

# Projeto Final

Ademir Camillo Junior  
Mestrado em Computação Aplicada  
UDESC - Joinville  
Disciplina: ASC  
Professor: Rafael R. Obelheiro

# Sumário

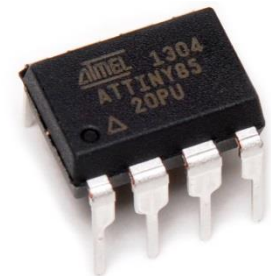
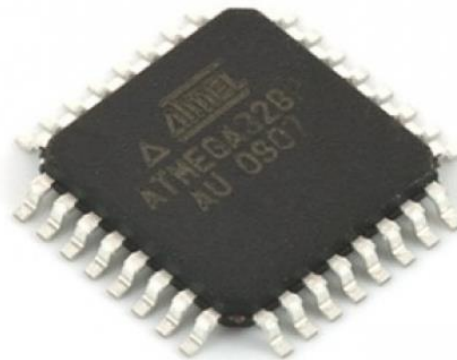
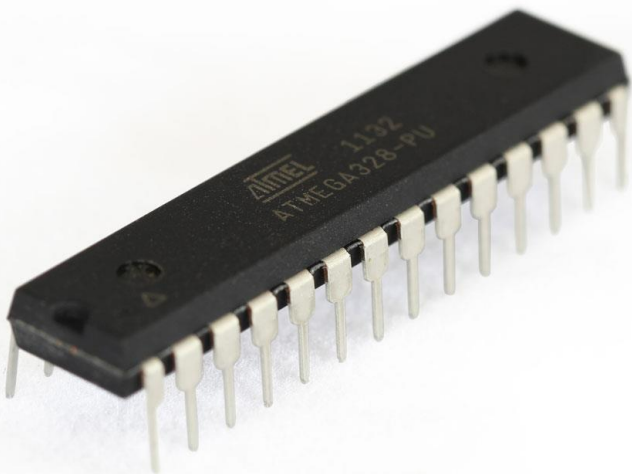
- Problema e Escopo
- Métricas, Parâmetros e Fatores
- Metodologia
- Dados no R
- Apresentação Resultados
- Considerações
- Trabalhos Relacionados
- Conclusão

# Problema

- Crescimento dos dispositivos conectados
  - IoT (Internet of Things)
- Diversidade de Equipamentos
  - Marcas, modelos, aplicações
- Fatores de Decisão
  - Form Factory (Tamanho)
  - Memória
  - Consumo de Energia
  - Processamento

# Escopo

Analisar 4 microcontroladores disponíveis e bastante utilizados por desenvolvedores de soluções IoT para identificar o desempenho (Velocidade /Tempo) de cada um deles referente ao processamento de informações



# Escopo

MODELO	PROCESSADOR	CLOCK	SRAM	FLASH	VOLTS
Arduino UNO	ATmega328PU	16MHz	2 KB	32 KB	5V
Arduino Pro Mini	ATmega328P	8MHz	1 KB	32 KB	3.3V
Attiny85	Atinny85	8MHz	0,5 KB	8 KB	1.8V
Attiny85	Atinny85	1MHz	0,5 KB	8 KB	1.8V

# Métricas

- Desempenho do Microcontrolador
  - Clock Processador - MHz
  - Tempo – Microsegundos
  - Função Nativa dos Processadores AVR
    - `micro()`;
    - `milis()`;
  - Tempo de Execução

# Parâmetros

- Ordenação de Vetores
  - Algoritmos
    - Bubble Sort
    - Selection Sort
  - Tamanho do Vetor
    - 50
    - 100
    - 150

# Fatores

- Frequência Processador
  - Atmega 328PU – 16MHz
  - Atmega 328PU – 8MHz
  - ATtiny85 – 8MHz
  - ATtiny85 – 1MHz
- Memória RAM
  - Atmega 328PU – 2KB
  - Atmega 328PU – 1KB
  - ATtiny85 – 0.5KB
  - ATtiny85 – 0.5KB

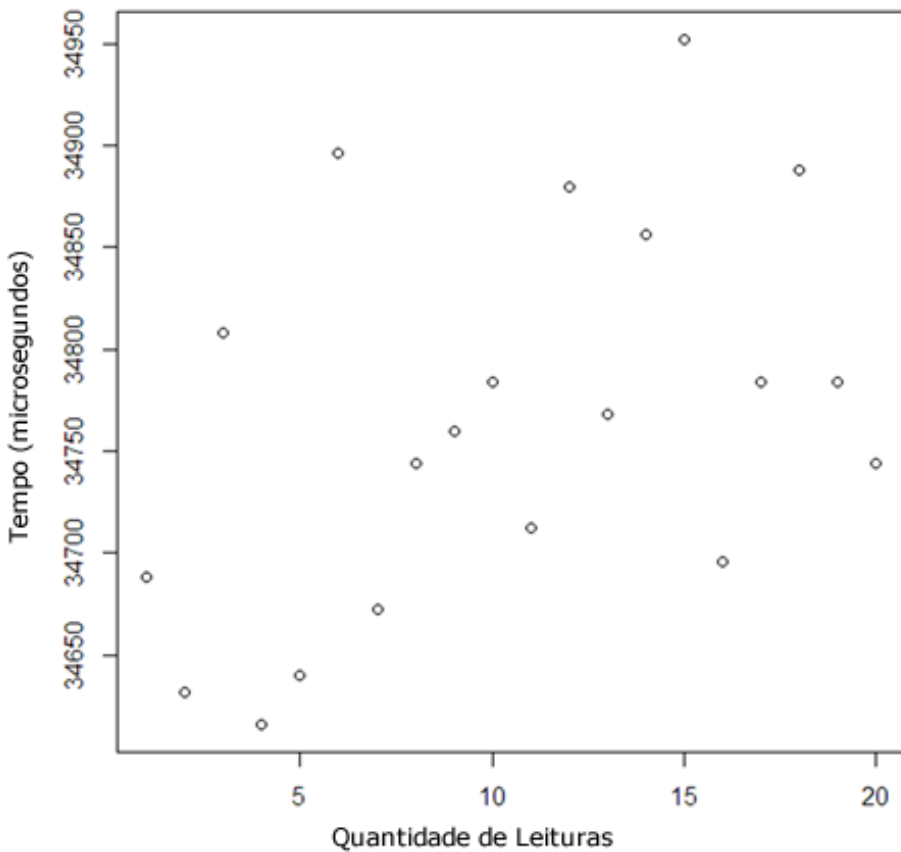


# Metodologia

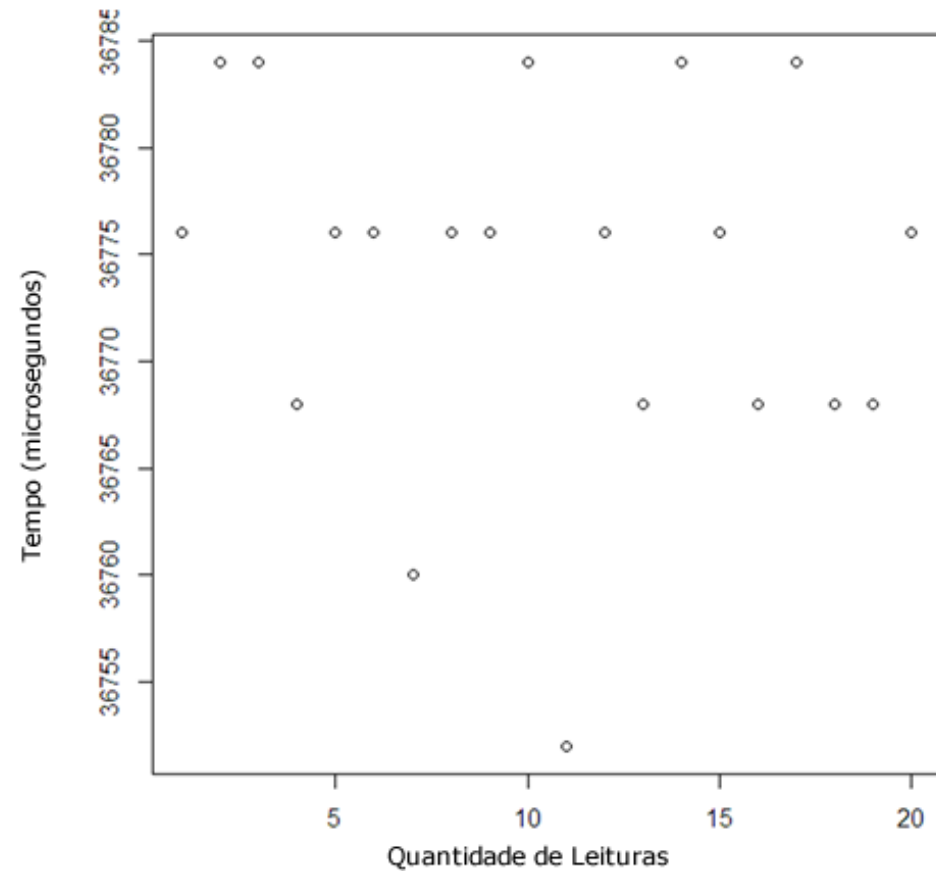
- Para cada Microcontrolador
  - Vetor com 50, 100 e 150 Registros
    - Algoritmos Bubble Sort e Selection Sort
      - Execução 20 vezes
      - Coleta dos dados
  - $\text{Micro} * \text{Tam} * \text{Algoritmos} * 20 \times$ 
    - $4 * 3 * 2 * 20 = 480$  medições

# Dados no R

ATMega328 8MHz - Bubble Sort



ATtiny85 8MHz - Selection Sort



# Dados no R

## Análise de Variância

```
dados.aov <- aov(Tempo ~ Ram + Frequencia + Sort + Quantidade, data=dados)
summary(dados.aov)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Ram	2	1.169e+13	5.843e+12	<b>573</b>	<2e-16	***
Frequencia	1	1.703e+13	1.703e+13	<b><u>1670</u></b>	<2e-16	***
Sort	1	5.097e+10	5.097e+10	5	0.0258	*
Quantidade	2	2.980e+12	1.490e+12	146	<2e-16	***
Residuals	473	4.821e+12	1.019e+10			

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

# Dados no R

Como os fatores influenciam a resposta?  
Alocação da Variação

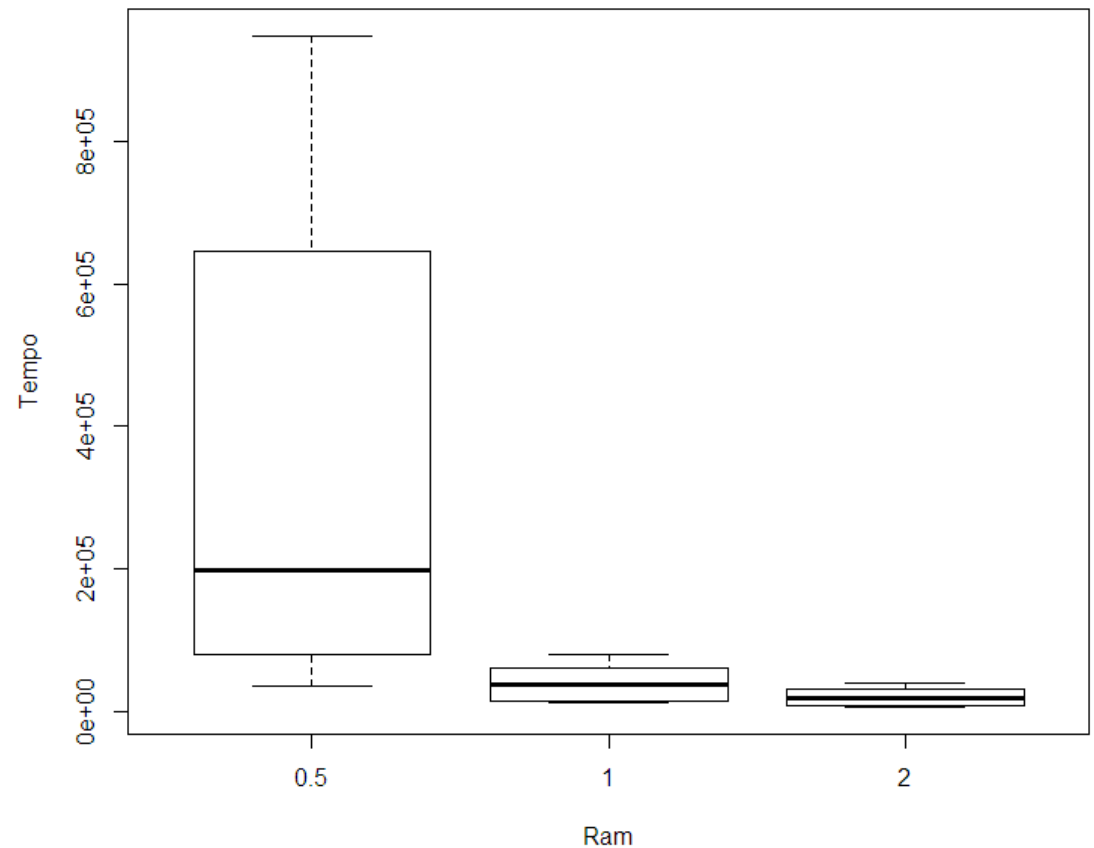
```
round(100*SS/sum(SS),2)
```

	Sum Sq
Ram	31.96
Frequencia	46.57
Sort	0.14
Quantidade	8.15
Residuals	13.18

# Dados no R

```
round(100*SS/sum(SS),2)
```

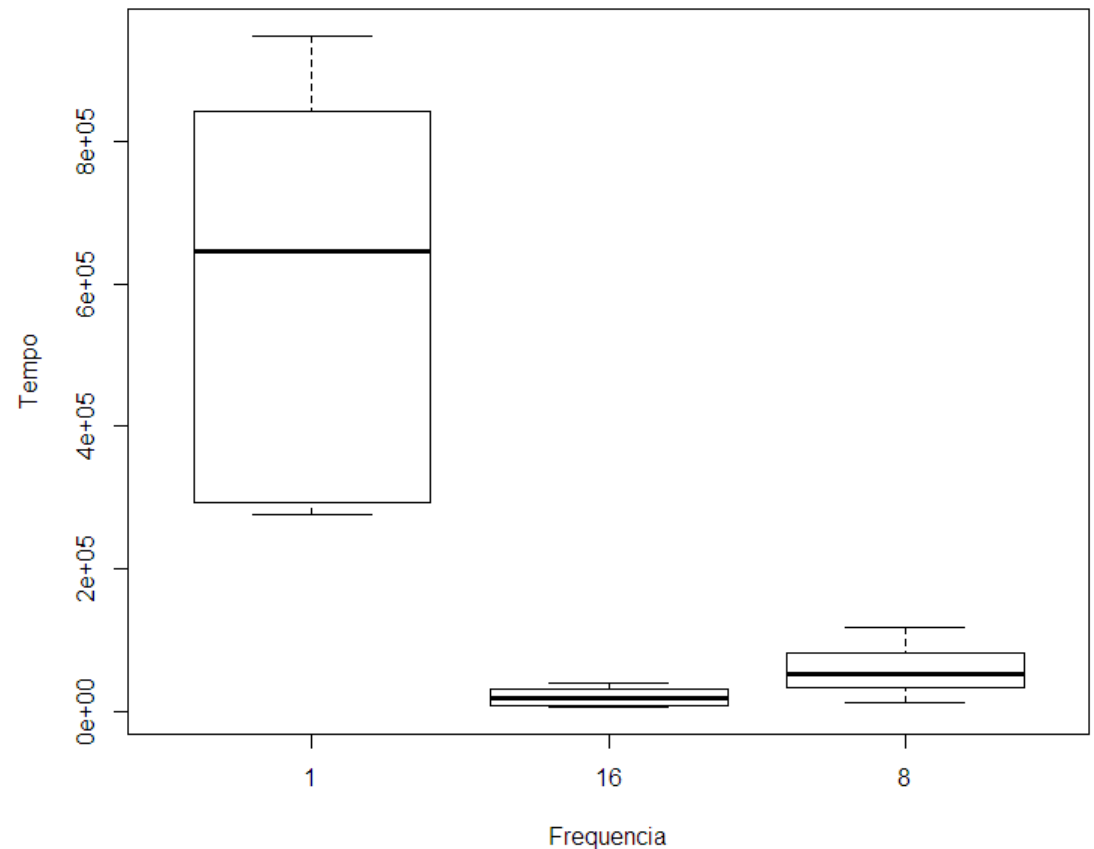
	Sum Sq
Ram	31.96
Frequencia	46.57
Sort	0.14
Quantidade	8.15
Residuals	13.18



# Dados no R

```
round(100*SS/sum(SS),2)
```

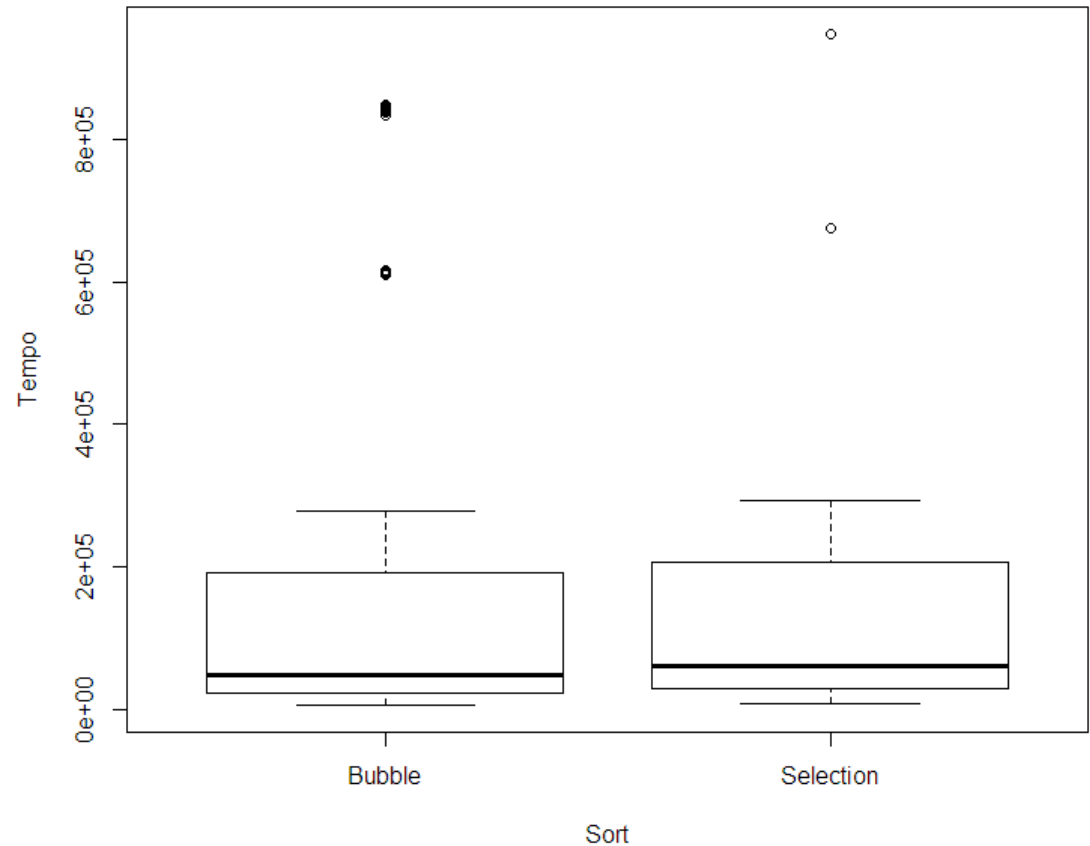
	Sum Sq
Ram	31.96
Frequencia	46.57
Sort	0.14
Quantidade	8.15
Residuals	13.18



# Dados no R

```
round(100*SS/sum(SS),2)
```

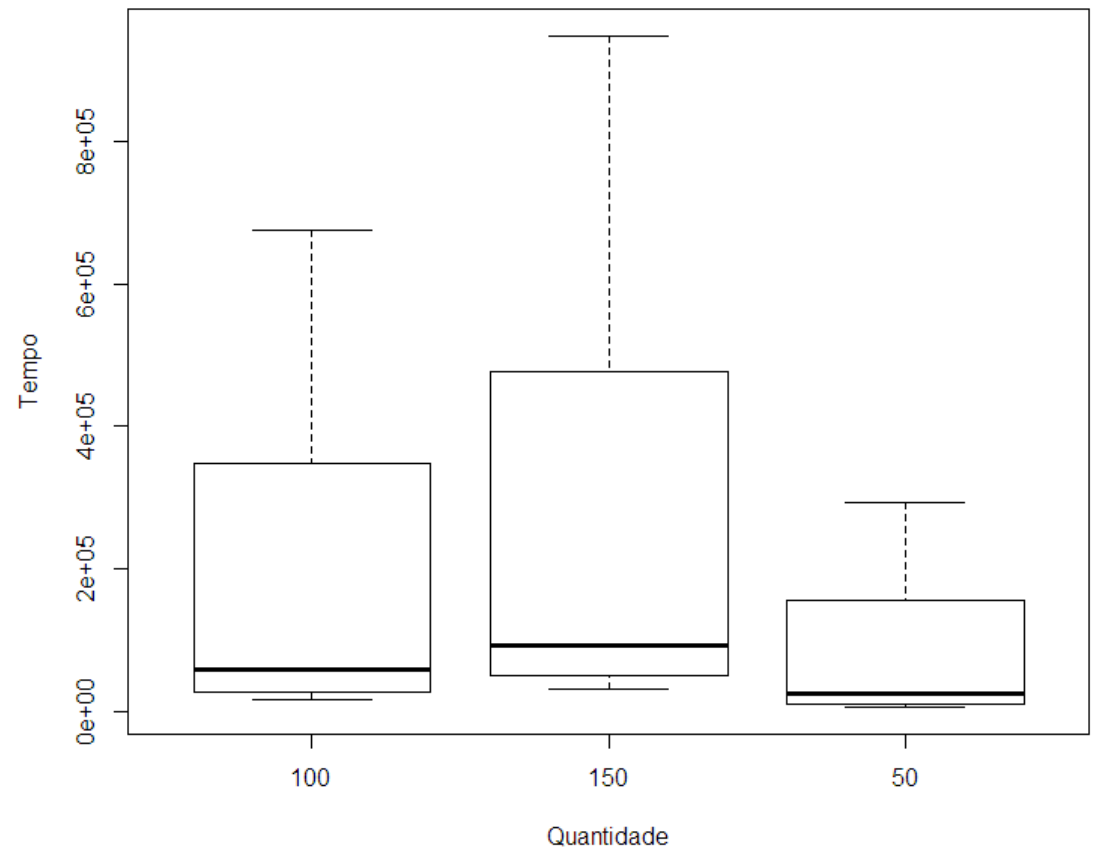
	Sum Sq
Ram	31.96
Frequencia	46.57
Sort	0.14
Quantidade	8.15
Residuals	13.18



# Dados no R

```
round(100*SS/sum(SS),2)
```

	Sum Sq
Ram	31.96
Frequencia	46.57
Sort	0.14
Quantidade	8.15
Residuals	13.18





# Regressão Linear

- 2 MicroControladores
  - ATmega328PU – 8MHz
  - ATtiny85 – 8MHz
- Algoritmo
  - Bubble Sort
- Tamanho do Vetor(12 Tamanhos)
  - 12, 20, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 120, 123, 140, 150
  - 20 leituras cada
  - Média Aritmética

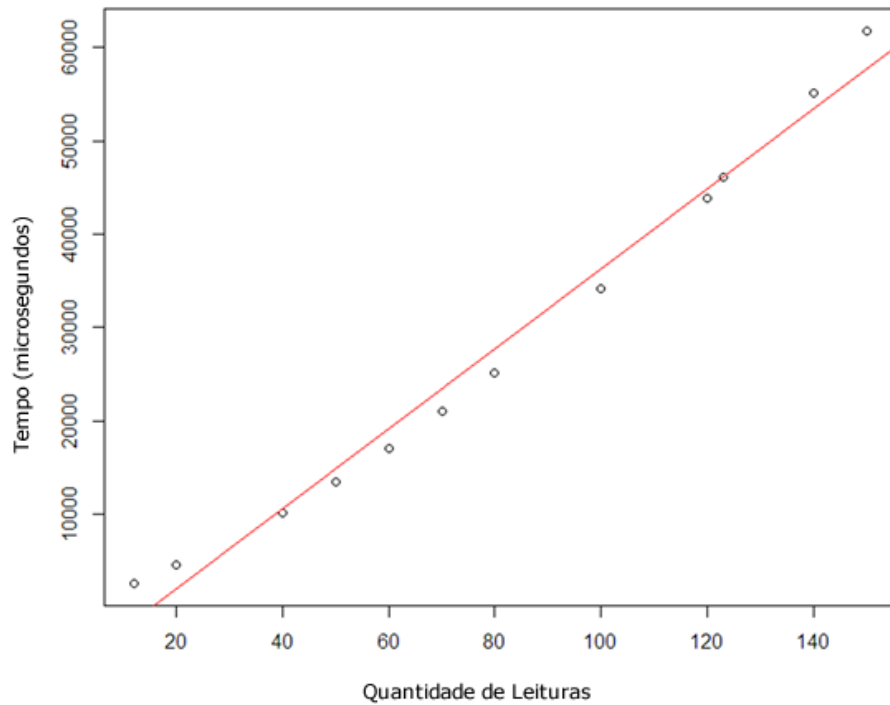
# Regressão Linear

<b>Tamanho</b>	<b>ATmega328 (Microsegundos)</b>	<b>ATtiny85 (Microsegundos)</b>
12	2592	7704
20	4544	13040
40	10176	27176
50	13392	34712
60	16984	42464
70	20960	50768
80	25080	58904
100	34128	77040
120	43904	95096
123	46128	98544
140	55088	110155
150	61752	118377

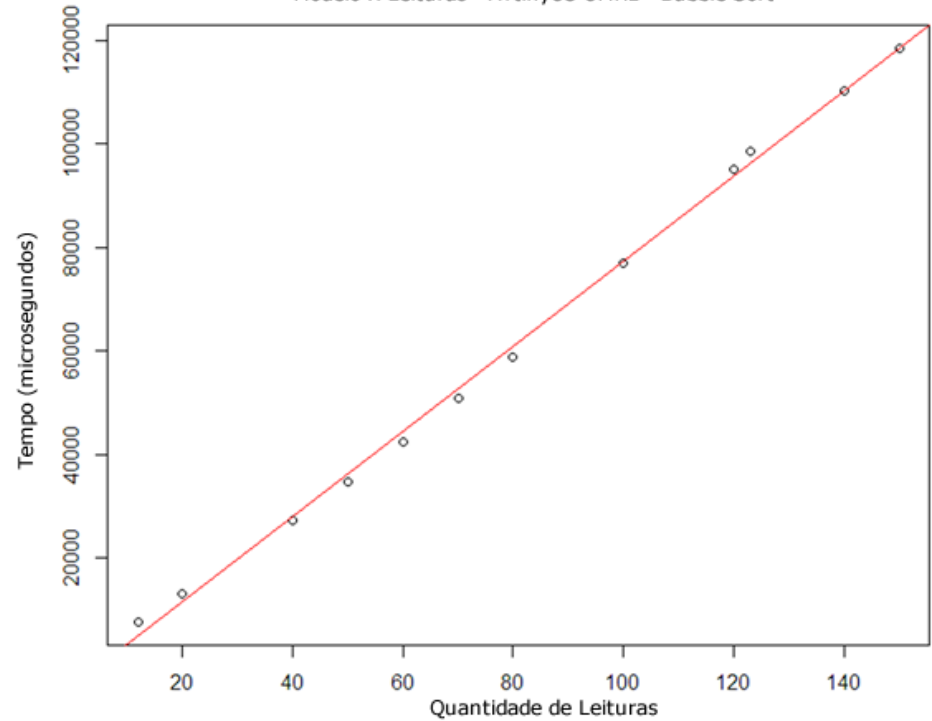
# Dados no R - Regressão Linear

## Modelo de Regressão Linear

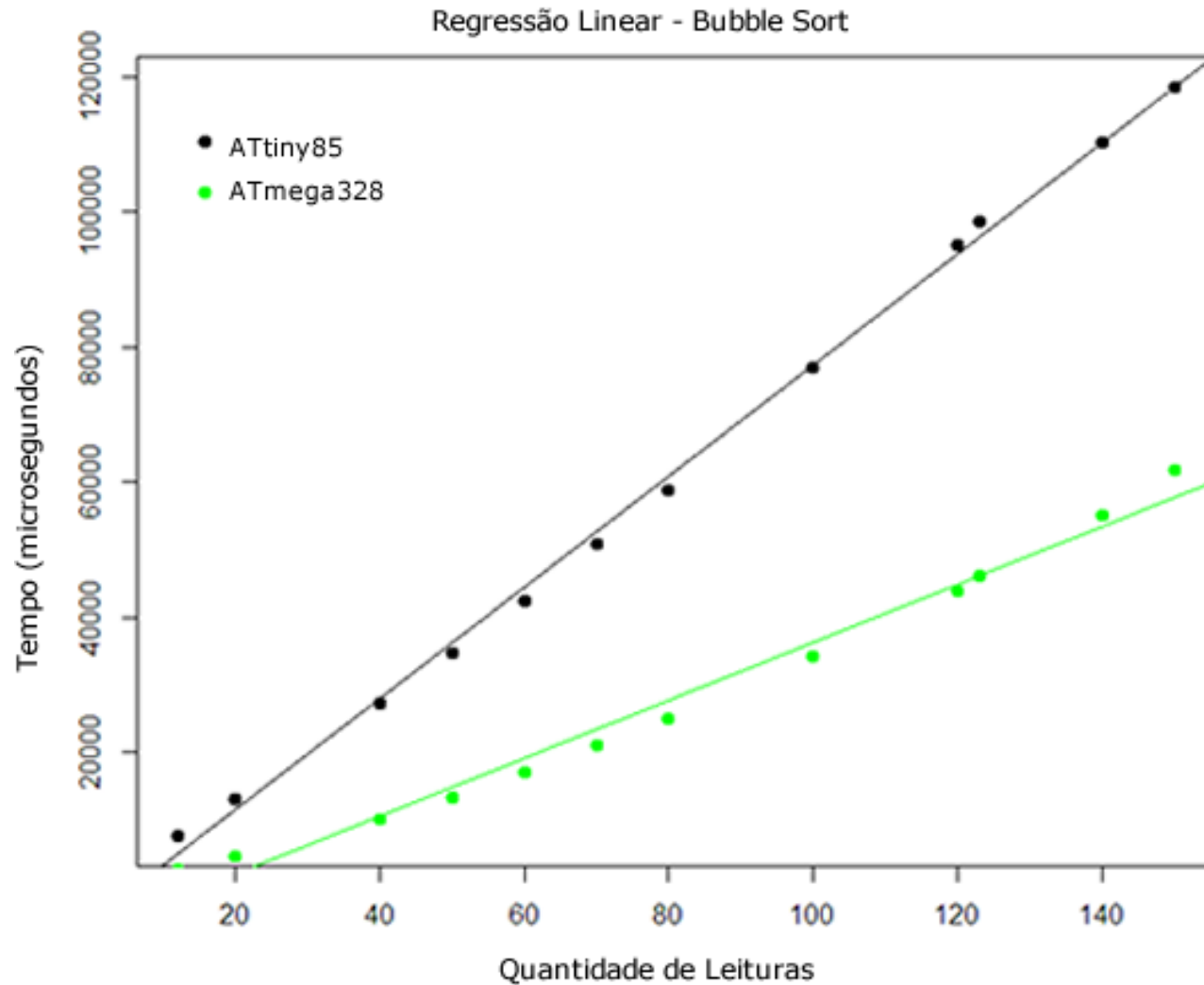
Modelo X Leituras - ATmega328 8MHz - Bubble Sort



Modelo X Leituras - ATtiny85 8MHz - Bubble Sort



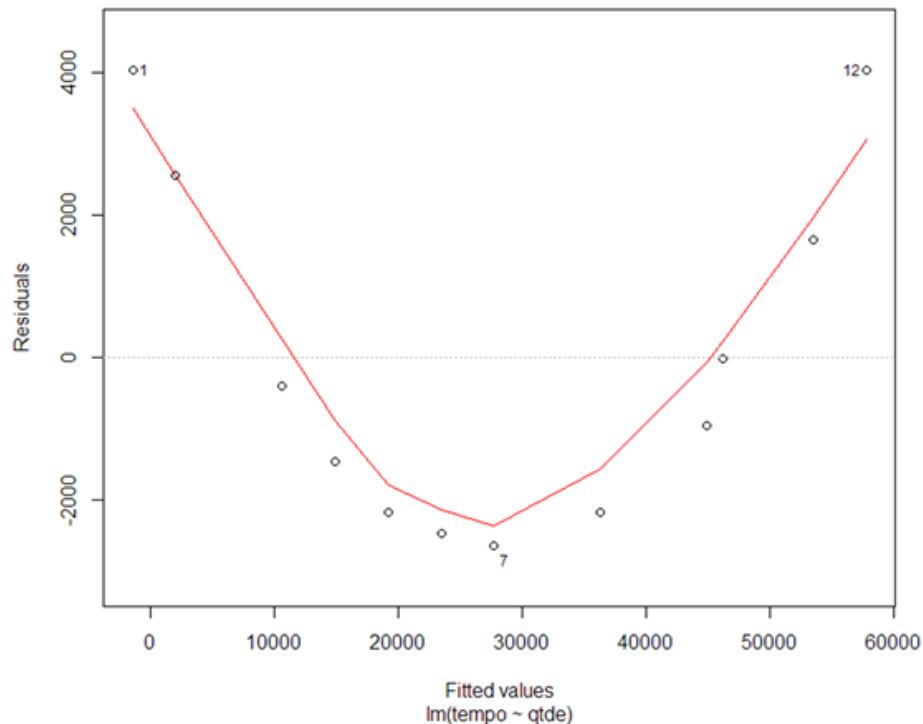
# Dados no R - Regressão Linear



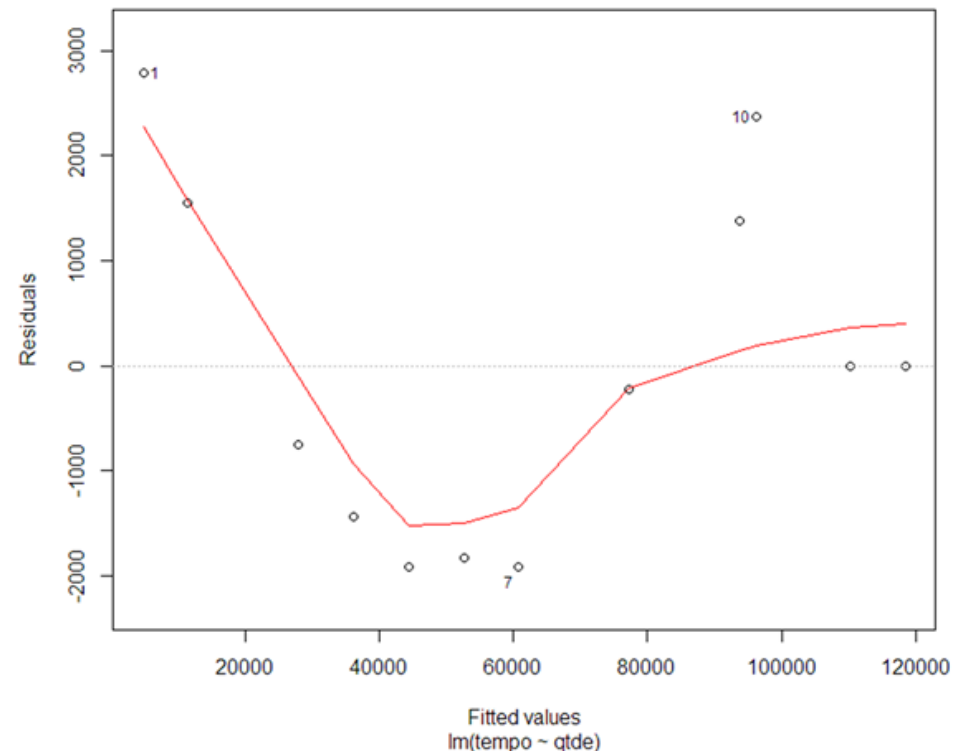
# Dados no R - Regressão Linear

## Independência de Erros Gráfico de Dispersão

Residuals X Fitted - ATmega328 8MHz - Bubble Sort

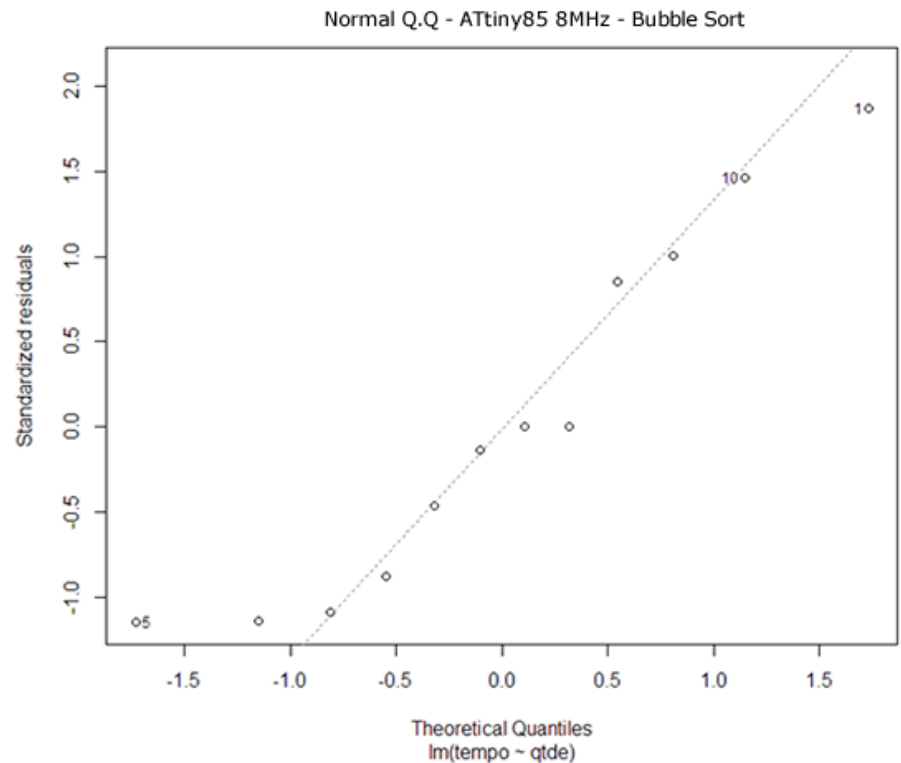
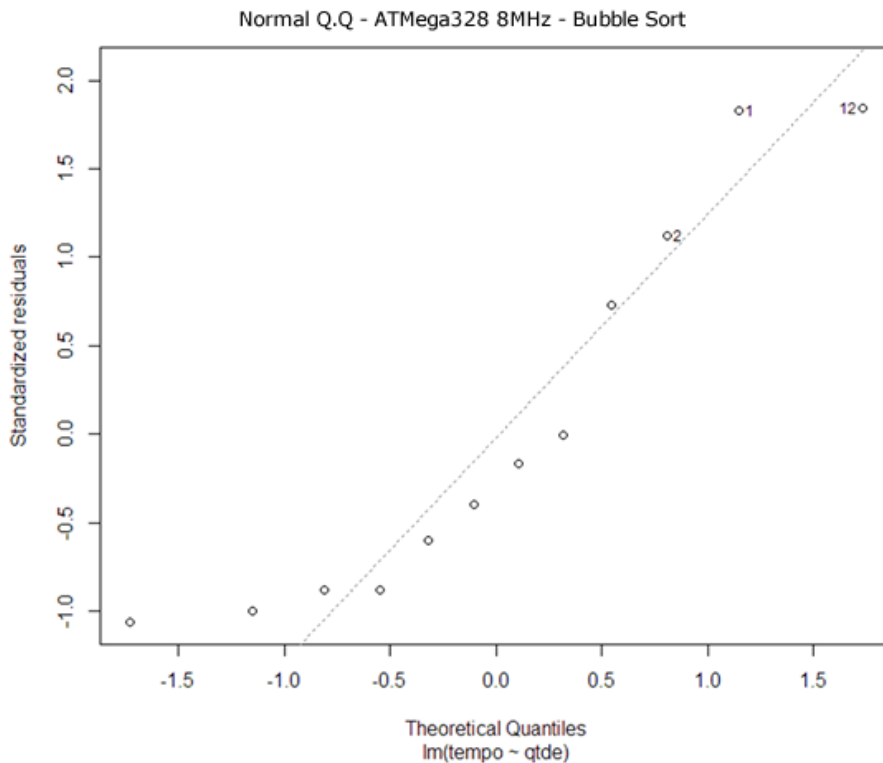


Residuals X Fitted - ATtiny85 8MHz - Bubble Sort



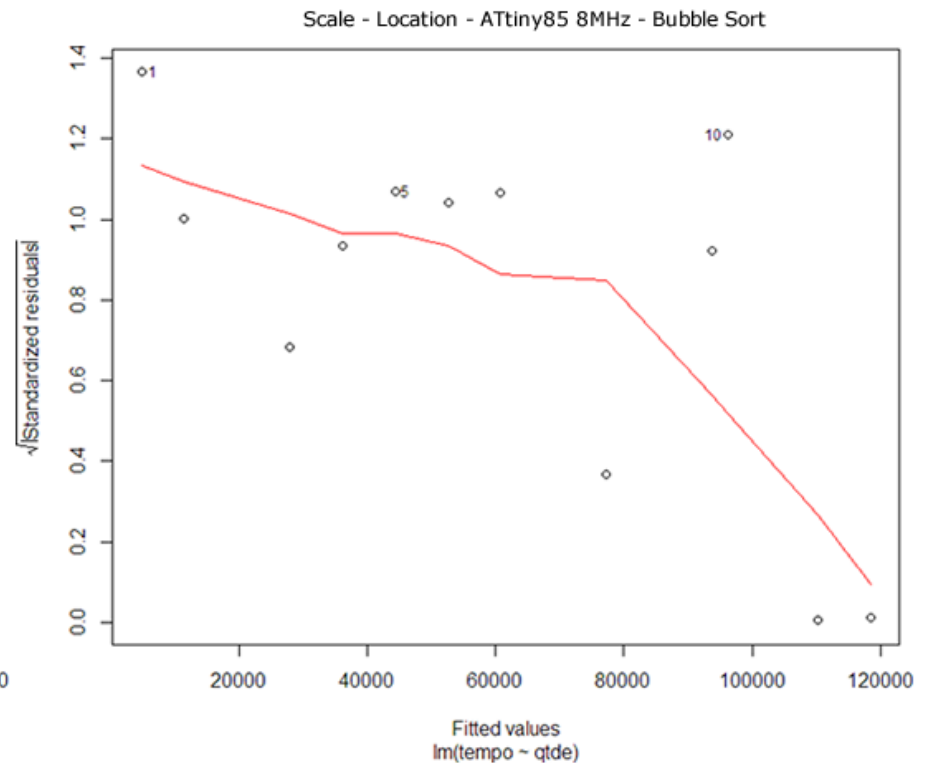
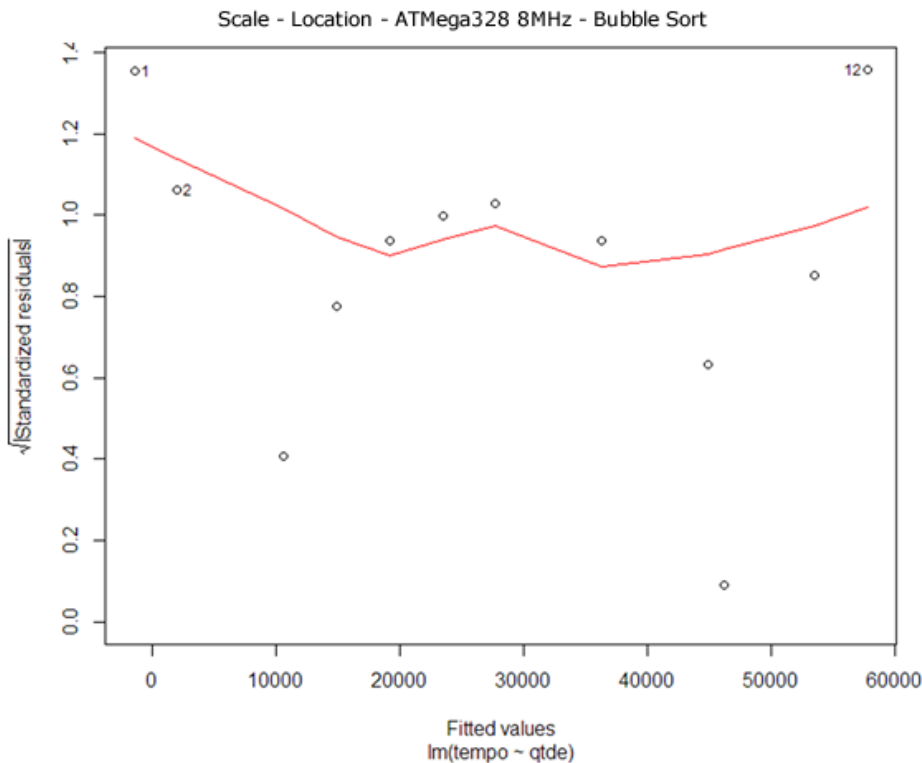
# Dados no R - Regressão Linear

## Distribuição Normal do Erros



# Dados no R - Regressão Linear

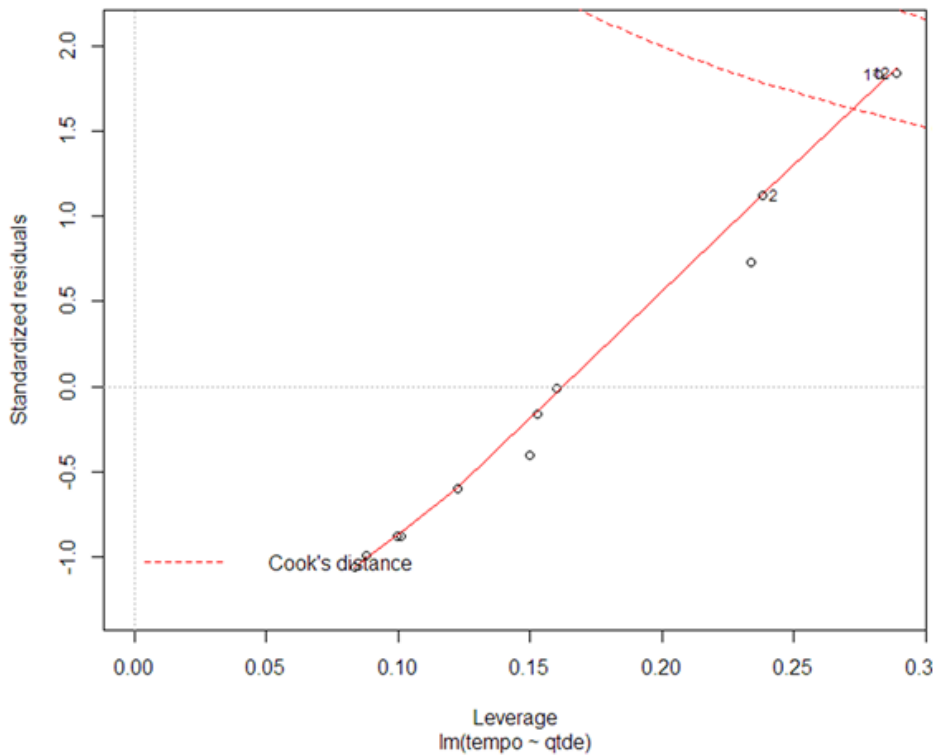
## Outliers



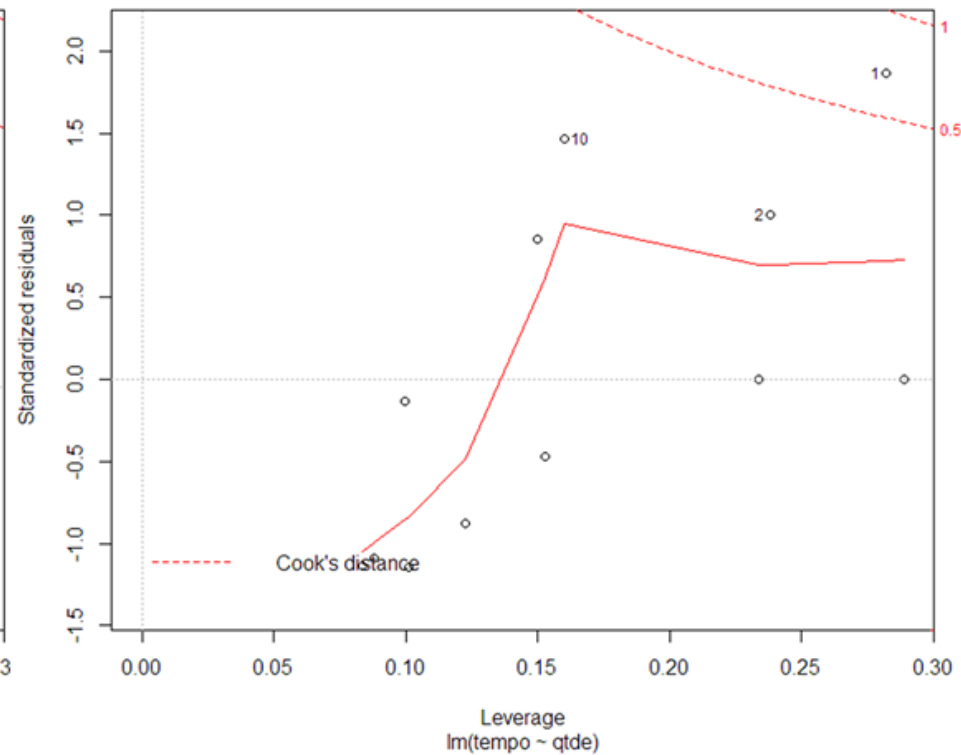
# Dados no R - Regressão Linear

## Resíduos Vs Influência

Residuals X Leverage - ATmega328 8MHz - Bubble Sort



Residuals X Leverage - ATtiny85 8MHz - Bubble Sort





# Dados no R - Regressão Linear

## ATMega328 - BubbleSort

```
> summary(ajuste)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = tempo ~ qtde)
```

```
Residuals:
```

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2635.4	-2158.9	-675.4	1877.1	4031.0

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-6576.69	1551.01	-4.24	<u>0.00172</u> **
qtde	428.65	16.89	25.38	<u>2.07e-10</u> ***

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 2593 on 10 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  0.9847, Adjusted R-squared: 0.9832
```

```
F-statistic: 644 on 1 and 10 DF, p-value: 2.071e-10
```

# Dados no R - Regressão Linear

## ATtiny85 - BubbleSort

```
> summary(ajuste)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = tempo ~ qtde)
```

```
Residuals:
```

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1918.4	-1541.1	-113.4	1426.4	2791.9

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-4954.46	1055.22	-4.695	<u>0.000848</u> ***
qtde	822.21	11.49	71.545	<u>6.94e-15</u> ***

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 1764 on 10 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  0.9981, Adjusted R-squared: 0.9979
```

```
F-statistic: 5119 on 1 and 10 DF, p-value: 6.941e-15
```

# Dados no R - Regressão Linear

## ATMega328 - BubbleSort - 90%

```
pred.df <- data.frame(qtde=c(25, 75, 133))  
predict(ajuste, newdata=pred.df, int="p", level=0.9)
```

Qtde	Lwr	Fit	Upr	Lido
25	-1038	4139	9317	5872
75	20677	25572	30467	23312
133	45283	50433	55584	51768

# Dados no R - Regressão Linear

## ATtiny85 - BubbleSort - 90%

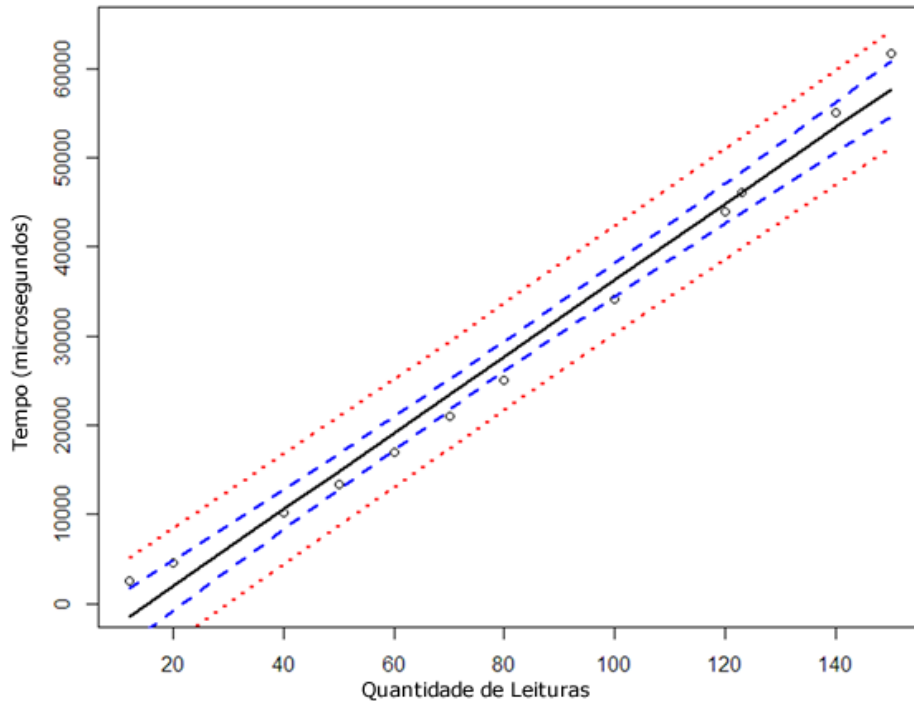
```
pred.df <- data.frame(qtde=c(25, 75, 133))  
predict(ajuste, newdata=pred.df, int="p", level=0.9)
```

Qtde	Lwr	Fit	Upr	Lido
25	12077	15600	19123	16472
75	53381	56711	60041	54728
133	100895	104399	107903	107592

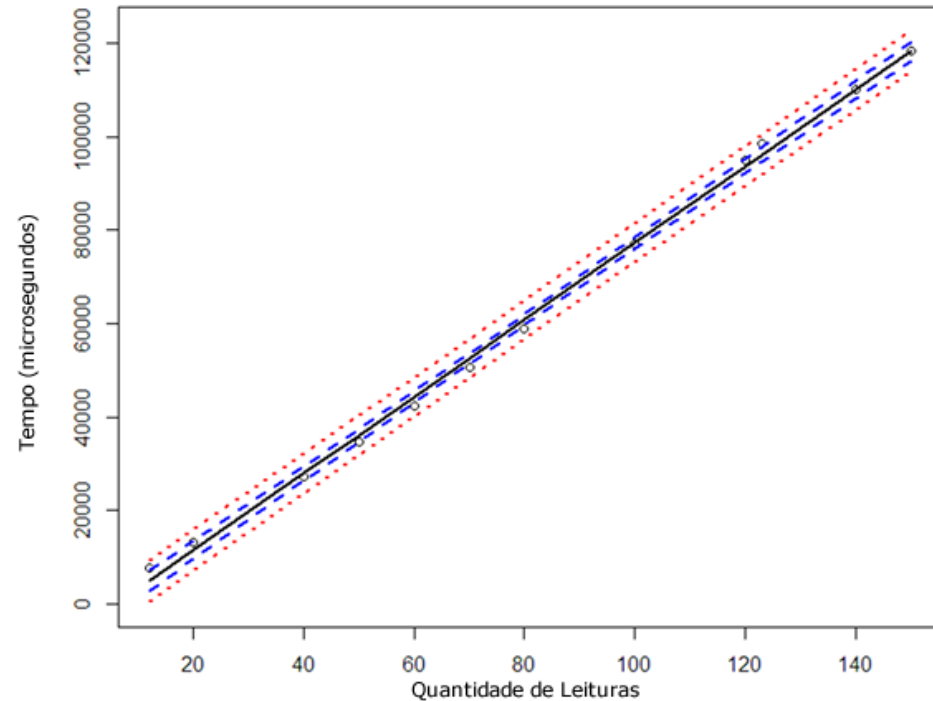
# Dados no R - Regressão Linear

## Bandas de Confiança e Predição

Confiança e Predição - ATmega328 8MHz - Bubble Sort

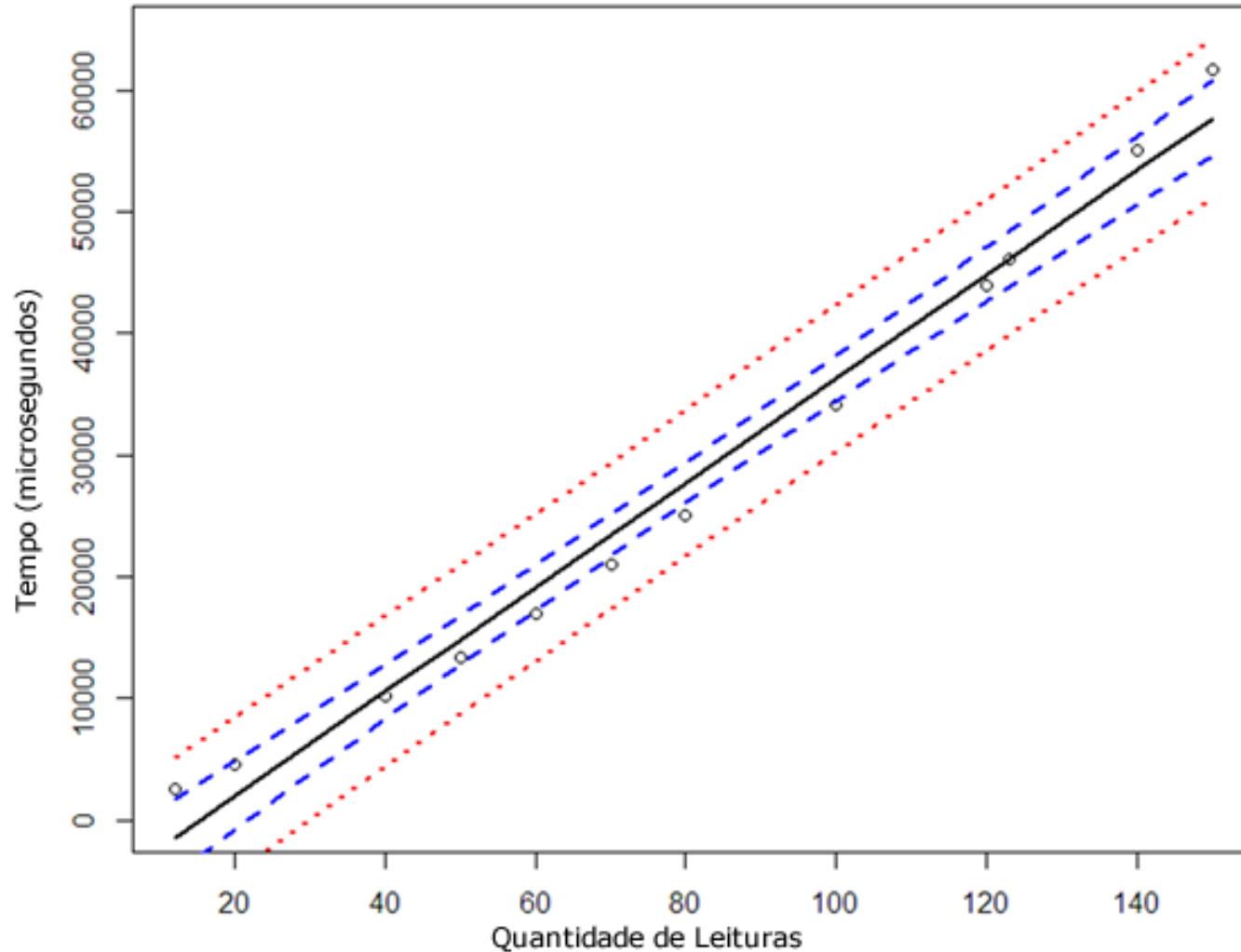


Confiança e Predição - ATtiny85 8MHz - Bubble Sort

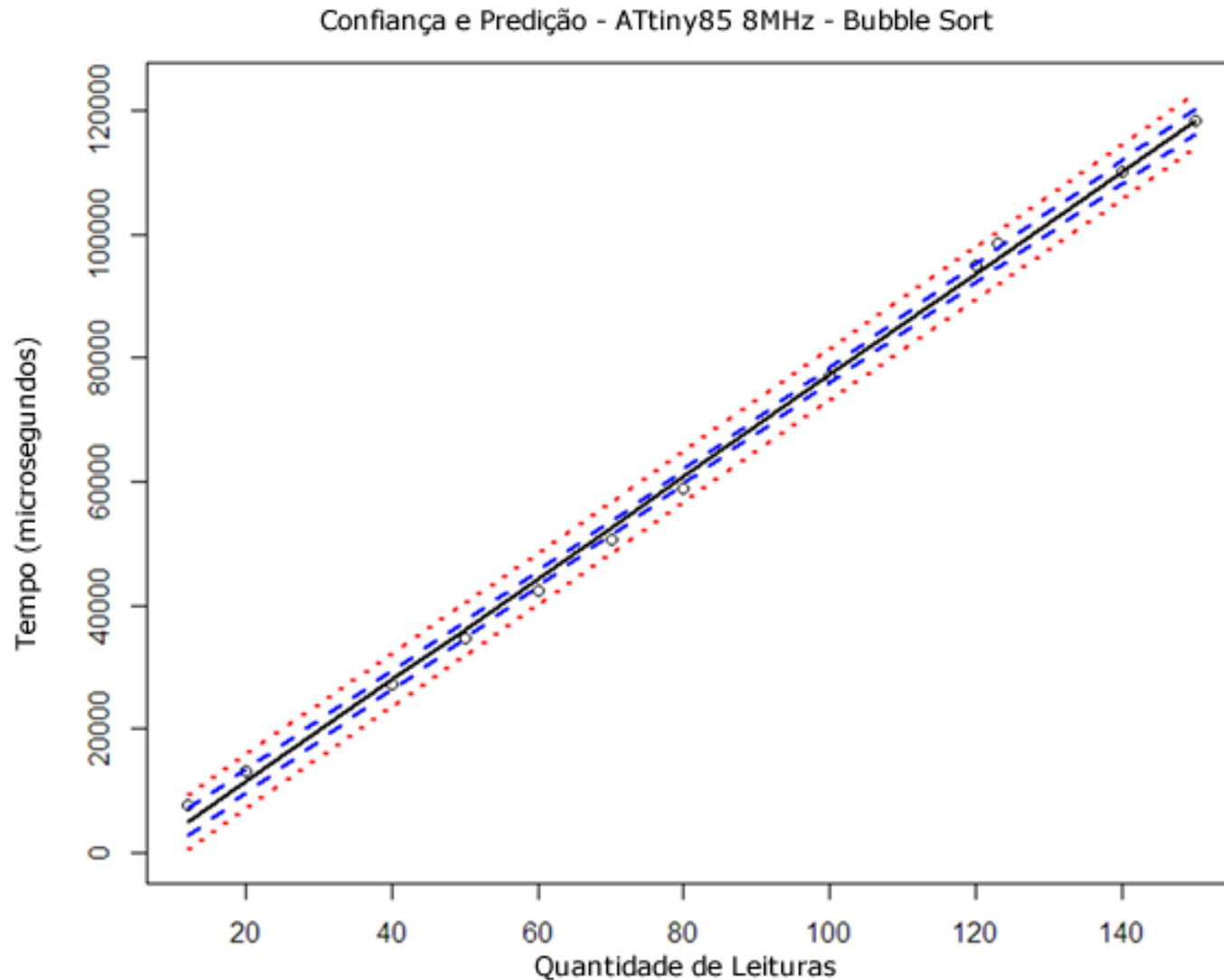


# Dados no R - Regressão Linear

Confiança e Predição - ATmega328 8MHz - Bubble Sort



# Dados no R - Regressão Linear



# Considerações dos Resultados

- Fatores Mais Significativos
  - Frequência
  - Ram
- Modelo de Regressão Linear
  - Resultados Validados
- Desempenho
  - ATtiny85 – 0.5KB Ram
  - ATmega328 – 1KB Ram



# Conclusões

- Ideia, Escopo e Resultados
- Coleta dos Dados
- Uso do R
- Fidelidade do Modelo Gerado
- Validação na prática
  - Teste em tempo Real

# Trabalhos Futuros

- Adicionar novo fator
  - Consumo de Energia
  - Processamento:Energia
- Alterar o parâmetro
  - Algoritmo de Ordenação por sqrt()
  - Método:Processamento

# Referências

- ATtiny85 – Datasheet – Disponível em [http://www.atmel.com/images/atmel-2586-avr-8-bit-microcontroller-attiny25-attiny45-attiny85\\_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-2586-avr-8-bit-microcontroller-attiny25-attiny45-attiny85_datasheet.pdf)
- ATmega328PU – Datasheet – Disponível em [http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P\\_datasheet\\_Summary.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Summary.pdf)
- Verzani, John. Using R for Introductory Statistics. Editora Taylor & Francis. 2005