

# Braço robótico: Infinity Gauntlet

Diogo Ribeiro – 108217

Magner Gusse – 110180



01

## **Sobre a missão**

Breve descrição sobre a missão em que pretendemos embarcar

02

## **Requisitos a cumprir**

Requisitos que o braço deve cumprir para esta missão

03

## **Fase conceptual e conceito escolhido**

04

## **Apresentação do braço, dos seus componentes e o seu uso**

Especificações do produto, soluções técnicas e construtivas, material, desenhos e uso

05

## **Conclusões**

O que fazer a seguir com este projeto



## Sobre a missão:

O projeto do desenvolvimento do braço robótico foi realizado para a missão de exploração da lua de Saturno Titã

# Porquê escolher Titã?

## Introdução a Titã

Titã é um planeta extraordinário. Entre as mais de 150 luas conhecidas no nosso sistema solar, é a única que apresenta uma atmosfera substancial.

Além da Terra, Titã é o único lugar onde podemos encontrar líquidos na forma de rios, lagos e mares para além da sua superfície.

## Principais características

As características mais relevantes de Titã são a sua possível habitabilidade e as suas condições atmosféricas e climatéricas

## Assuntos a estudar na missão

- Constituição química
- Mapeamento da superfície
- Existência de vida



# Requisitos a cumprir

02

# Requisitos a cumprir



## Acoplamento simples

Acoplamento feito em 30 minutos



## Controlo Remoto

Equipamento controlado na ground station na Terra



## Resistência às condições

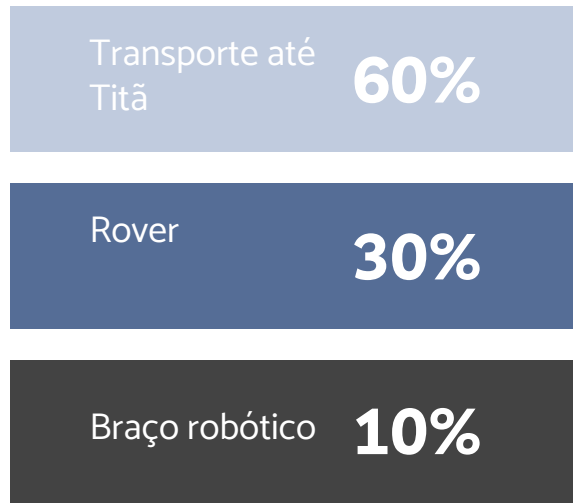
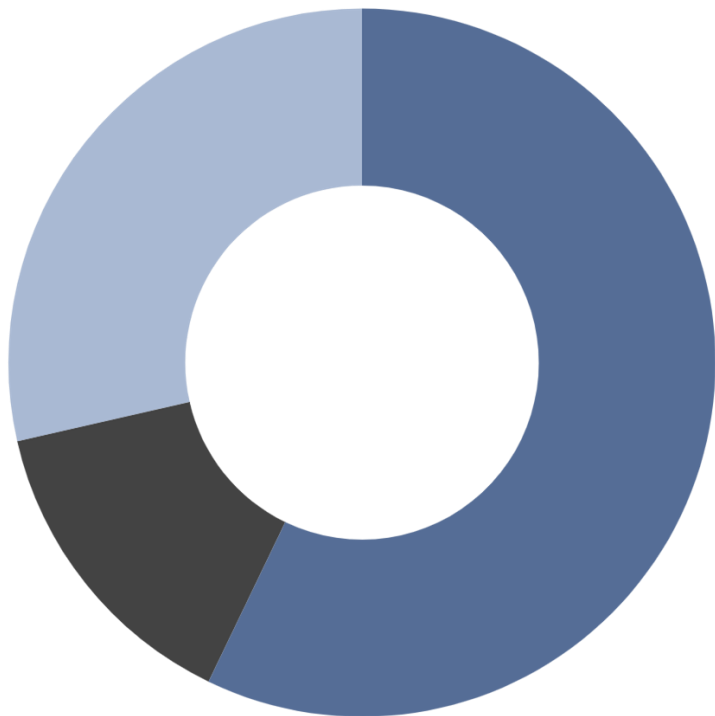
Equipamento resistente às temperaturas entre 89,5 K e 94,5 K e a substâncias ácidas



## Adaptação ao campo gravítico

Aceleração gravítica com um valor de  $1,352 \text{ m/s}^2$

# BUDGET





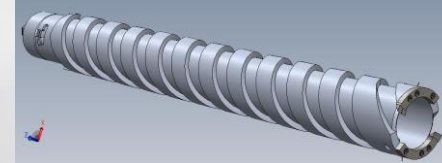
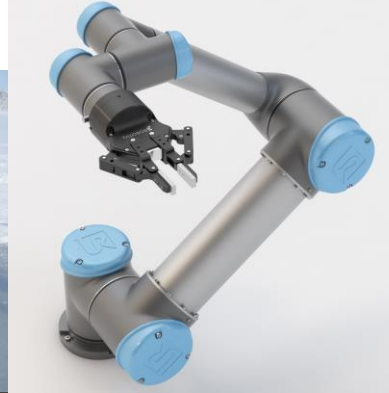
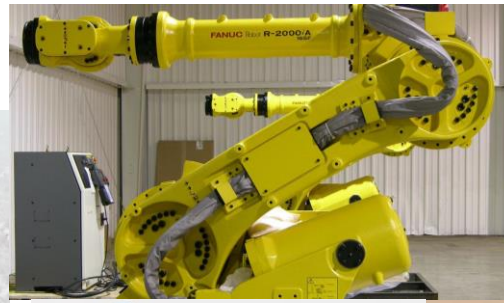


# Fase conceitual e conceito escolhido

03

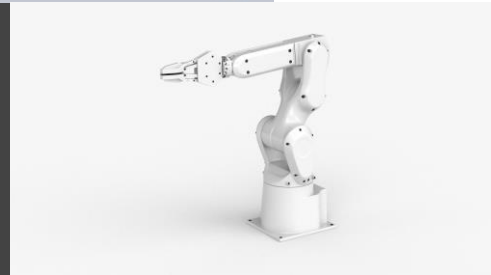


# Benchmarking

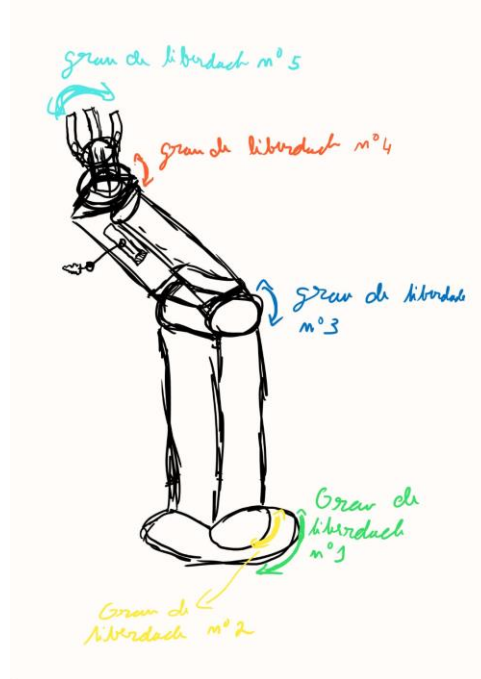


Recolha de informações sobre braços robóticos e ganho de conhecimento sobre os mesmos.

Fase de ganho de conhecimento sobre os aspetos mais importantes do projeto.



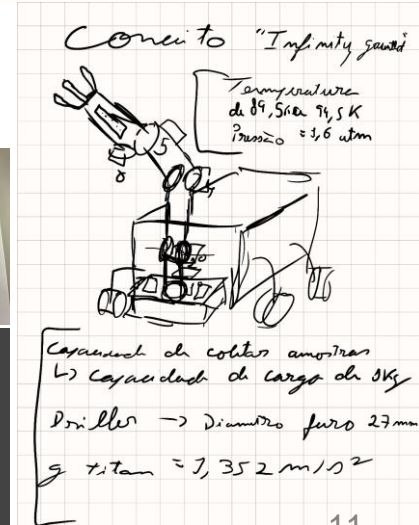
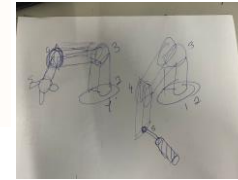
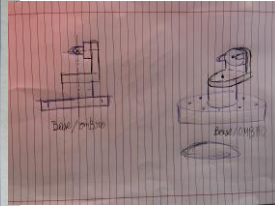
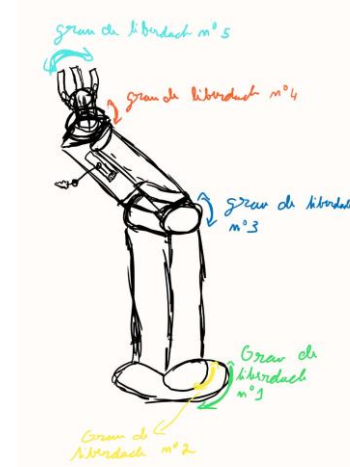
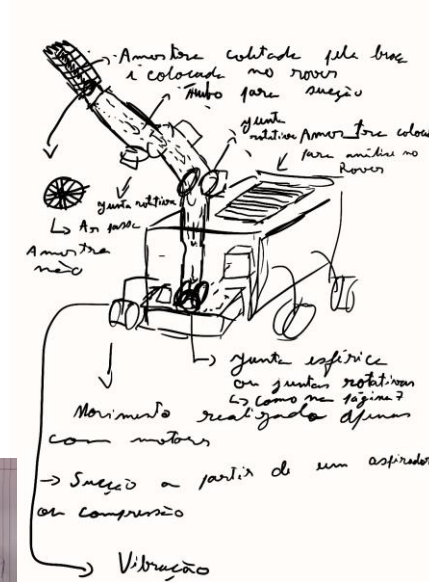
# Primeiro conceito



Braço robótico com um gripper para recolha de amostras de gelo.

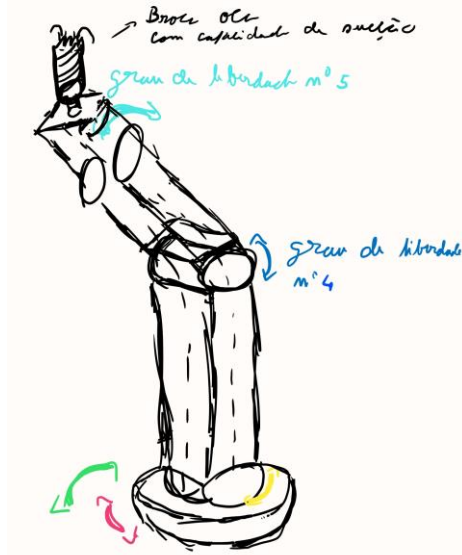
Porém tivemos de largar esta ideia pois um gripper e recolha de amostras de gelo são incompatíveis.

# Conceitos gerados



Conceitos que surgiram ao longo do tempo para o desenvolvimento do braço

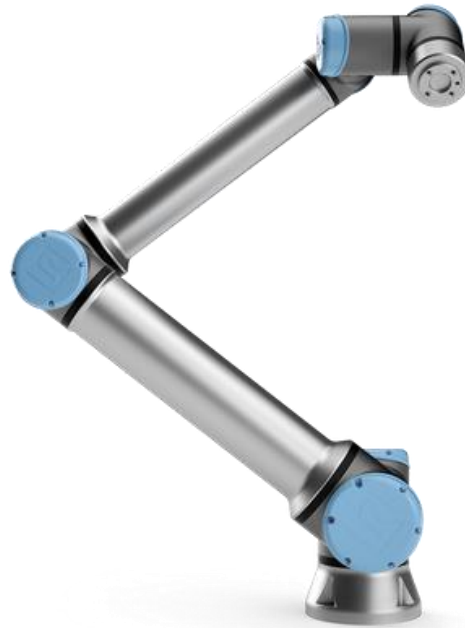
# Conceito escolhido



Após reconsideração foi decidido usar um braço robótico com uma broca oca na sua ponta para uma recolha de amostras.

O conceito escolhido apresentaria 5 graus de liberdade.


## Modelo de inspiração



Modelo que serviu de inspiração de filosofia no desenvolvimento do projeto.

Modelo UR10e da Universal Robots por apresentar dimensões próximas do idealizado para o Infinity Gauntlet.



A photograph showing a section of the International Space Station (ISS) in orbit above Earth. The station's complex structure, including gold-colored thermal blankets and various modules, is visible in the upper right. Below it, the Earth's surface is covered in a dense layer of white clouds over a blue ocean. The horizon of the planet is visible at the top of the frame.

# **Apresentação do braço, dos seus componentes e o seu uso**

04

# Motor Servo e brushless motor

O motor servo foi o primeiro componente a ser escolhido, pois é o componente crítico para o dimensionamento do braço do nosso braço robótico. O motor servo escolhido foi o Dynamixel-P PH54-200-S500-R e este apresenta características como:

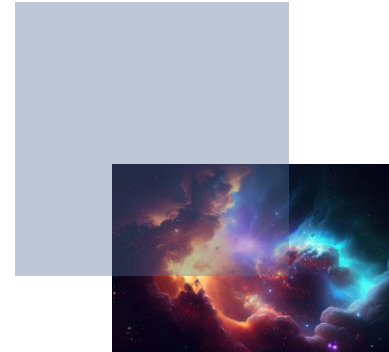
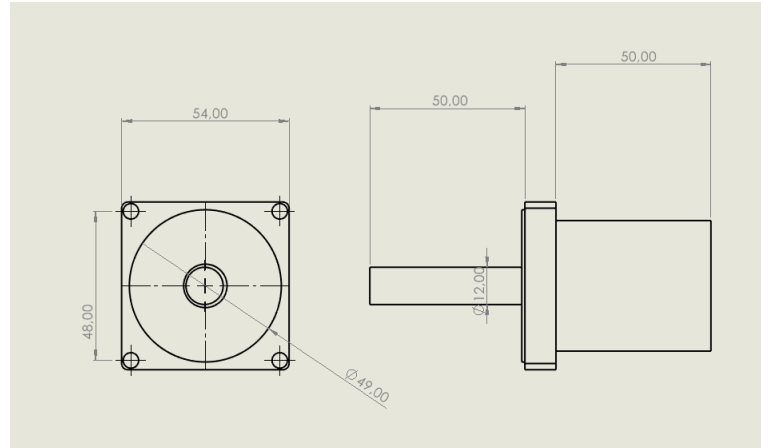
- Torque control
- Velocity control
- Position control
- Extended position control
- PWM control (Voltage control)
- Peso de 0,855 Kg
- Dimensões de 54 x 126 x 54 mm



De seguida foi escolhido um brushless motor para o movimento da broca, o escolhido foi o Brushless-D2BLD5030S e este apresenta as seguintes características:

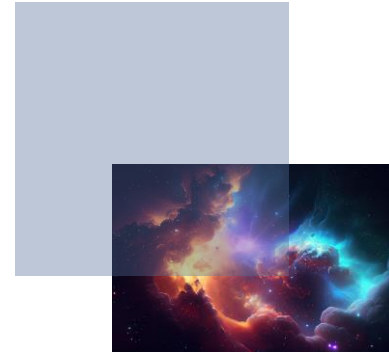
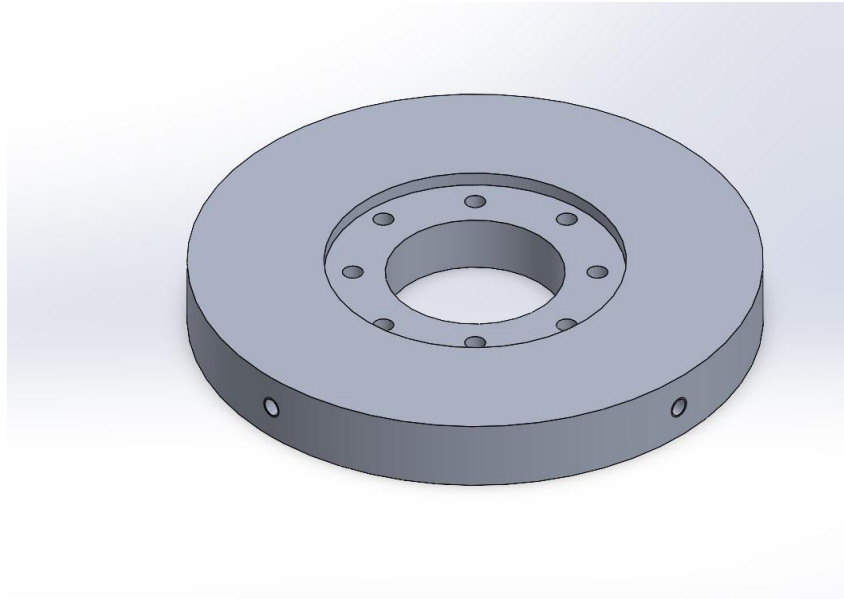
- Velocidade de rotação máxima de 3000 rpm
- Peso do motor de 1,200 Kg
- Potência requerida de 0,05 kW

As dimensões deste motor estão apresentadas na seguinte imagem:

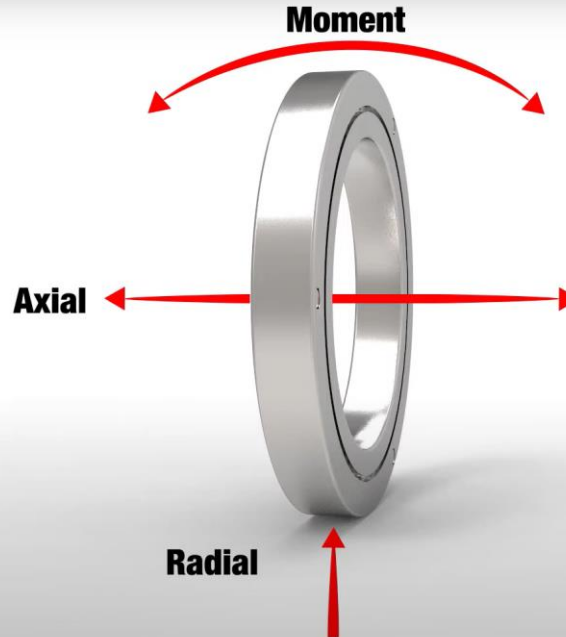


Para transmitir o movimento do motor servo para o braço robótico foi usada uma placa transmissora com um diâmetro de 80 mm o que permite o direct-drive.

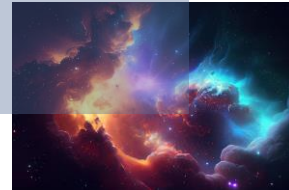
Mais especificamente o material usado foi a Liga de titânio Ti-6Al-4V. Este componente é feito a partir do processo de maquinação.



Escolhido o Crossed Roller Bearing por resistir a forças axiais, radiais e momentos. Apresentando fixações aparafusadas aos anéis fixo e móvel.

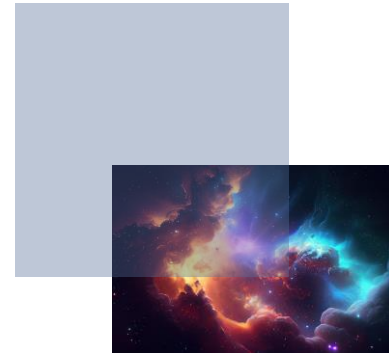
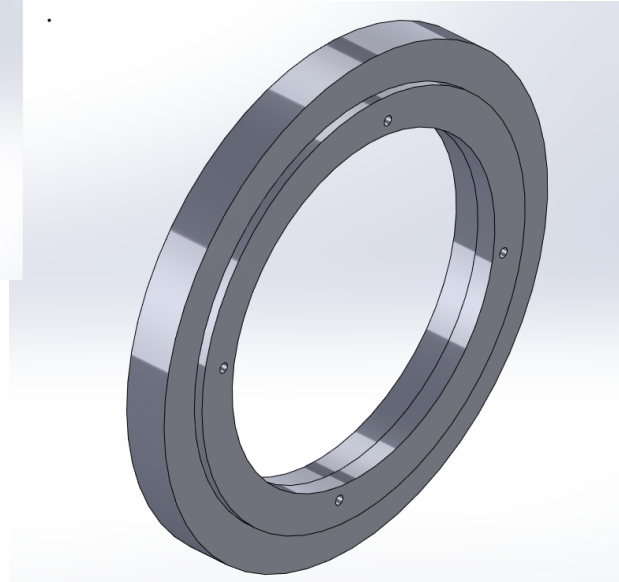
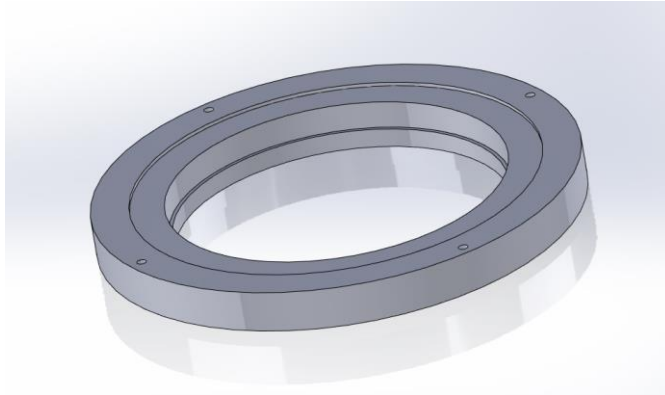


Rolamento usado para  
facilitar rotação



## **Rolamento usado para facilitar rotação**

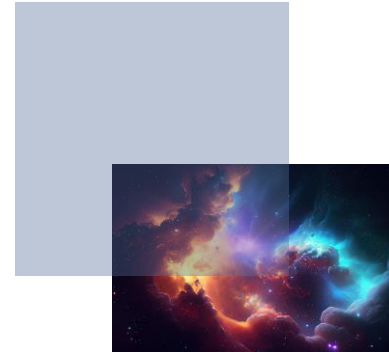
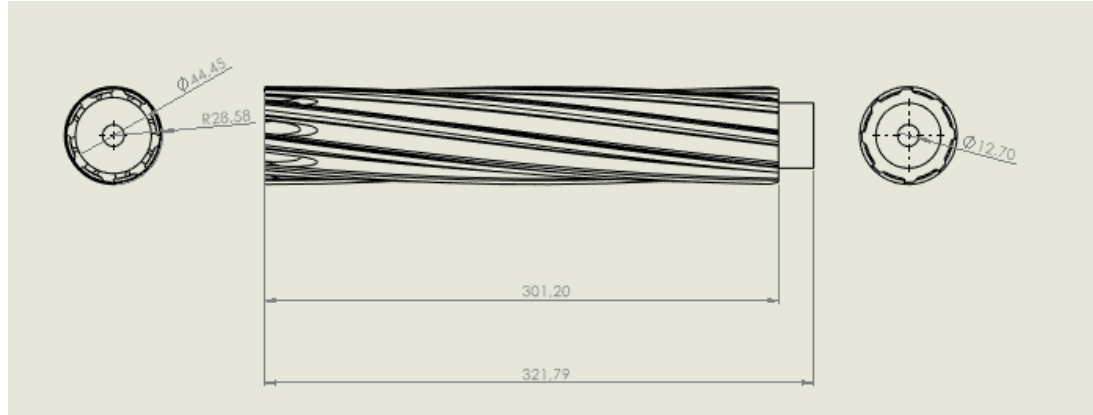
Para evitar desgaste de peças por atrito durante a rotação devido ao atrito entre os vários componentes foi desenvolvido um modelo simplificado do rolamento Crossed Roller Bearing.





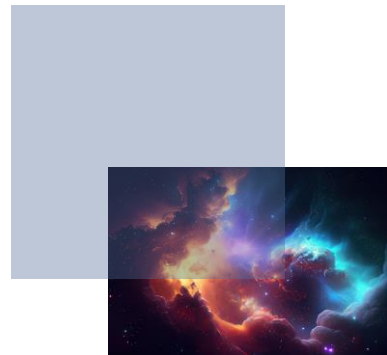
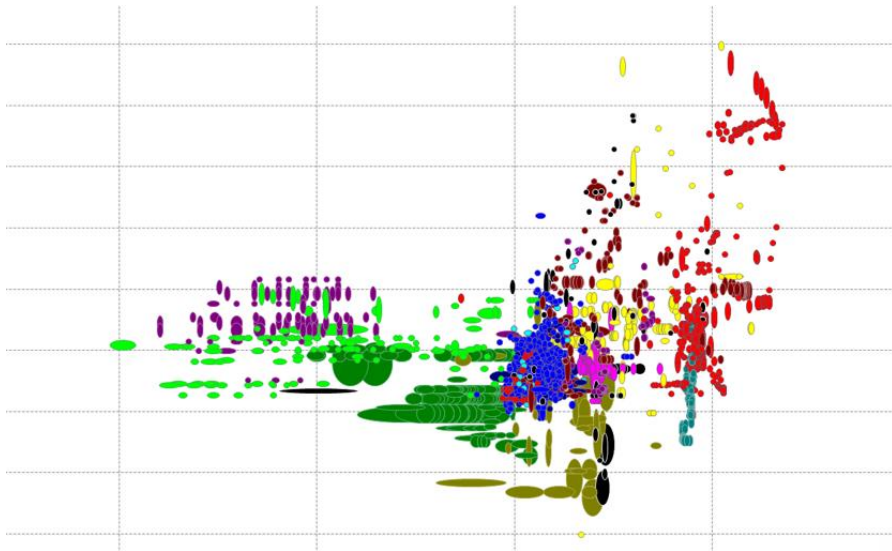
## Broca oca para coleção de amostras

A seguir foi criada a broca para a coleção de amostras. Esta apresenta as dimensões que podemos ver na imagem e foi feita a partir de Titânio.



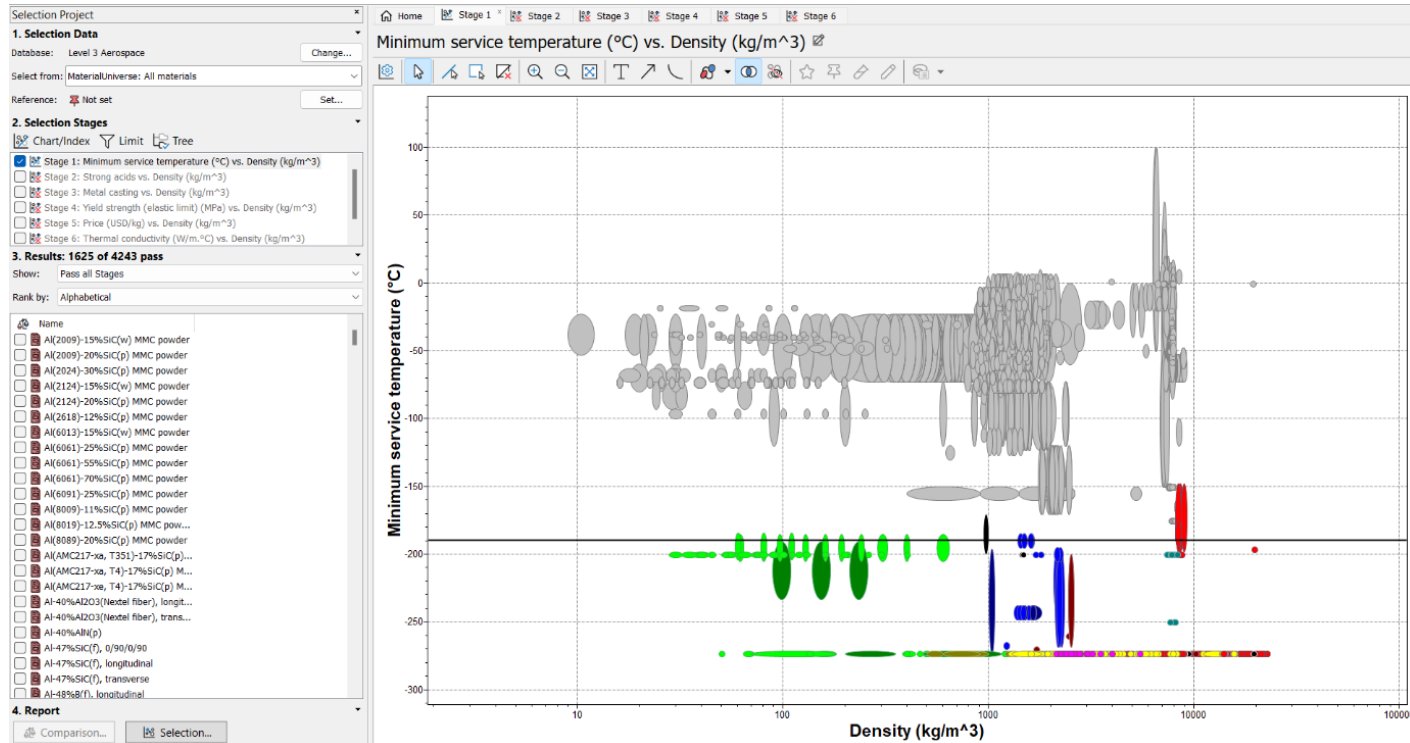
## Escolha de material para o braço robótico

A escolha do material do braço robótico consistiu em 5 fases de filtragem, sendo essas varias fases requisitos que o material deve cumprir, este processo foi feito com recurso ao software Granta-Edupack.



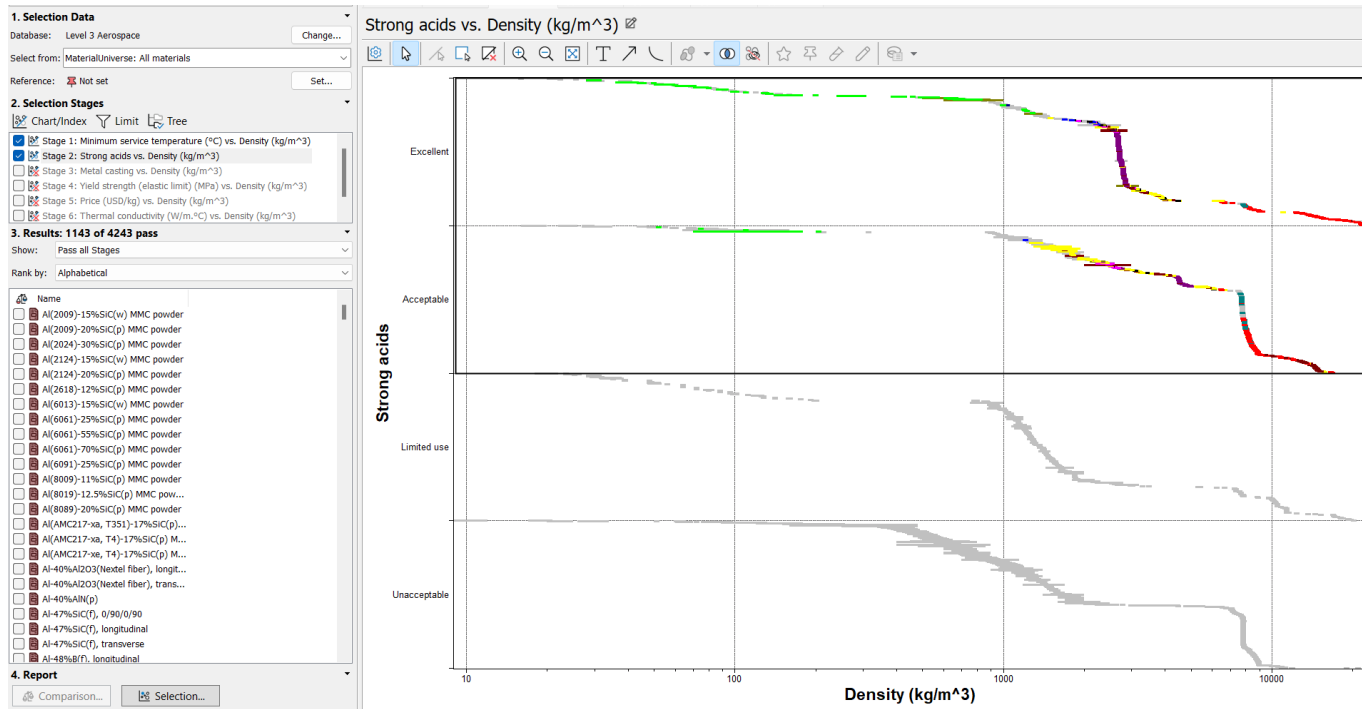
## Escolha de material para o braço robótico

O primeiro critério aplicado foi a necessidade do material apresentar uma temperatura de serviço mínima inferior a 89,5 K. Isso baixou o numero de opções de 4243 para 1625.



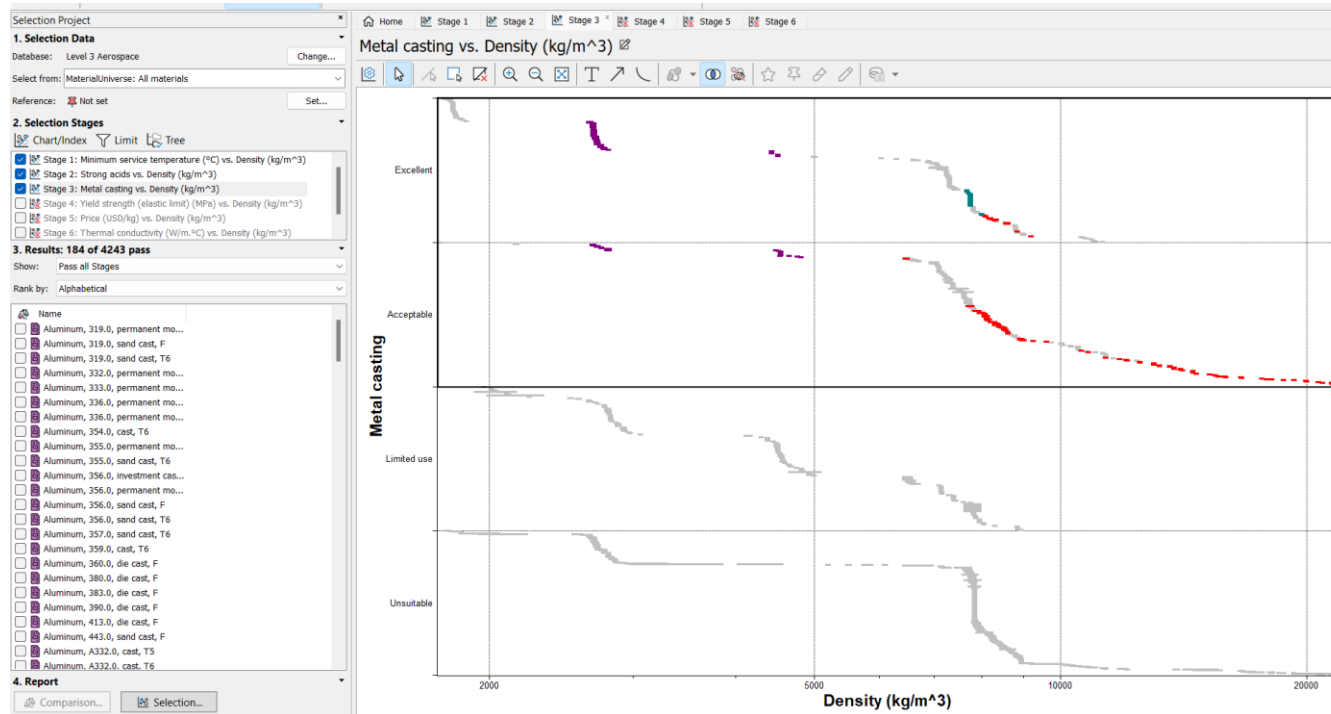
## Escolha de material para o braço robótico

O segundo critério aplicado foi a resistência a substâncias ácidas, onde neste estudo foram escolhidas substâncias que apresentam uma resistência aceitável ou excelente. Isso baixou o número de opções para 1143.



## Escolha de material para o braço robótico

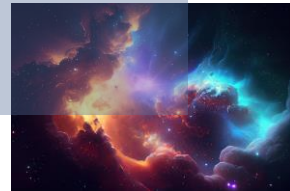
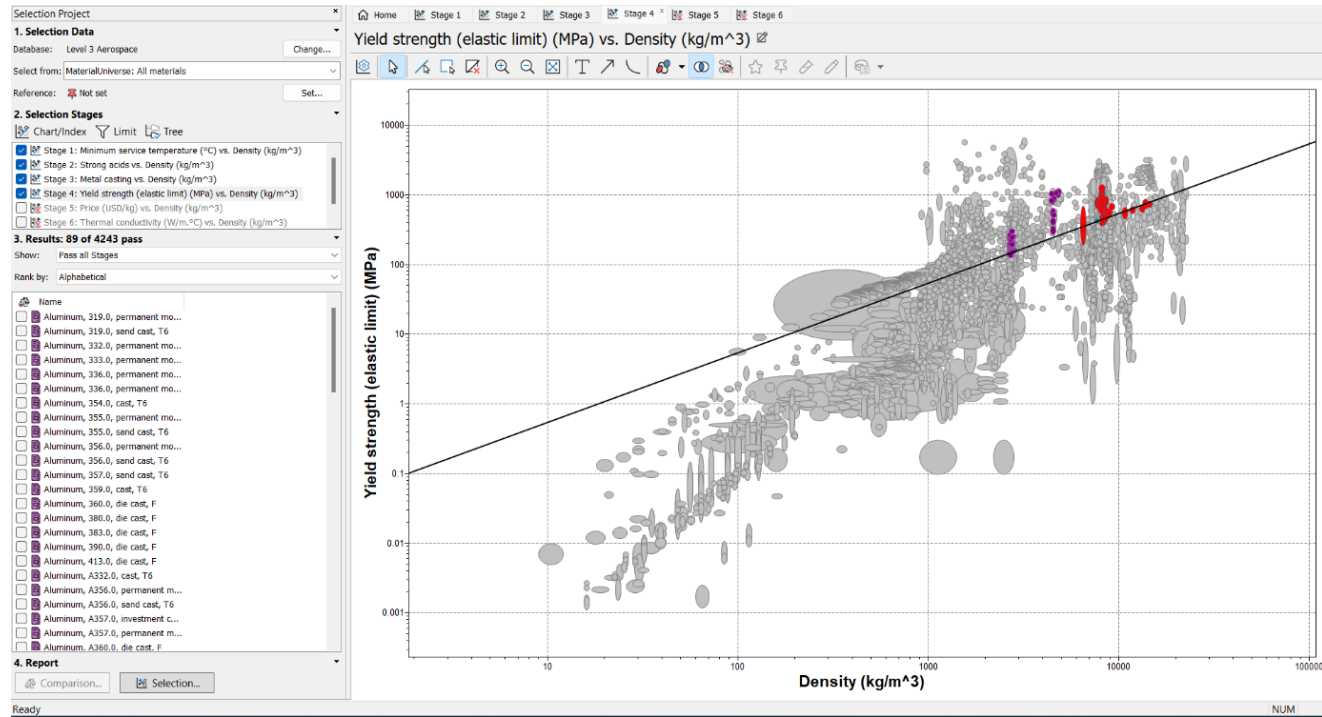
O terceiro critério considerado foi se o material usado pode ser usado em processos de fundição. Para isso foram escolhidos materiais que apresentam uma performance aceitável ou excelente neste índice. Isto baixou o número de opções para 184.





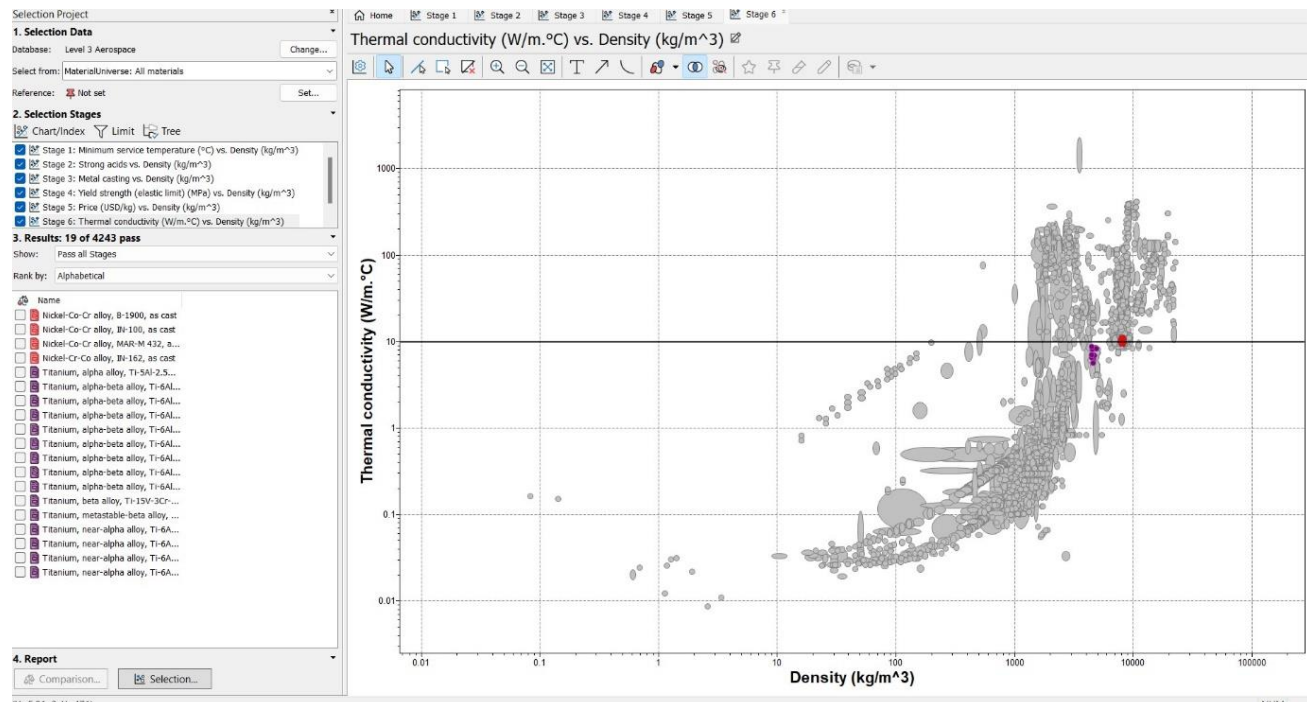
## Escolha de material para o braço robótico

O quarto critério em consideração foi a tensão de cedência. Neste caso recolhemos apenas os materiais que se apresentassem numa posição superior a uma reta definida num gráfico densidade- tensão de cedência. Isto baixou o numero de opções para 89.



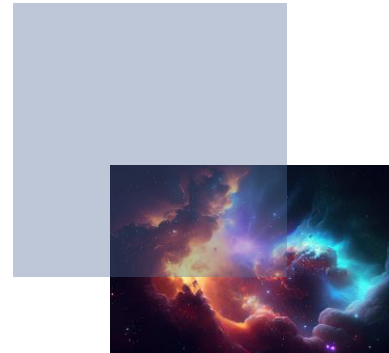
## Escolha de material para o braço robótico

Por ultimo tivemos em consideração a condutividade térmica, algo importante para a proteção de componentes. Foram apenas escolhidos materiais que possuíam uma condutividade térmica superior a 10 W/m.°C. Isto baixou o numero de materiais possíveis para apenas 19.



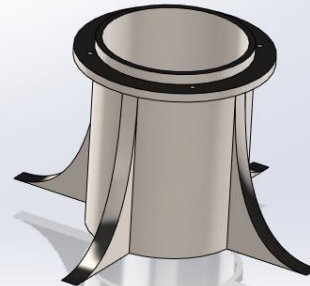
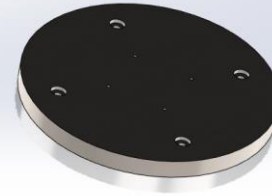
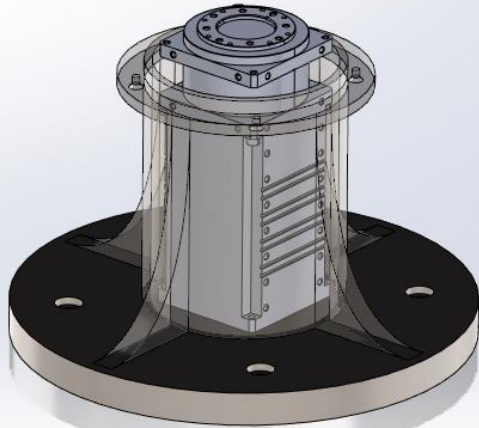
## **Escolha de material para o braço robótico**

Dentro dessas 19 opções temos ligas de níquel e ligas de titânio, porém como as ligas de titânio apresentam uma massa menor para uma performance mecânica semelhante escolhemos então no final como material: Titanium, alfa-beta alloy, Ti-6Al-4V cast.



## Componentes do braço robótico

O braço robótico apresenta inúmeros componentes. Mas primeiro vamos apresentar a base que se divide numa plataforma circular e um cilindro para conter o motor. Estes componentes são feitos a partir do processo de fundição e maquinação.



A seguir temos a ligação “cotovelo”, a principal parte para a rotação do braço. Nesta ligação também temos um diâmetro interior de 87 mm. Todos os componentes que fazem parte desta ligação são feitos a partir do processo de fabrico de fundição e maquinação.

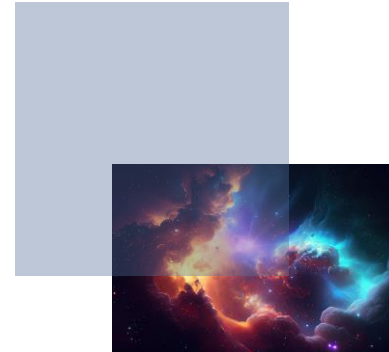
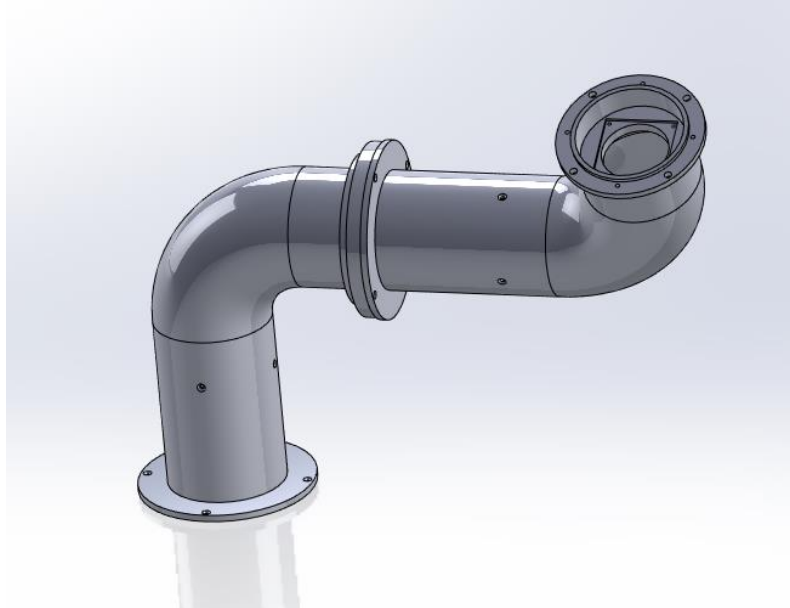
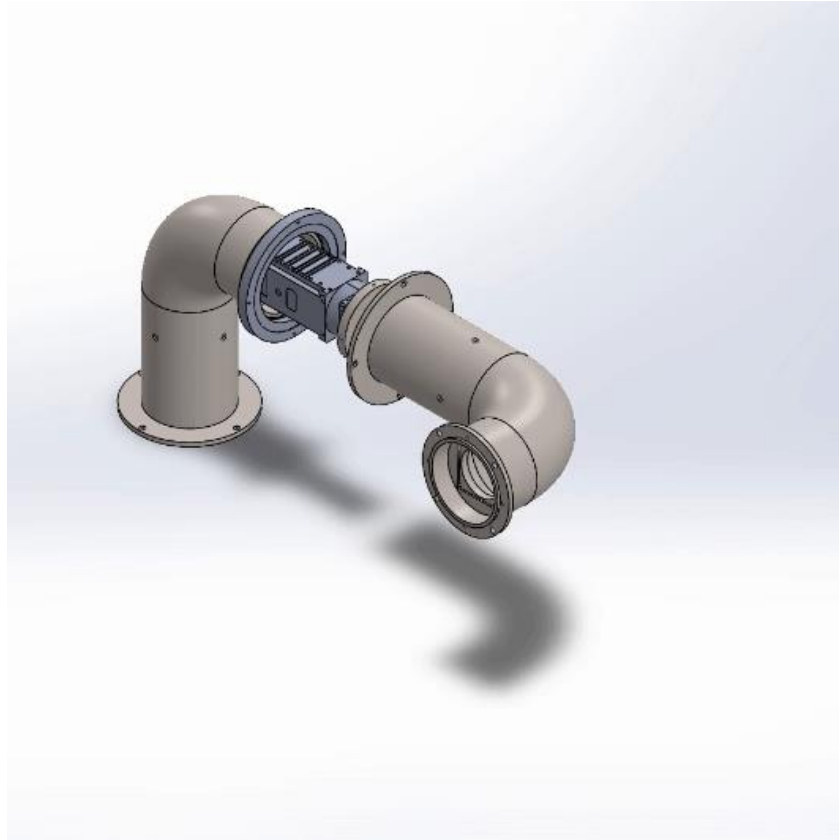
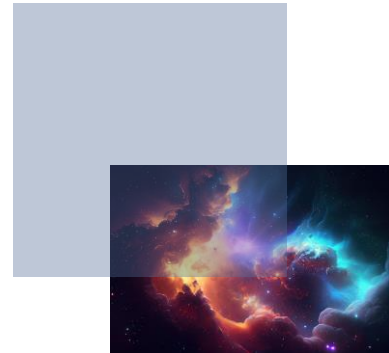




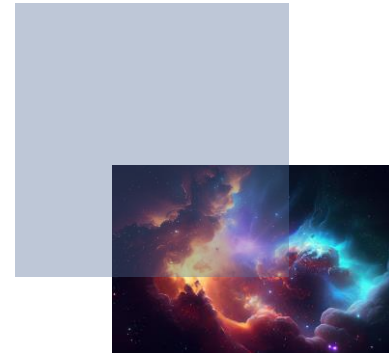
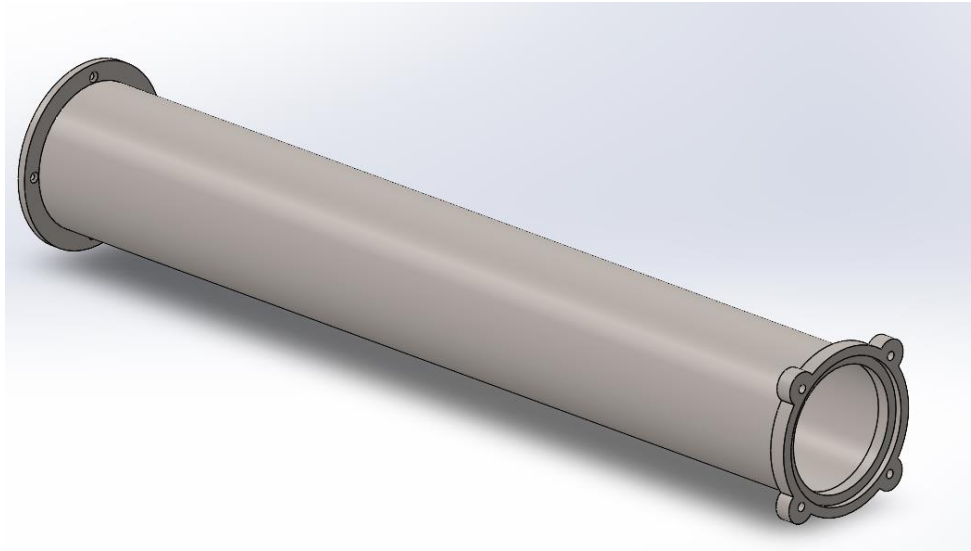
Ilustração da montagem das peças móveis, processo este que é repetido ao longo do braço.



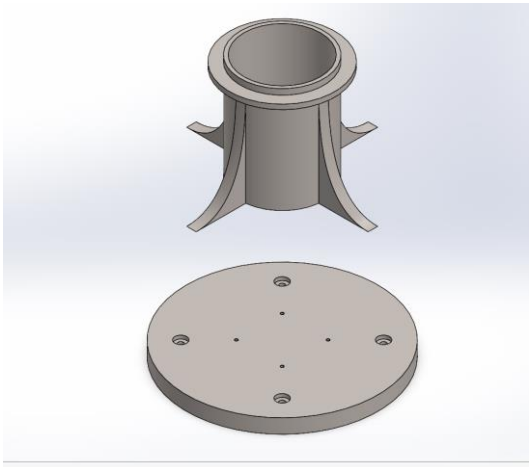
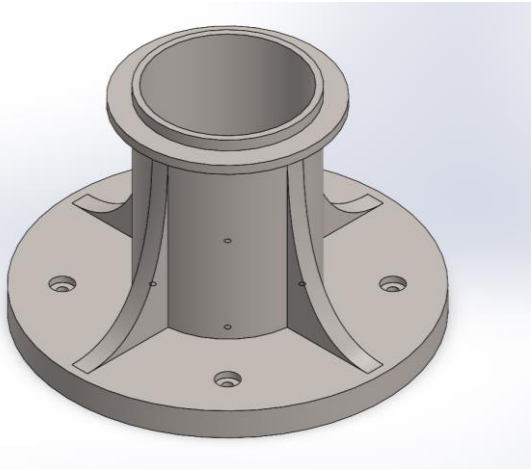
Montagem das peças móveis



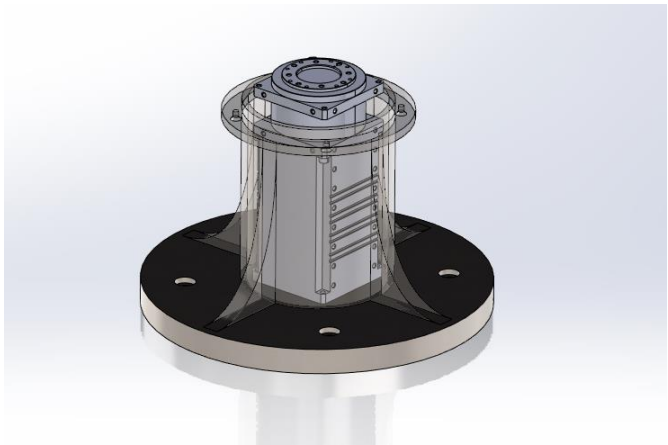
Por último, temos o elo de ligação mais longo que permite termos um raio de funcionamento favorável. Este elo é usado duas vezes no braço robótico, apresenta 87 mm de diâmetro exterior. É fabricado a partir de fundição e maquinação.



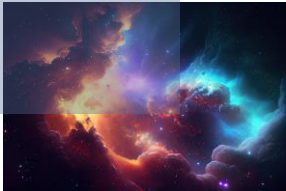
# Design for Assembly



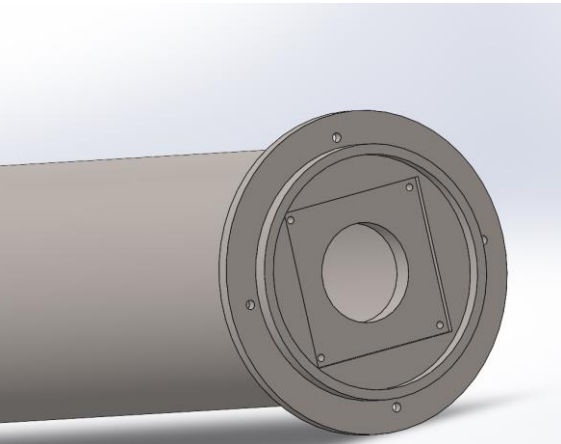
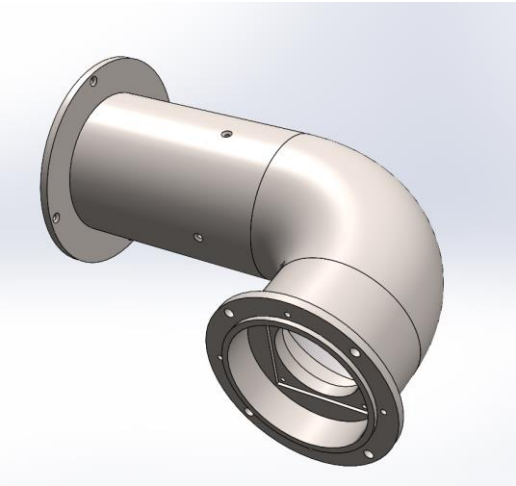
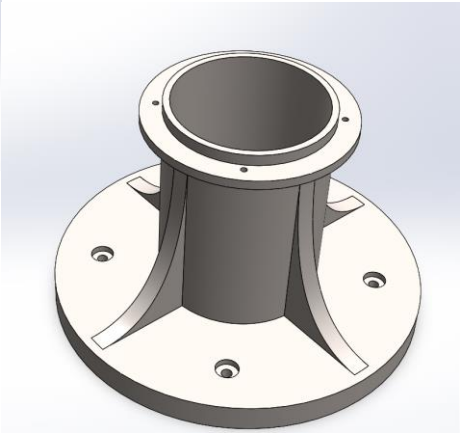
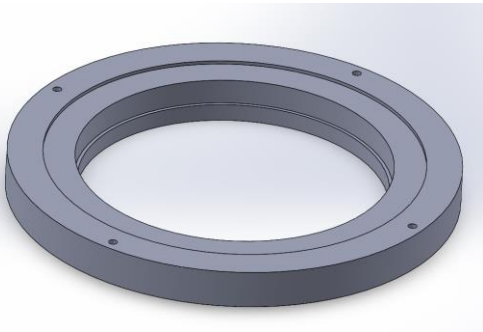
Separação da base para permitir montagem do motor por ligação aparafusada.



Componentes do braço  
robótico



# Design for Assembly

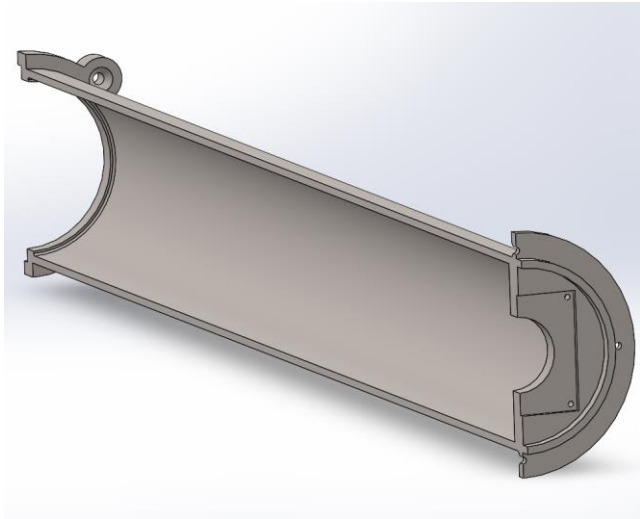
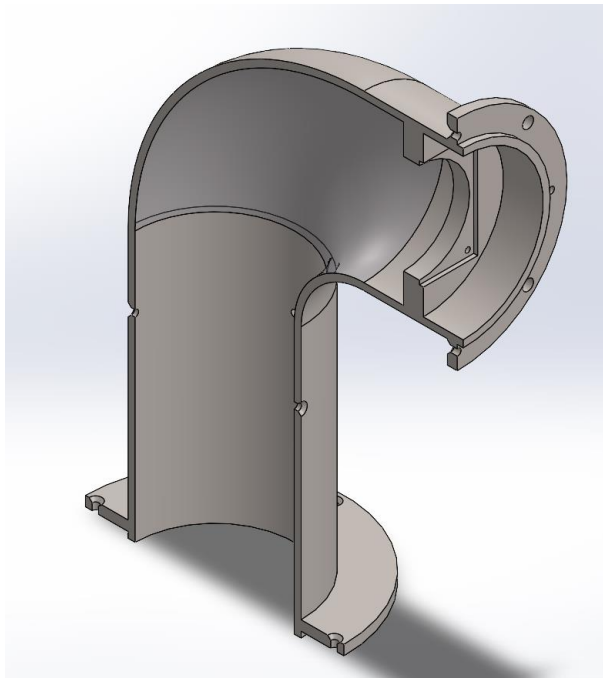


**Componentes do braço  
robótico**

Criação de bases e furos para fixação e montagem dos rolamentos nos diferentes componentes de interação.

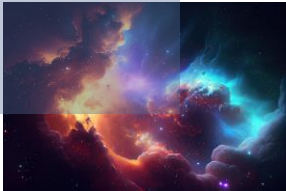


# Design for Manufacturing

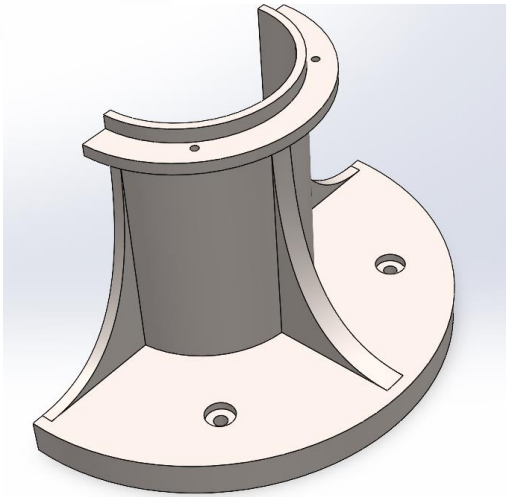
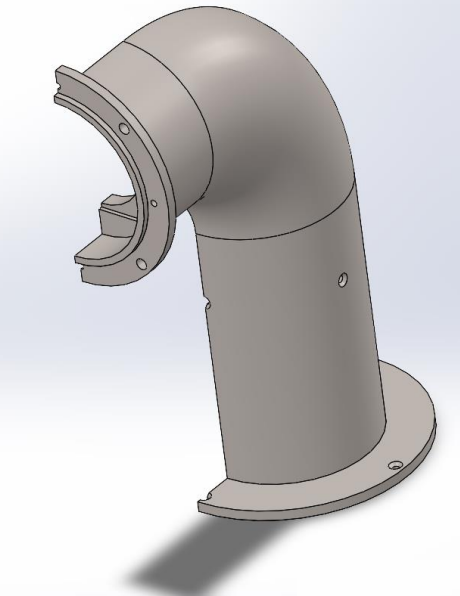
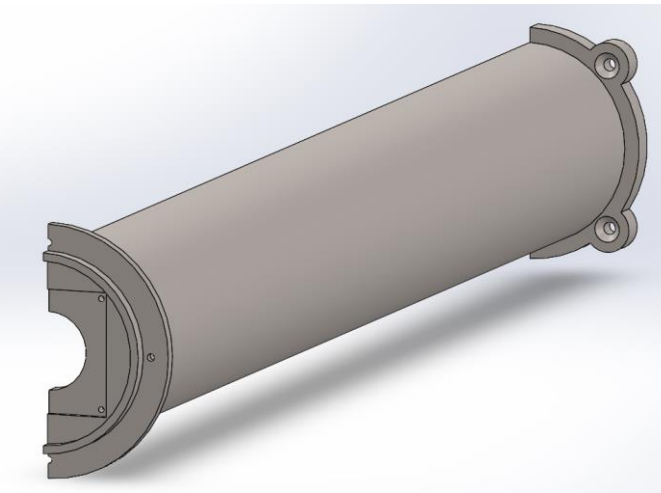


**Componentes do braço  
robótico**

Peças com perfil que permite a separação do macho de  
areia em processos de fundição.

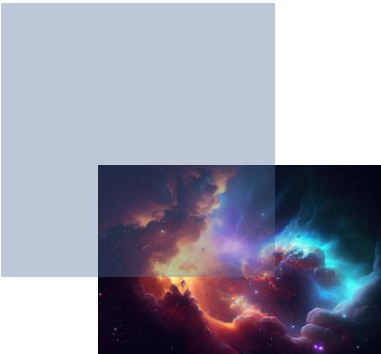


# Design for Manufacturing



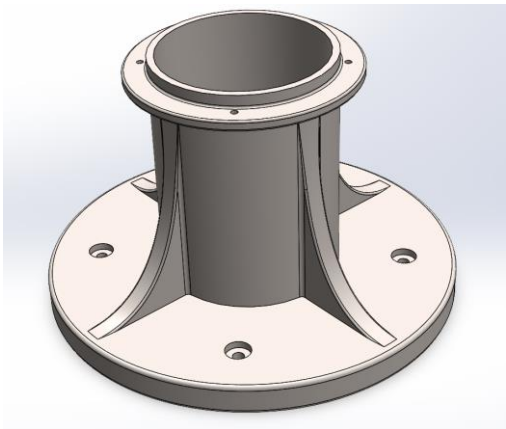
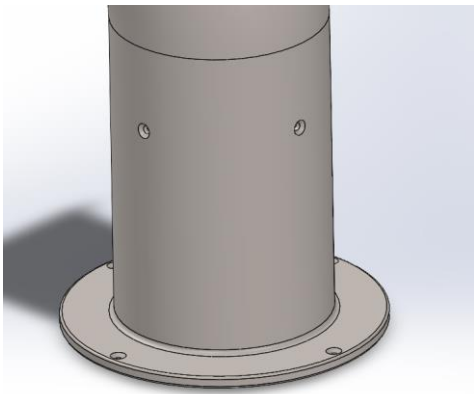
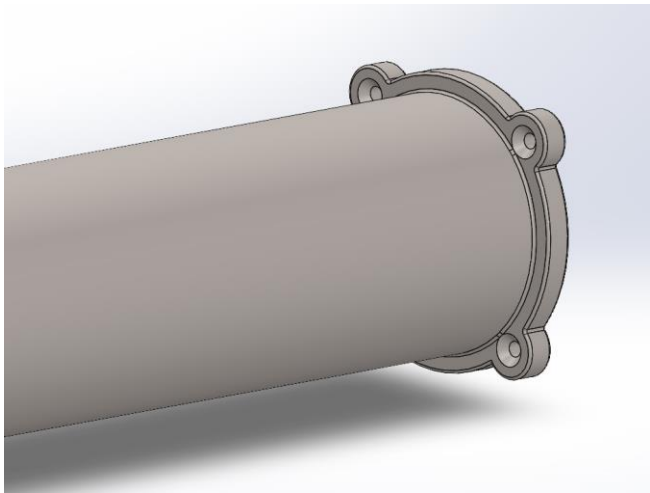
Peças com pelo menos 1 plano de simetria para maior facilidade de fabrico em fundição

Componentes do braço robótico



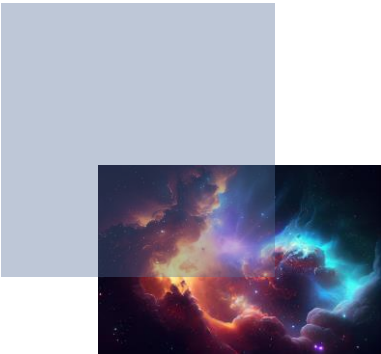


# Design for Manufacturing and Assembly



Adição de *filets* para remoção de arestas vivas e acomodação das limitações do fabrico.

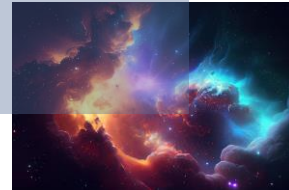
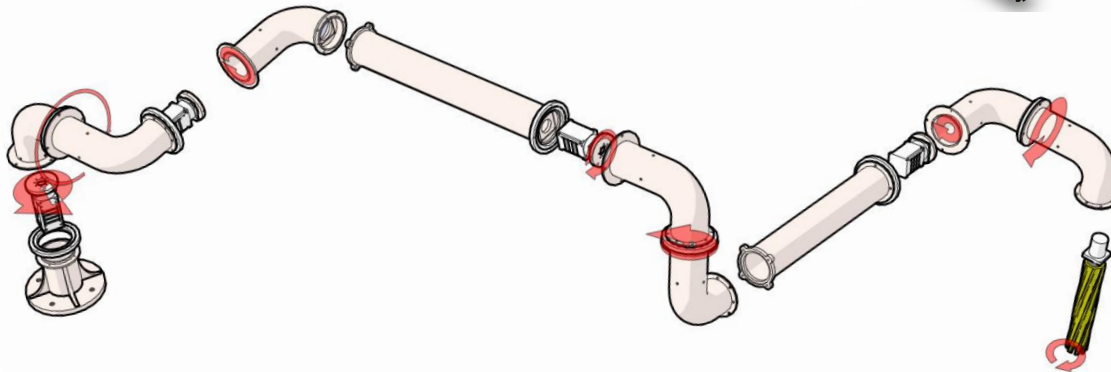
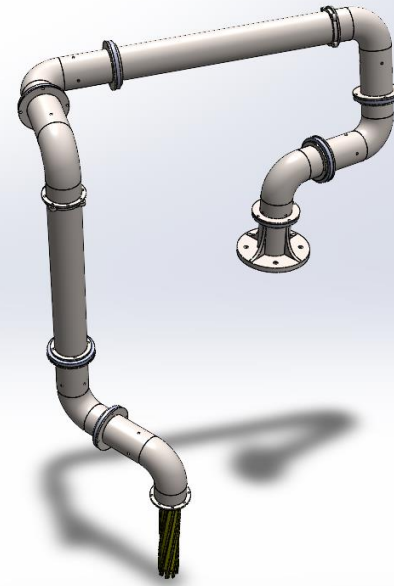
Componentes do braço robótico



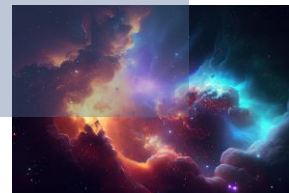
## Visão geral do braço robótico

O braço robótico completo apresenta as seguintes características:

- Massa de 25 Kg
- 7 graus de liberdade
- Capacidade de carga de 5 Kg
- Raio de serviço entre 1m e 1,5m.
- Comprimento total de 1.6 m
- Material usado- Liga de titânio Ti-6Al-4V cast.



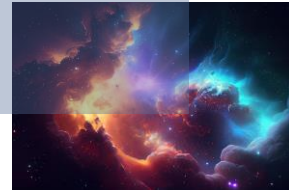
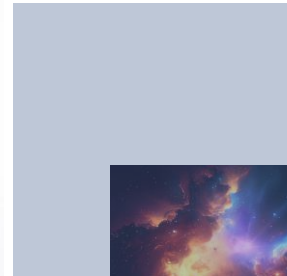
## Funcionamento do braço



Demonstração funcional da perfuração do solo, conseguindo chegar a 1.2m abaixo do nível da base



**Demonstração de funcionamento**





# Conclusões

05



# Obrigado!

Estamos abertos a quaisquer questões  
que tiverem.

