas. O menu utilizado para adicionar as caixas pode ser visto na Figura ??.

Figura 11 – Menu das caixas



Fonte: O Autor (2021).

Conforme o movimento é feito, mais caixas foram adicionadas em cima da rota que ele estava fazendo, forçando o robô a ter que recalcular a rota.

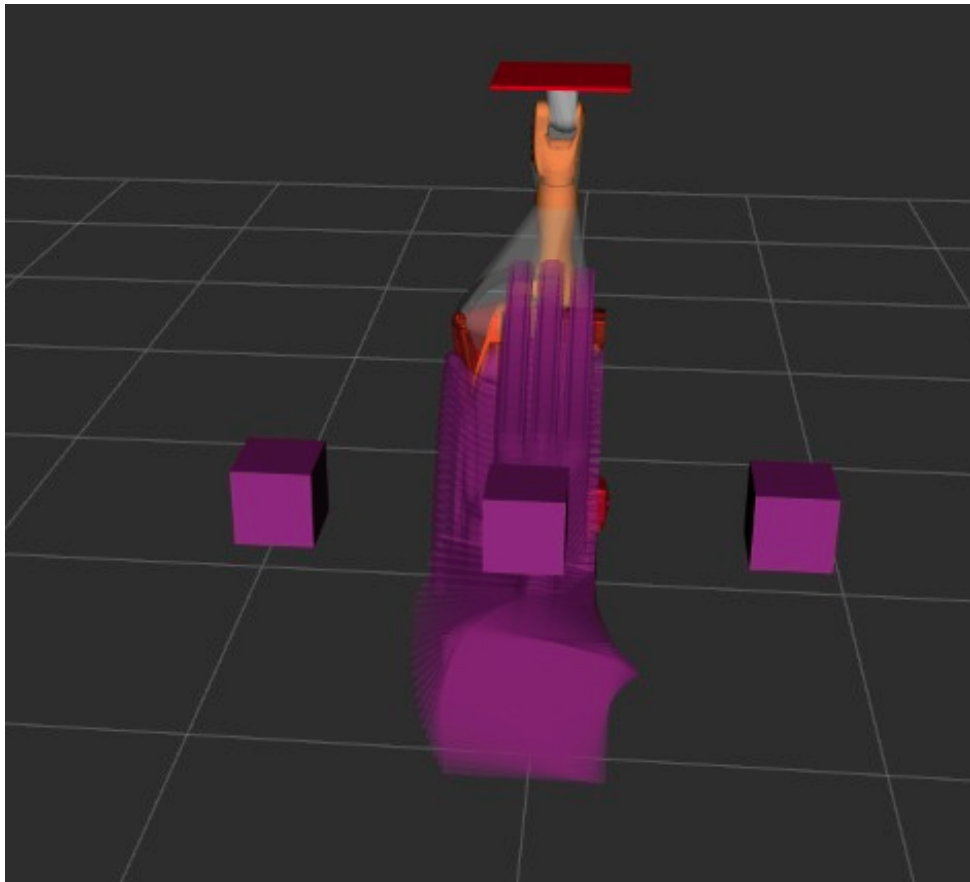
6 Projetos e robôs

Dois projetos foram encontrados, sendo eles um *pick and place*, aonde o robô KR-5 pega um bloco de madeira e o coloca em outro lugar [9] e o outro aonde o KR-5 é utilizado como uma furadeira [??].

7 Resultado das simulações com ROS/MoveIt

A seguir a simulação adicionando caixas e recalculando as rotas. Primeiramente, três caixas foram adicionadas e a simulação foi executada conforme a Figura 12

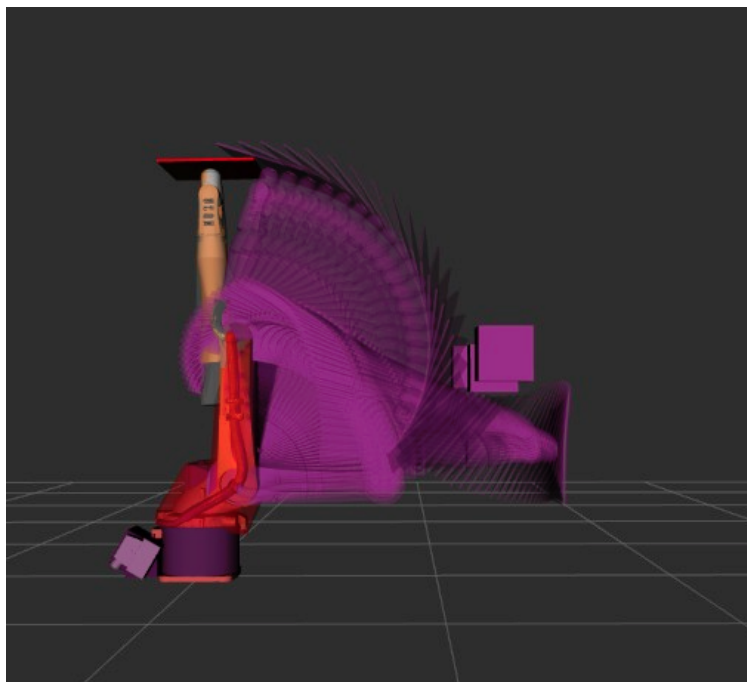
Figura 12 – Robô KR-5 com três caixas iniciais.



Fonte: O Autor (2021).

E em outro ângulo na Figura 13.

Figura 13 – Robô KR-5 com três caixas iniciais



Fonte: O Autor (2021).

Nota-se que o robô fez uma manobra por baixo, se reclinando e então se movendo para cima. Para testar outra rota, adicionou-se uma outra caixa embaixo para impedir essa manobra. A caixa sendo adicionada pode ser vista na Figura 14.

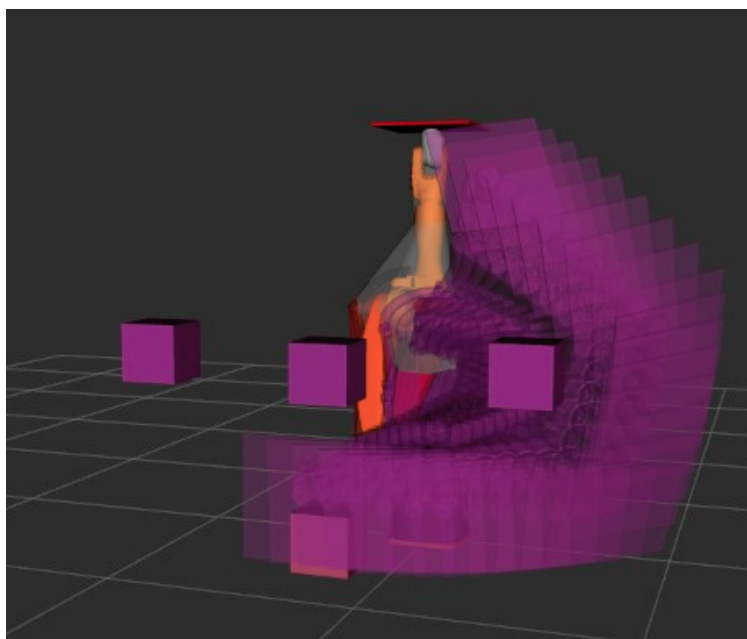
Figura 14 – Adicionando a quarta caixa



Fonte: O Autor (2021).

E a nova manobra calculada na Figura 15.

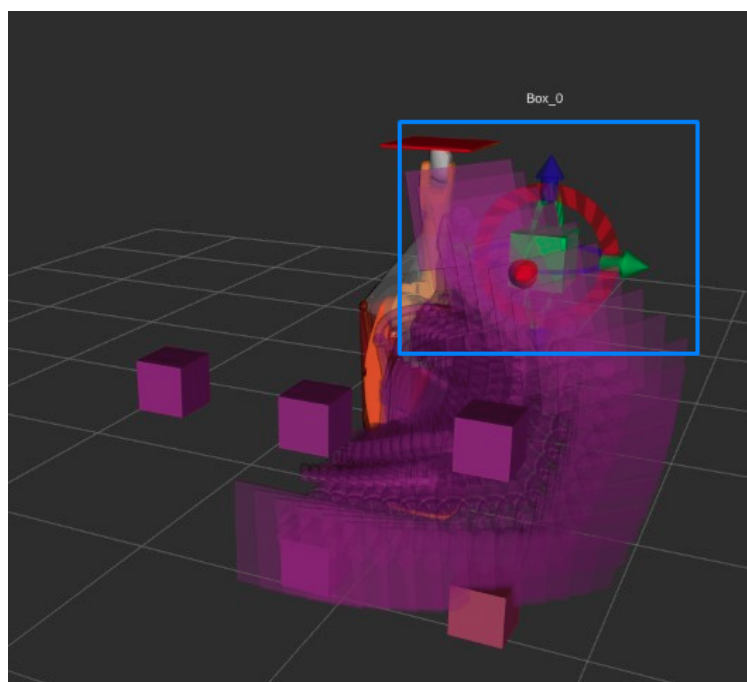
Figura 15 – Robô KR-5 com quatro caixas



Fonte: O Autor (2021).

Foi adicionado uma ultima caixa para impedir novamente a manobra, conforme em destaque na Figura 16.

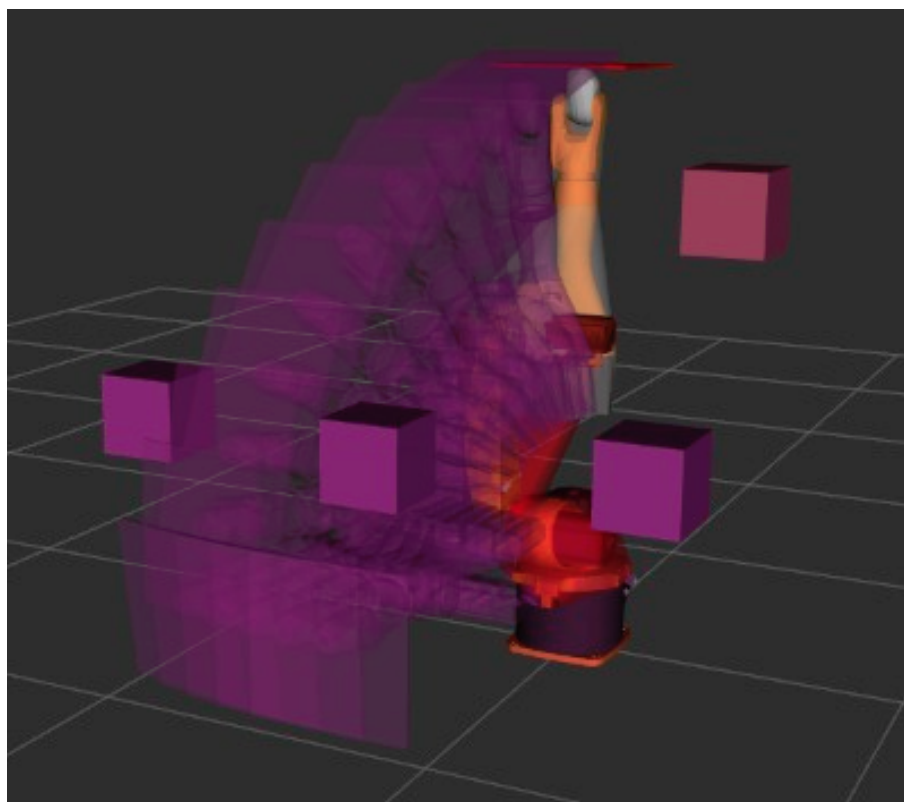
Figura 16 – Robô KR-5 com quatro caixas



Fonte: O Autor (2021).

E a nova manobra pode ser vista na Figura 17.

Figura 17 – Robô KR-5 com quatro caixas



Fonte: O Autor (2021).

Desviando assim de todos os obstáculos colocados e alcançando o objetivo final.

Referências

- 1 “Industrial Intelligence 4.0_beyond Automation”. KUKA AG,
<https://www.kuka.com/en-us>. Acessado 13 de julho de 2021. 5
- 2 “LBR iiwa”. KUKA AG, <https://www.kuka.com/pt-br/produtos-servicos/sistemas-de-robô/robôs-industriais/lbr-iiwa>. Acessado 14 de julho de 2021. 3, 5
- 3 Classificação dos Robôs.
<https://graduacao.ufabc.edu.br/eiar/conteudo/ensino/disciplinas/Robotica/FundamentosRobotica.L>
Acessado 14 de julho de 2021. 3, 6
- 4 “Classificação dos robôs”. tegruposete7, 24 de abril de 2011,
<https://tegruposete7.wordpress.com/classificacao-dos-robos/>. 3, 6, 7
- 5 KUKA iiwa Control Test. www.youtube.com,
https://www.youtube.com/watch?v=g1_0zCGEO-8. Acessado 14 de julho de 2021. 3, 7, 8
- 6 Robots | MoveIt. <https://moveit.ros.org/robots/>. Acessado 14 de julho de 2021.
- 7 GitHub. ROS-Industrial, 2021. GitHub, https://github.com/ros-industrial/kuka_experimental.
- 8 GitHub. Kuka Arm, 2021. GitHub, https://github.com/CesMak/kuka_arm. 10
- 9 Youtube. Kuka KR-5 Pick and Place, 2021.
<https://www.youtube.com/watch?v=DksGlJ91TAY> 14
- 10 Youtube. Kuka KR-5 as a drill, 2021.
<https://www.youtube.com/watch?v=IqDIL09pT3k>