



**UFSC**

# SISTEMA CNC APLICADO À CARACTERIZAÇÃO DE ACOPLAMENTO INDUTIVO

Gabriel Manoel da Silva

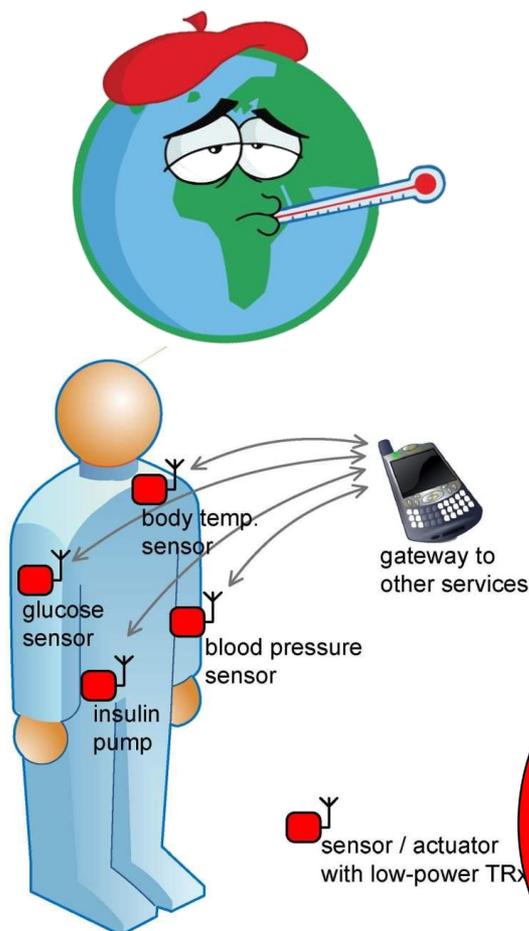
Orientador: Prof. Dr. Fernando Rangel de Sousa  
Universidade Federal de Santa Catarina

25 de Março de 2015

# Sumário

1. Contextualização
2. Formulação do Problema e Objetivo
3. Objetivos Específicos
4. Materiais e Métodos
  1. Estrutura Mecânica
  2. Hardware Eletrônico
  3. Firmware da Controladora
  4. Interface Homem-Máquina
5. Resultados
6. Conclusões

# Contextualização



## ■ Engenharia biomédica

- Aumento da população em geral.
- Aumento expectativa de vida.

## ■ WBANs

## ■ Dispositivos implantáveis:

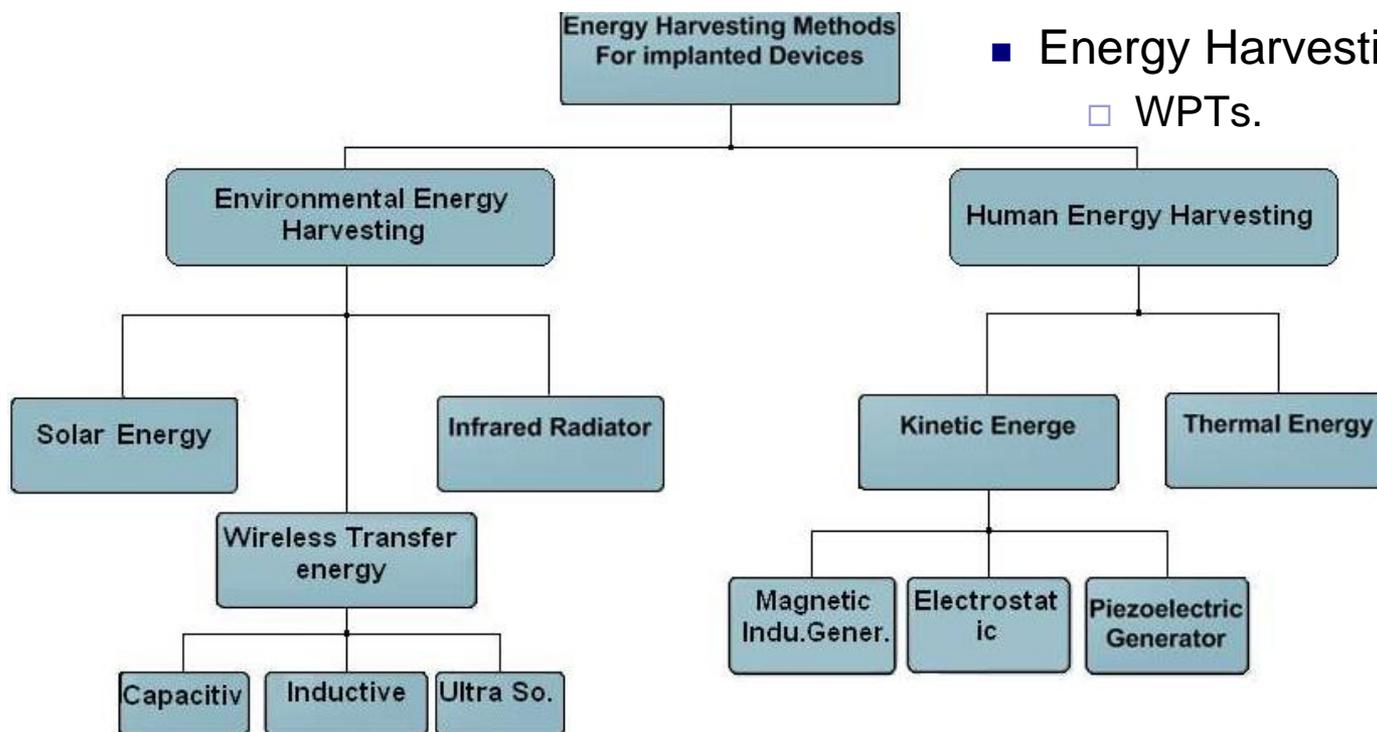
- Invasivos
- Eficiência Energética:
  - Baterias
  - Energy Harvesting
    - WPTs.



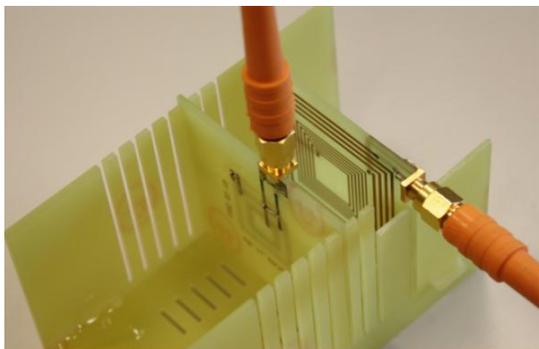
# Contextualização

## ■ Dispositivos implantáveis:

- Invasivos
- Eficiência Energética:
  - Baterias
  - Energy Harvesting
    - WPTs.



## Formulação do Problema e Objetivo



- Problema:
  - Posicionamento preciso.
  - Tempo de ajuste da posição.
  - Número de medidas.



FOTO DO CI  
comparado a  
uma moeda

- Objetivo:
  - Projetar posicionadora:
    - Automatize as medidas (CNC).
    - Posicione em 3D.
    - Adicione grau de liberdade
    - Garanta repetibilidade, precisão e resolução.

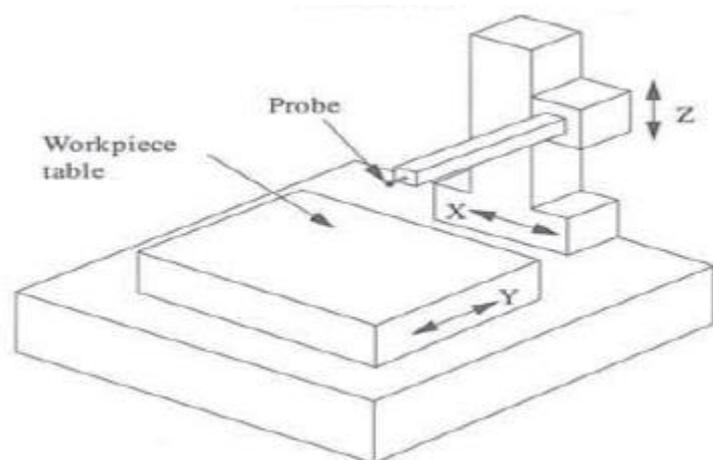
## Objetivos específicos

- **Posicionadora:**
  - **Comunicação:**
    - Utilizar código numérico padronizado (“G”).
    - Controle via computador (CNC).
  - **Movimentos:**
    - Poder posicionar em 3 dimensões um indutor.
    - Adicionar outro grau de liberdade ao indutor.
    - Resolução de 0,1 mm.
  - **Deslocamento:**
    - Em XY: 100 mm x 100 mm.
    - Em Z : 50 mm.
    - Sem presença de metais.
    - Possibilidade de inserção de dielétrico equivalente a pele.

## Materiais e Métodos

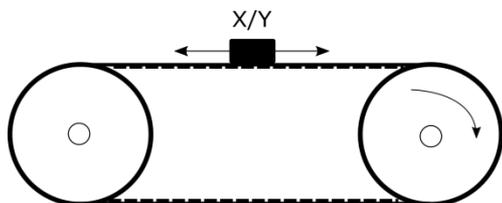
- Estrutura Mecânica
- Hardware Eletrônico
- Firmware da Controladora
- Interface Homem-Máquina

# Estrutura Mecânica – Sistema de coordenadas e Guia de Movimento



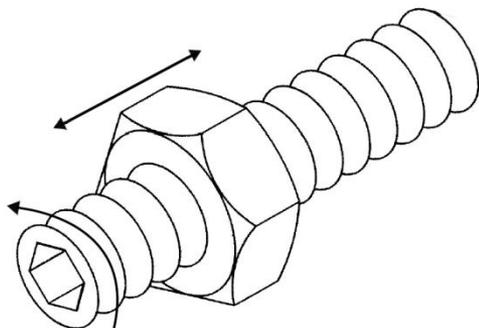
- Escolha do sistema de coordenadas:
  - Cartesianas
- Escolha da arquitetura mecânica:
  - Mesa: Y – ponta de prova: XZ
- Guia movimento:
  - Guia linear cilíndrica de aço inoxidável (6mm).
  - Rolamento linear LM6UU (6mm).

# Estrutura Mecânica – Sistema de transmissão de movimento (1)



## ■ Eixos X e Y :

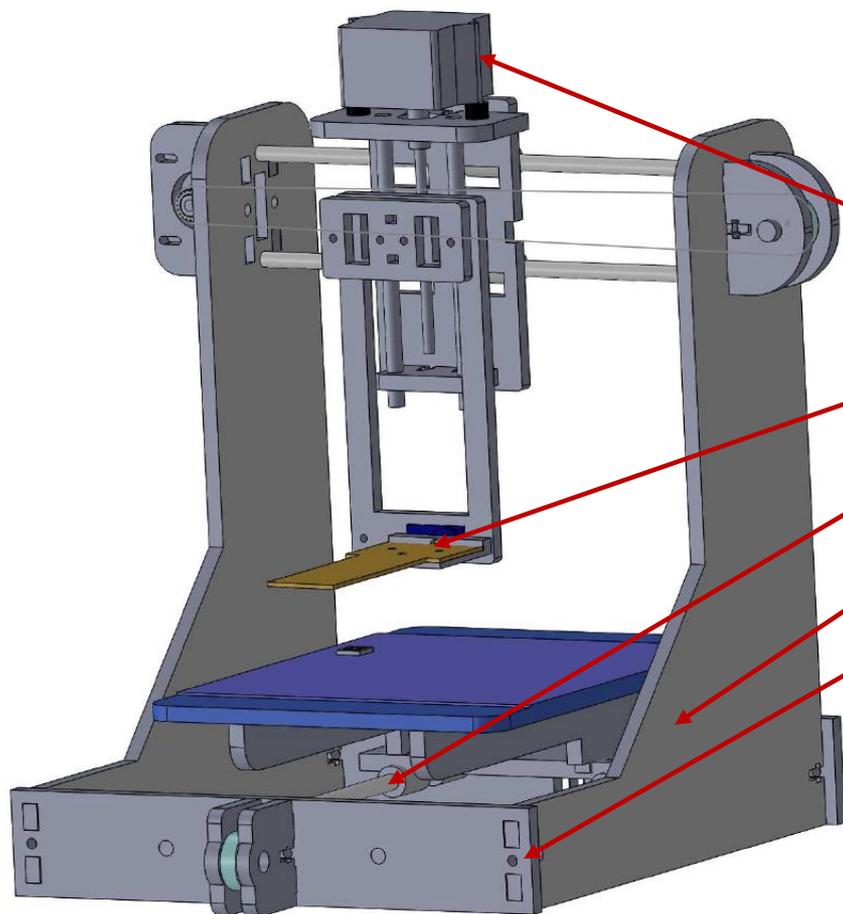
- Polia GT2 com 20 dentes
- Correia dentada com 2mm entre dentes.



## ■ Eixo Z :

- Eixo de 5mm de diâmetro com 0,8mm de deslocamento por volta.

## Estrutura Mecânica – Projeto da Estrutura



- Utilizado CAD para projeto da estrutura física.
- Motor de passo
- Servo motor
- Guias de movimento
- MDF 6mm
- Conexões

# Estrutura Mecânica – Sistema de transmissão de movimento



- Sistema de transmissão acionado por motores de passo padrão NEMA17:

- Resolução de 1,8 °/passo nos eixos
- Resolução de 7,5 °/passo no eixo Z.

$$\Delta xy = 40 \frac{mm}{rev} \cdot \frac{1 rev}{200 passo} = 0,2 \frac{mm}{passo}$$

$$\Delta z = 0,8 \frac{mm}{rev} \cdot \frac{1 rev}{48 passo} = 0,0166 \frac{mm}{passo}$$

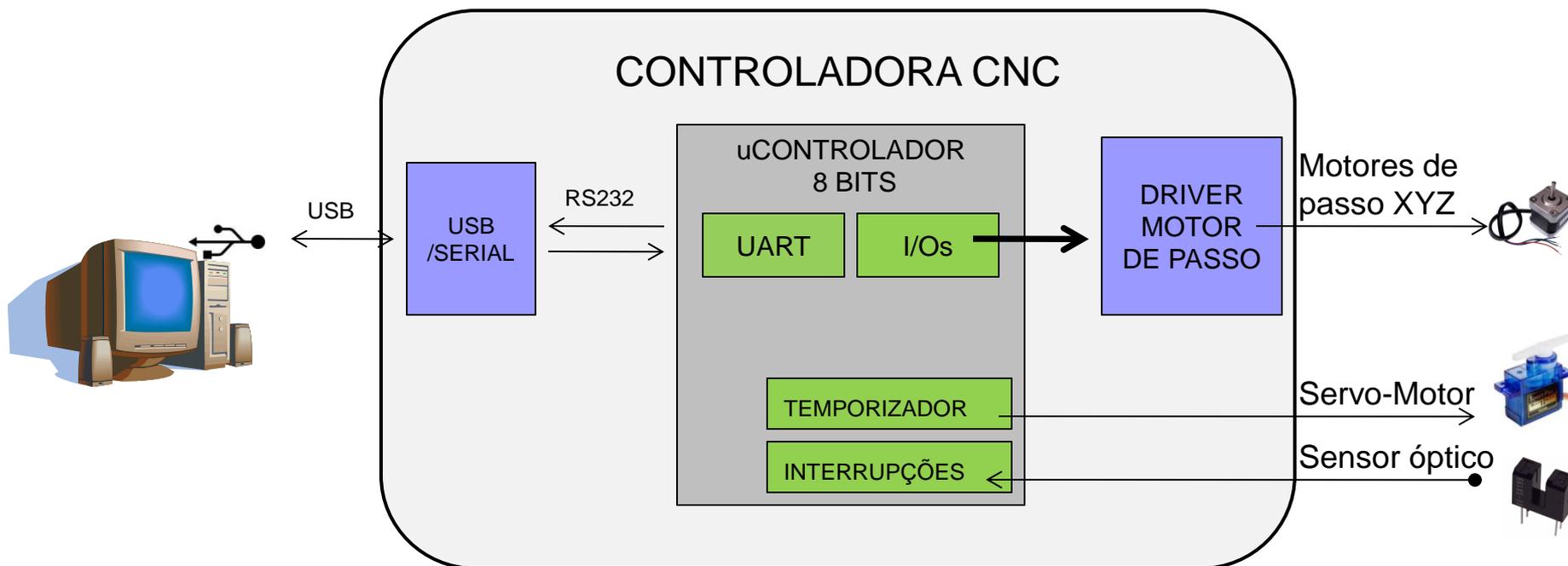


- Servo-motor SG90:
  - Resolução de 0,9 °

## Materiais e Métodos

- Estrutura Mecânica
- Hardware Eletrônico
- Firmware da Controladora
- Interface Homem-Máquina

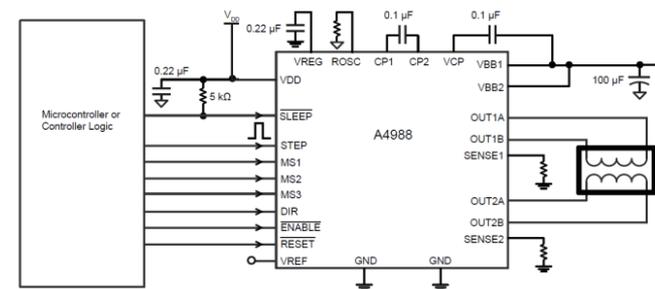
# Hardware Eletrônico – Diagrama completo



# Hardware Eletrônico – Driver motor de passo

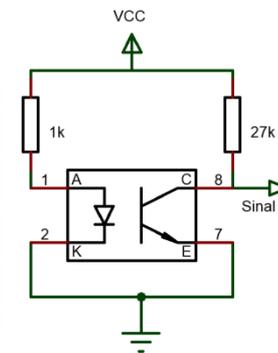
## ■ Driver Motor de passo:

- Circuito integrado A4988.
- Controle via micropasso até 1/16 passo.
- Facilita interface com uControlador.



## ■ Sensor Óptico

- Controle eletrônico simples.



## ■ Módulo USB-Serial:

- FT232RL

# Hardware Eletrônico – microcontrolador

## ■ ATmega328:

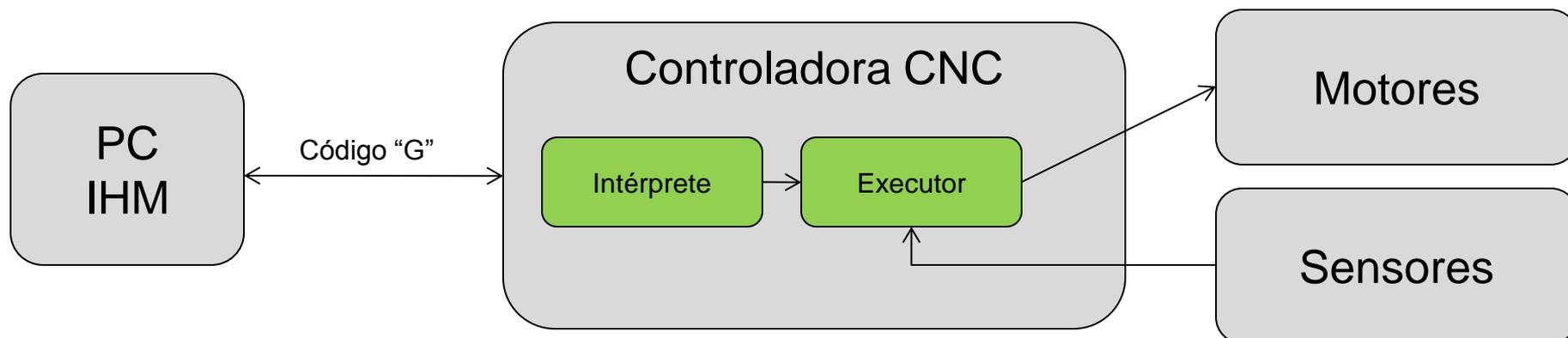
- USART.
- Interrupções: 2 externas e 3 internas.
- 23 I/Os.
- 1024 Bytes EEPROM. (Variáveis de usuários)
- Temporizador de 16 bits. (PWM)
- 32kBytes Flash

## Materiais e Métodos

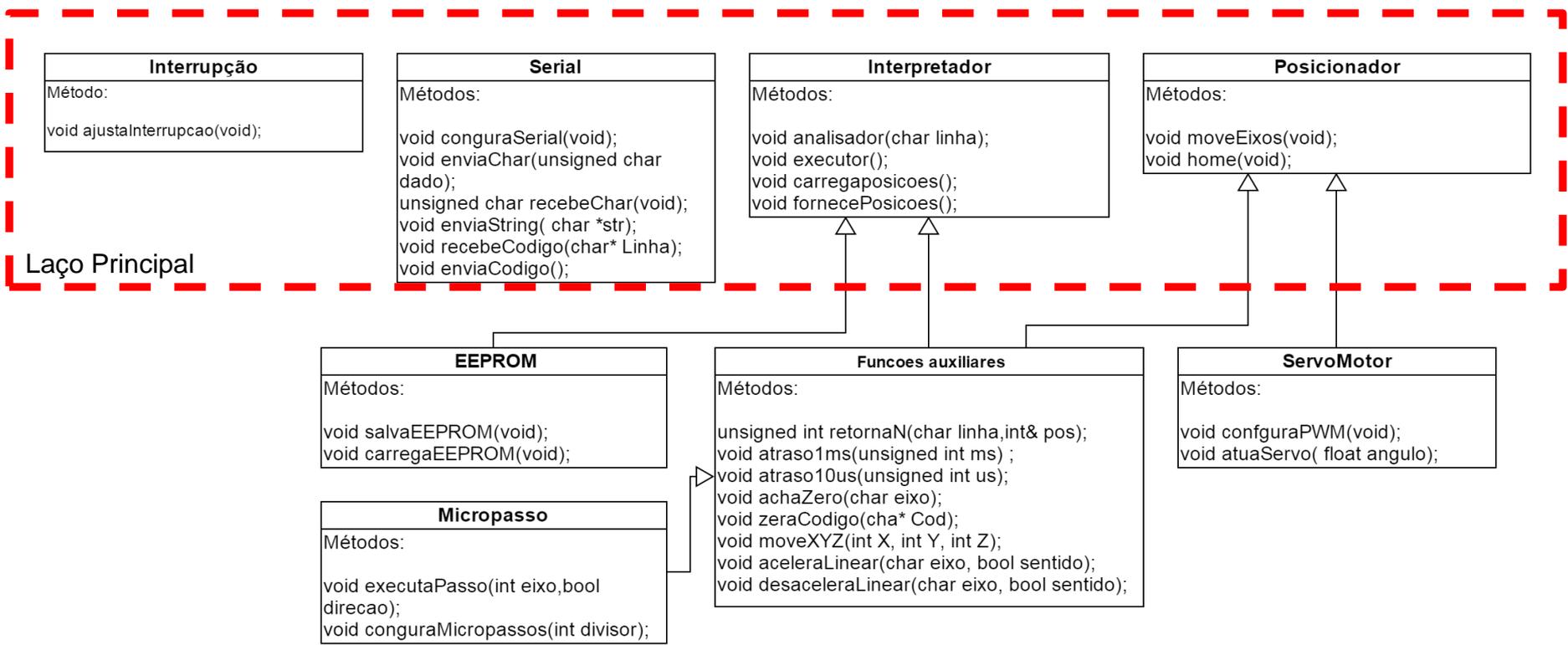
- Estrutura Mecânica
- Hardware Eletrônico
- Firmware da Controladora
- Interface Homem-Máquina

## Firmware da Controladora

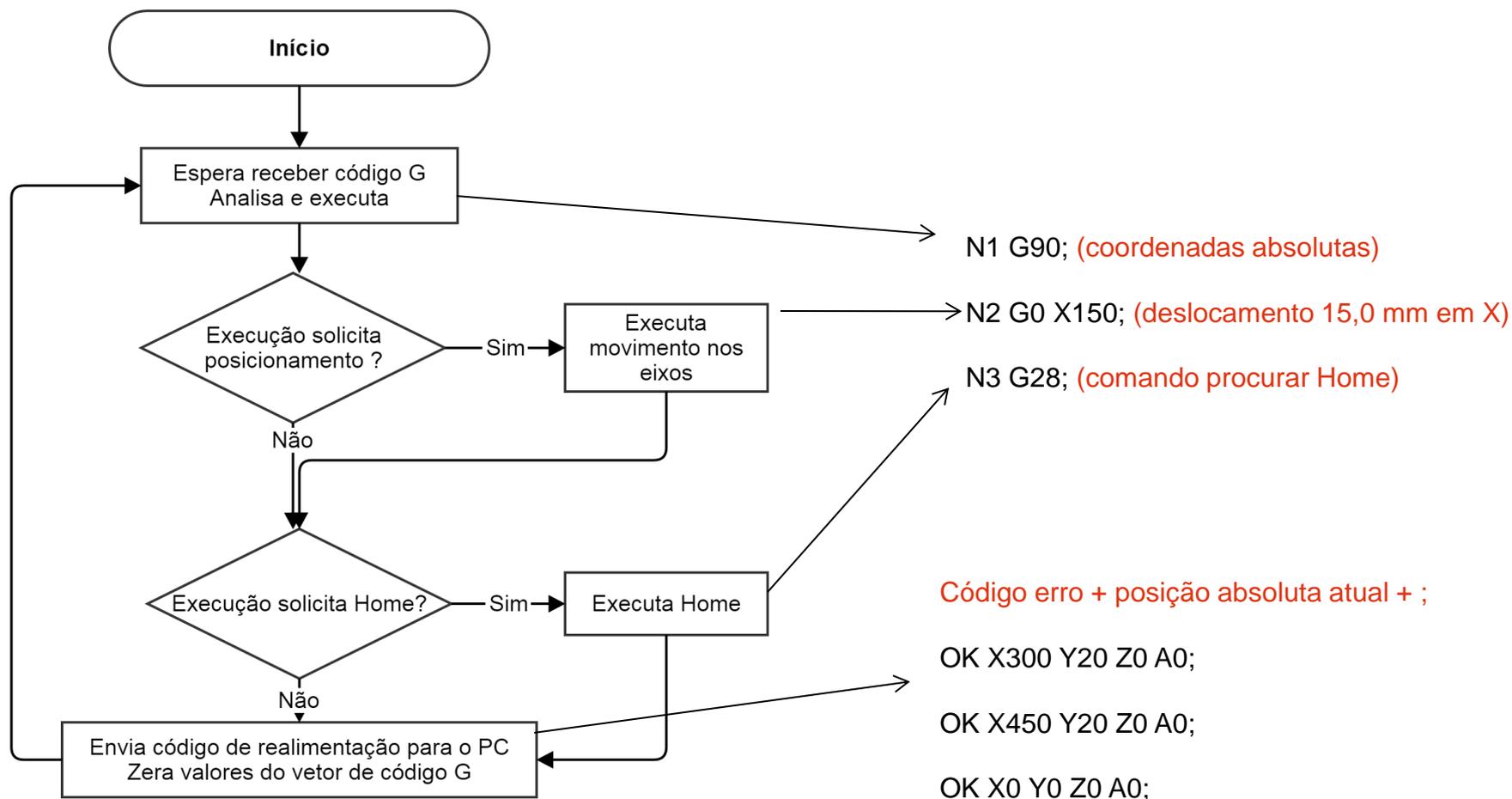
- Deve ser capaz de comunicar-se com PC via código G, interpretar e executar os comandos recebidos.
  - Programação em C++.
  - Plataforma Atmel Studio.
  - Tarefas divididas em classes.



# Firmware da Controladora: Diagrama de Classes



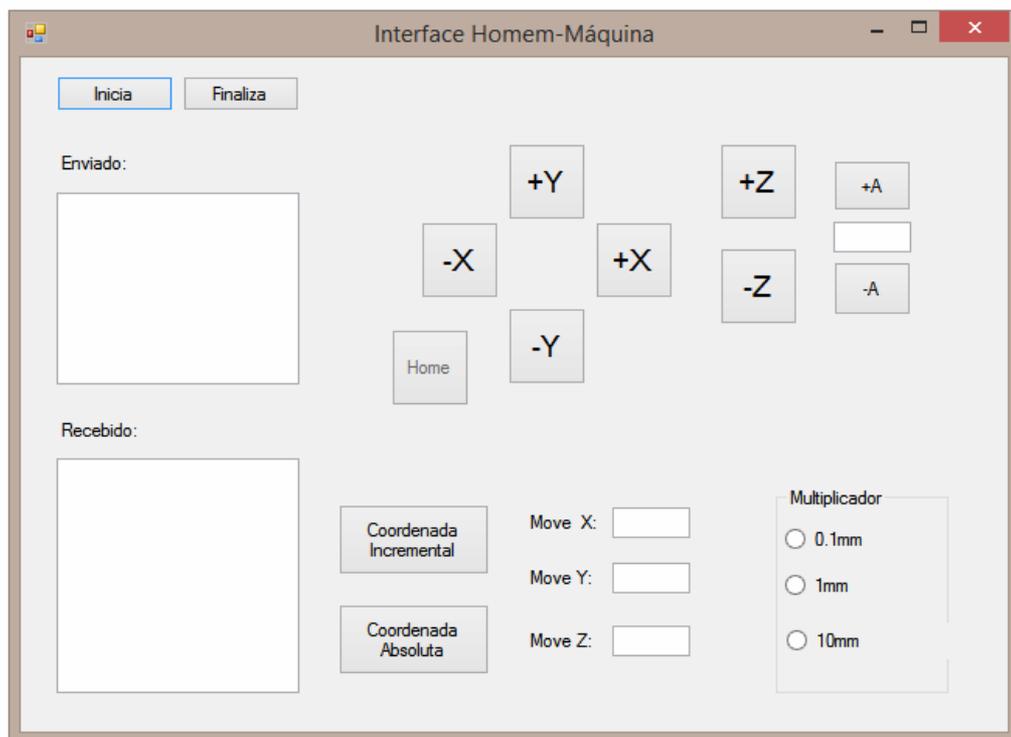
# Firmware da Controladora: Fluxograma Laço principal



## Materiais e Métodos

- Estrutura Mecânica
- Hardware Eletrônico
- Firmware da Controladora
- Interface Homem-Máquina

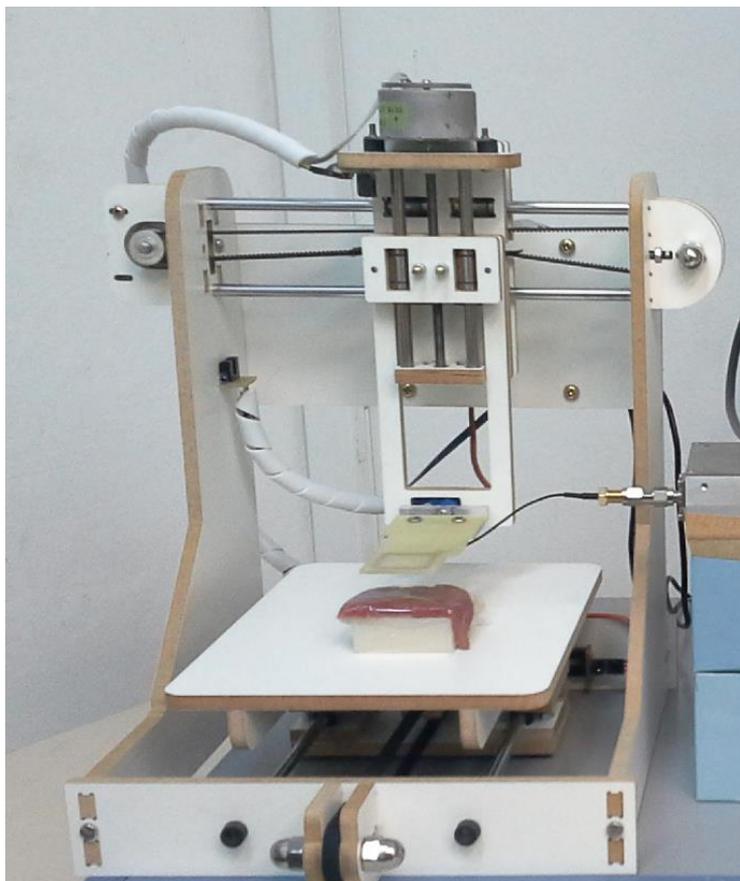
# Interface Homem-Máquina



- Windows:
  - Interface gráfica em C#.
- Linux:
  - Programa em C via terminal.

# Resultados e Testes

## Resultados:



### ■ Tabela Códigos G interpretados:

Código RS274D	Ação	Argumentos
G00	movimento rápido	X#, Y#, Z# e A#, # distância em 0,1mm
G04	atraso de tempo	P#, em milisegundos
G10	modifica valor de coordenada de trabalho(1-3) pra valor definido ou atual	L2 P(1-3) X# Y# Z# , L20 P(1-3) , valor atual
G28	Home - acha posição inicial de referência	-
G53	Sistema de coordenadas da máquina	-
G54-56	Sistema de coordenadas do usuário 1-3	-
G90	Sistema de coordenadas absolutas	-
G91	Sistema de coordenadas incrementais	-
M101	Grava valores dos sistemas de coordenadas do usuário	-
M102	Carrega valores dos sistemas de coordenadas do usuário	-

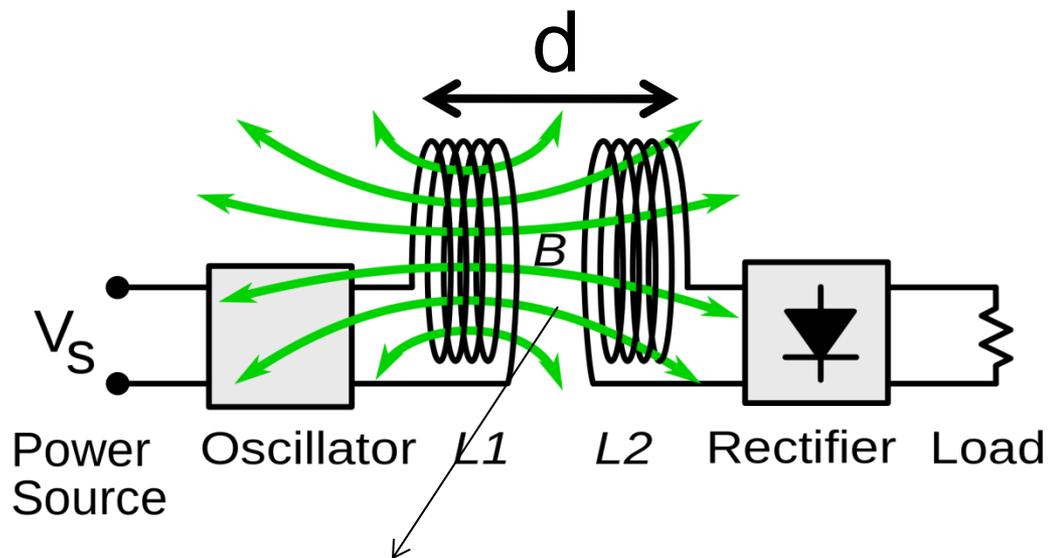
### ■ Eixos XYZ:

- Velocidade máxima de deslocamento: 30 mm/s.
- Aceleração 29,6 mm/s<sup>2</sup>. (perfil trapezoidal)
- Resolução 0,1 mm. (reduzida por software)
- Precisão ±0,05 mm (instrumento medida).

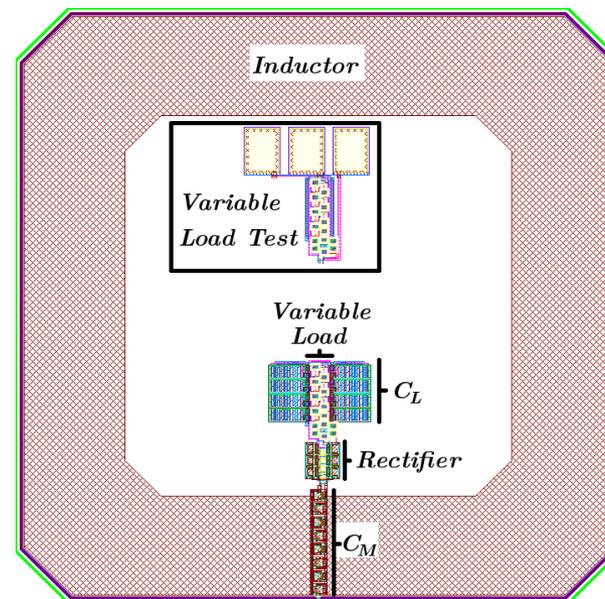
### ■ Eixo $\theta_y$ :

- Resolução > 15°

# Testes (1):

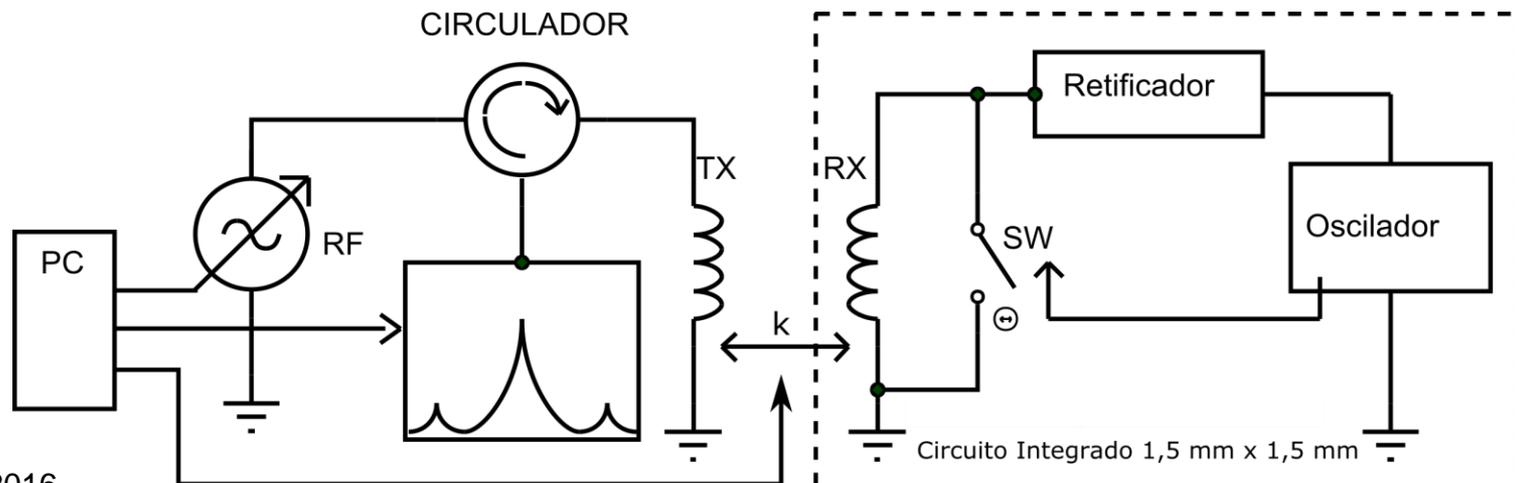
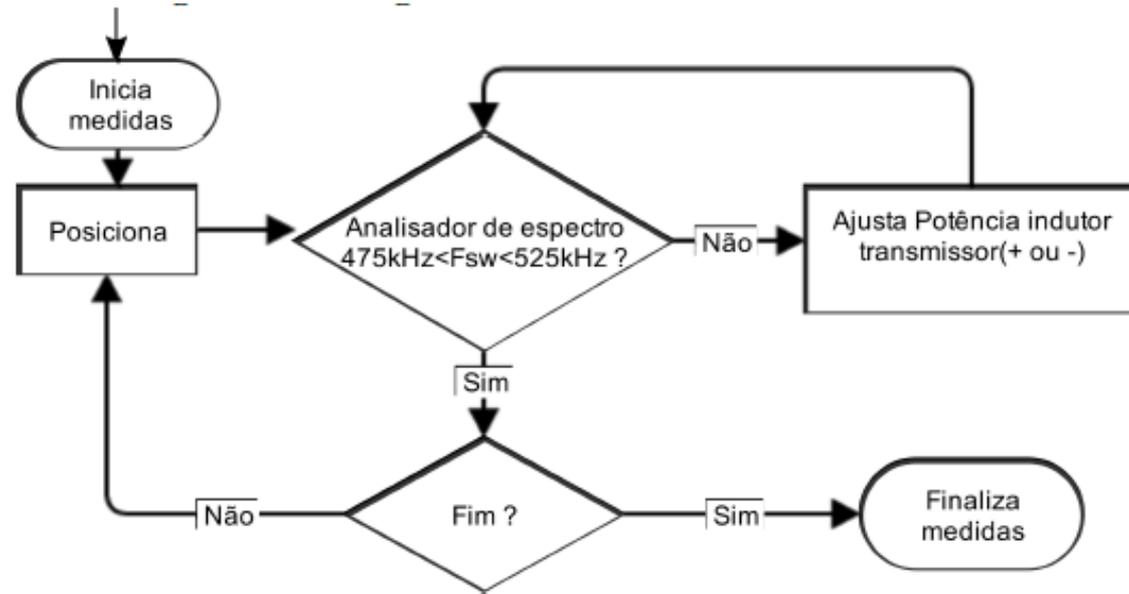


$$k = \frac{M}{\sqrt{L1 \cdot L2}} \quad \eta = P_L / P_E$$

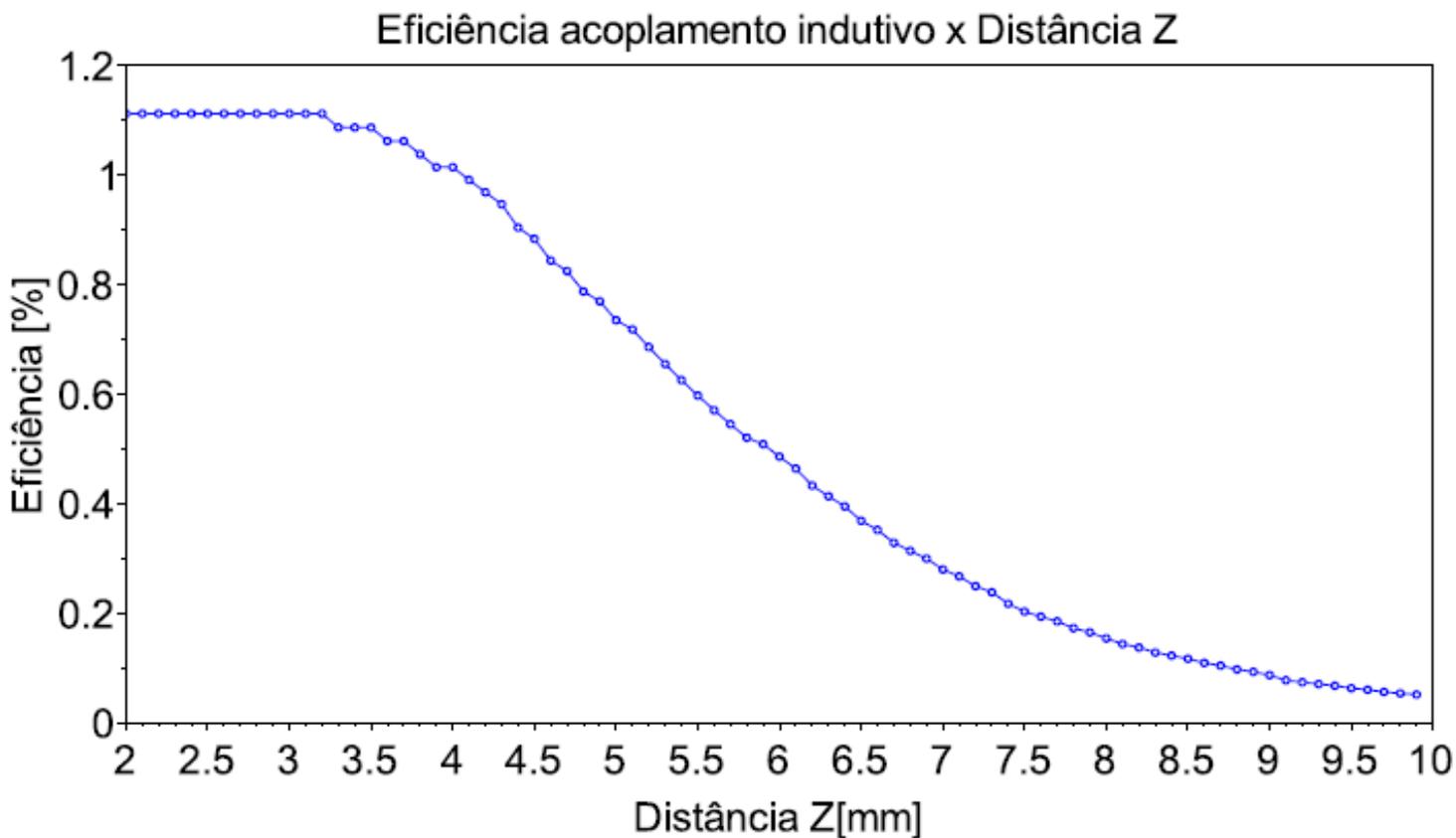


Circuito integrado projetado por Cabrera e Sousa (2014).

# Testes (2):

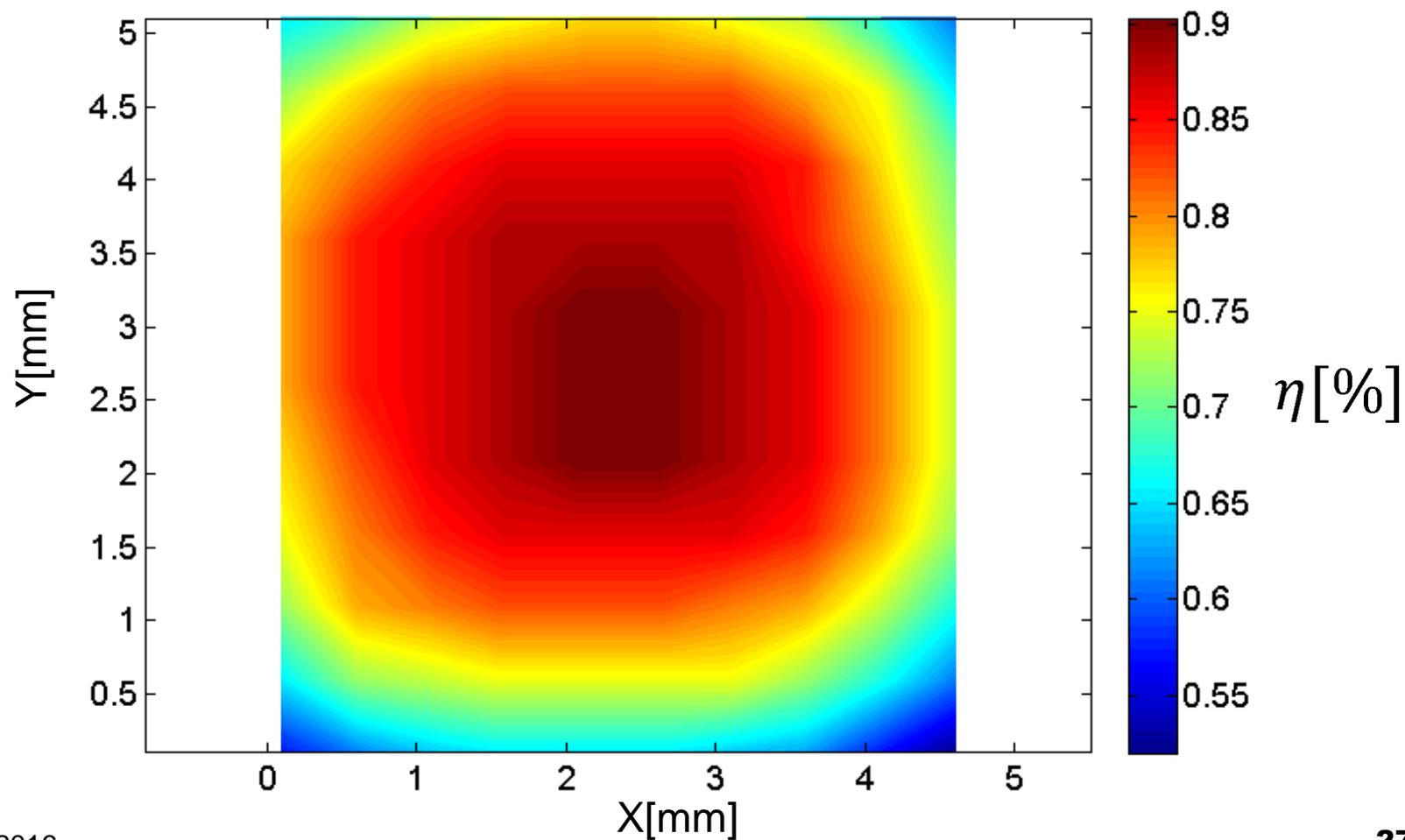


# Resultados:



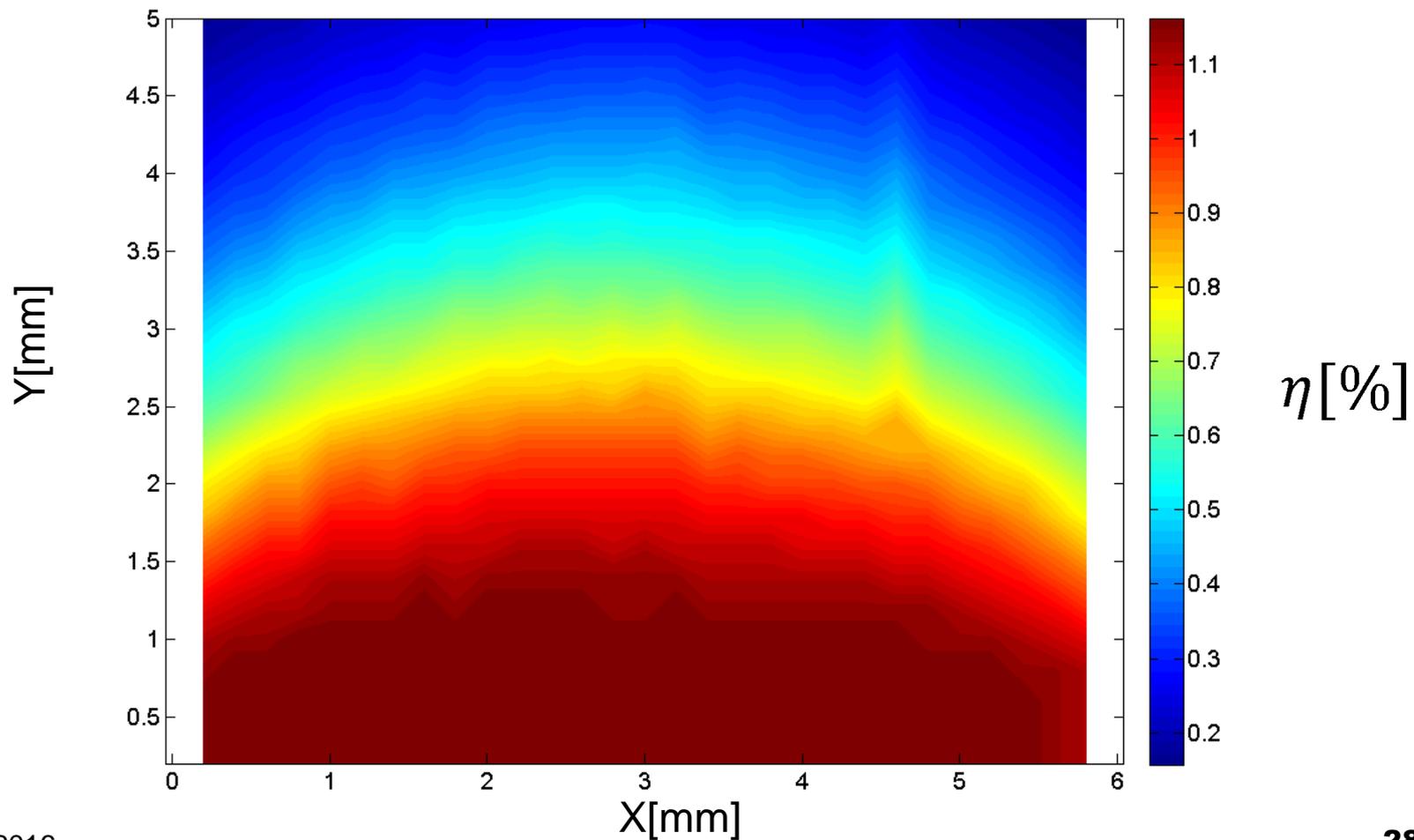
## Resultados:

Eficiência no plano XY, com  $Z=4\text{mm}$



# Resultados:

Eficiência no plano XY, com  $Z=4\text{mm}$



## Conclusões

- Obteve-se repetibilidade no posicionamento.
- A máquina permitiu automação do processo de medidas.
- Futuros testes podem simular eficiência para o CI implantado.
- Bla bla

# Perguntas

