



Universidade Regional de Blumenau  
Centro de Ciências Exatas e Naturais  
Curso de Ciências da Computação

# PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS

**Acadêmico: Judson Michel Cunha**

**Orientador: Sérgio Stringari**

**2000/2**

# Sumário

1. Introdução
2. Redes Industriais
3. Modbus
4. RS485 e RS232C
5. Ambiente de Trabalho
6. Desenvolvimento do Protótipo
7. Conclusão
8. Dificuldades e Sugestões
9. Bibliografia



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

# 1. Introdução

- **Dosar corretamente a matéria, informação e energia.**
- **Histórico:**
  - **Pequenas ilhas com operações automatizadas;**
  - **Soluções de automatização centralizadas;**
  - **Sistema de controle hierárquico distribuído.**



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 2. Redes Industriais

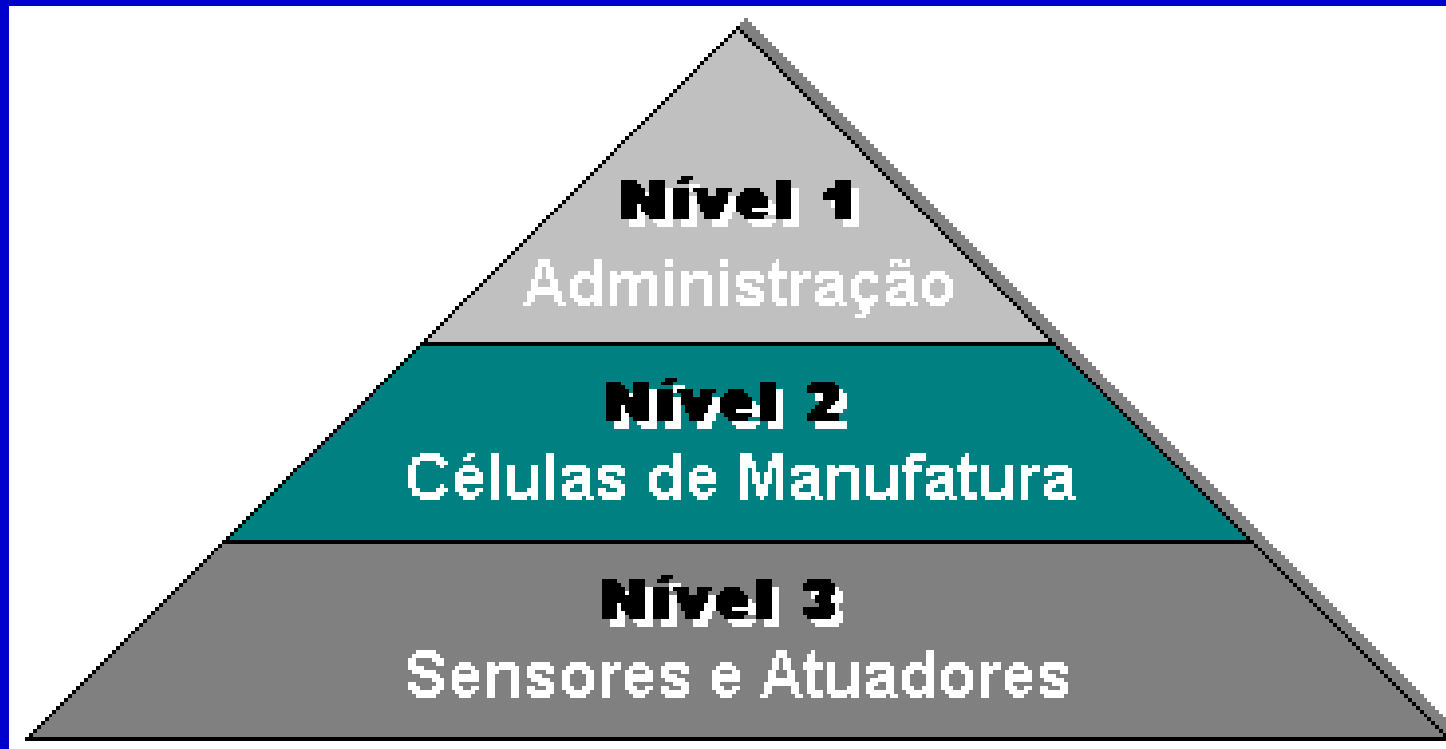
- **Ambiente hostil;**
- **Troca de informações entre equipamentos;**
- **Tempo de resposta e segurança críticos;**
- **Grande quantidade de equipamentos conectados;**
- **Tempo de acesso;**
- **Erros na transmissão.**



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

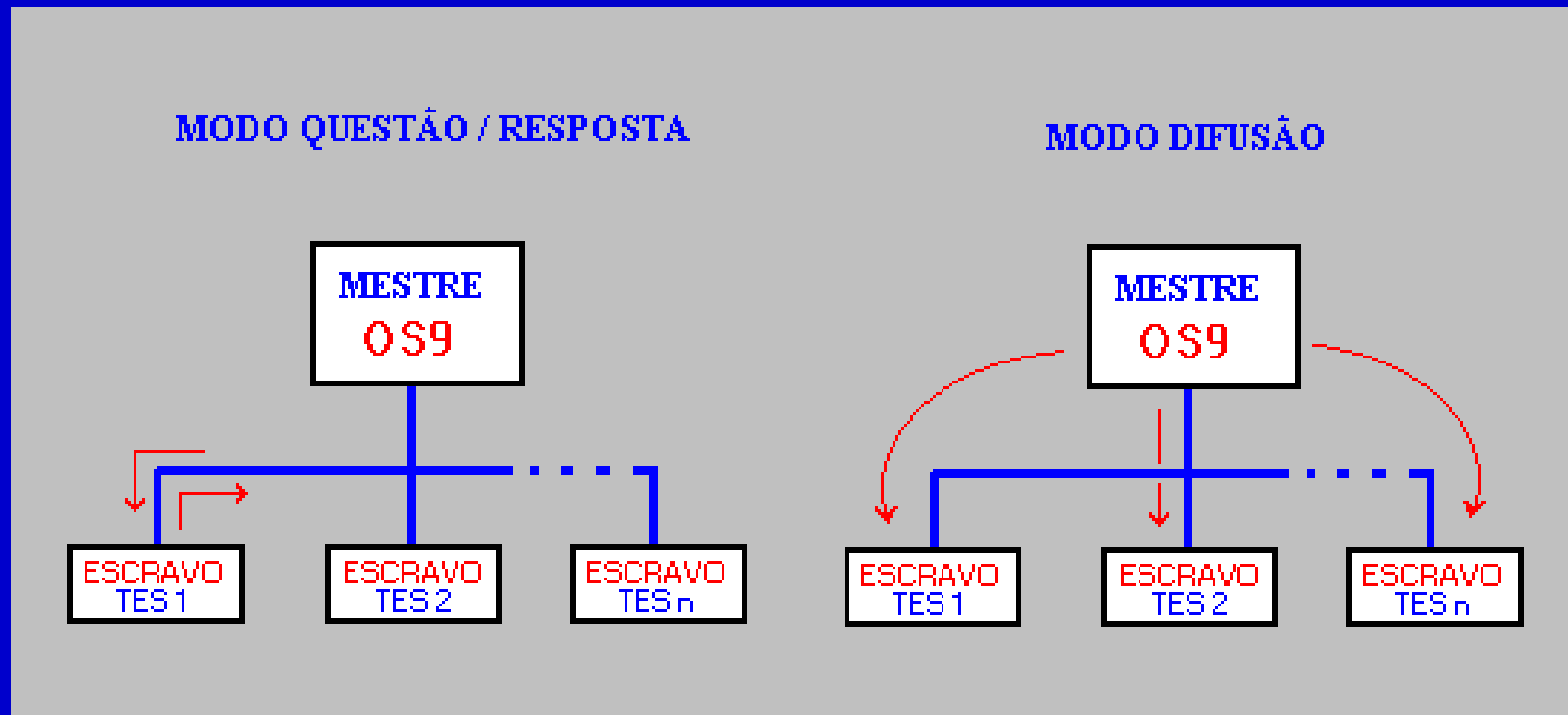
## 2.2. Níveis



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS

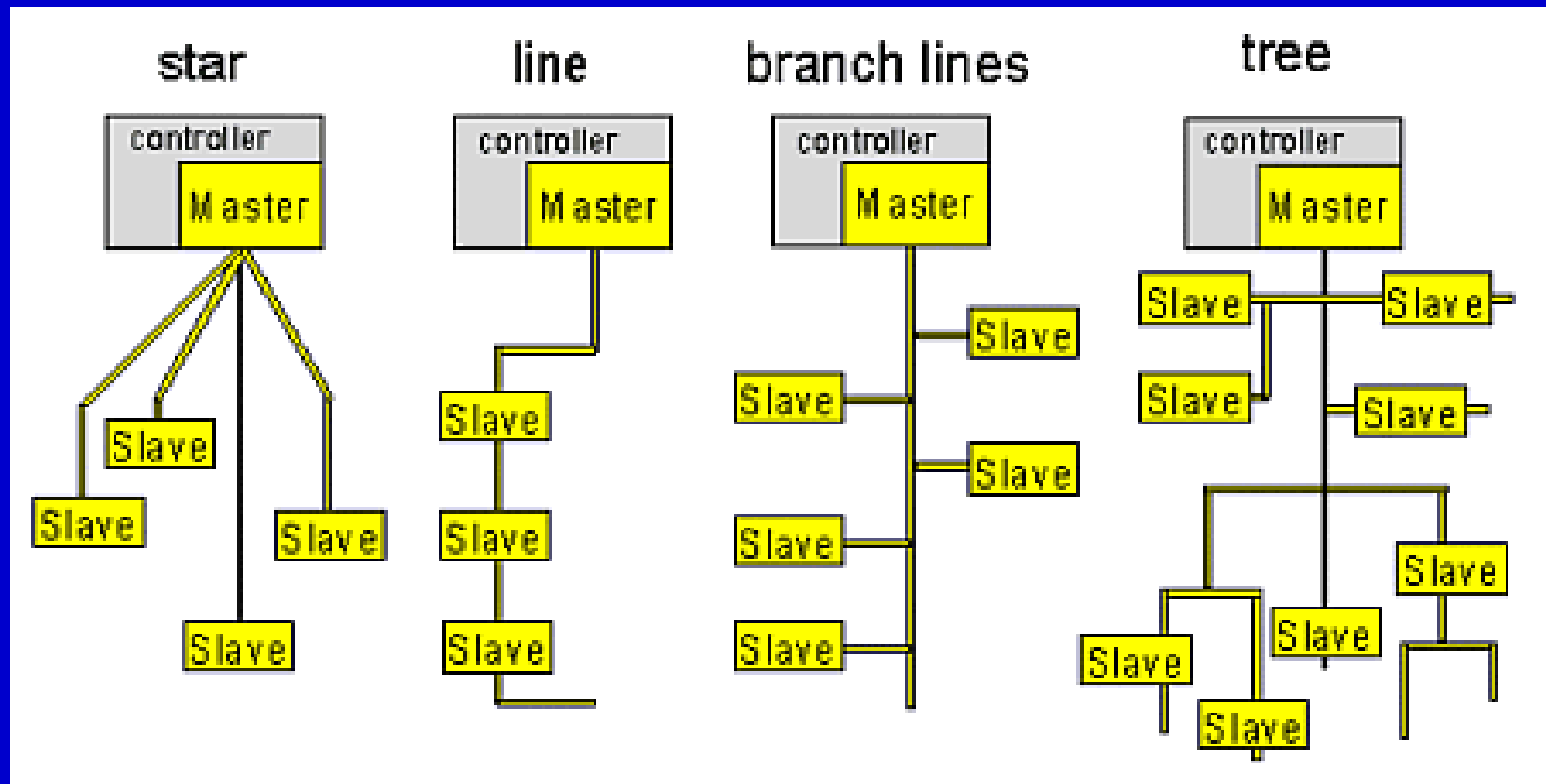
## 2.3. Estrutura de Comunicação



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**

## 2.4. Topologias



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 2.5. Padrões de Acesso ao Meio

### RS (Recommended Standard)

<b>SPECIFICATIONS</b>	<b>RS232C</b>	<b>RS423</b>	<b>RS422</b>	<b>RS485</b>
<b>Mode of Operation</b>	Single Ended	Ended	Single Rental	Differential
<b>Number of Drivers and Receivers</b>	01 Driver 1 Receivers	01 Driver 10 Receivers	01 Driver 10 Receivers	01 Driver 32 Receivers
<b>Maximum Cable Length</b>	50 Ft.	4000 Ft.	4000 Ft.	4000 Ft.
<b>Maximum Data Rate</b>	20 kb/s	100 kb/s	10 Mb/s	10 Mb/s



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**



## 2.6. Tecnologias

- AS-I (ACTUATOR SENSOR INTERFACE);
- PROFIBUS (PROCESS FIELD BUS);
- INTERBUS;
- BITBUS;
- CAN
- SERCOS



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

# 3. MODBUS

- Regras que definem a comunicação entre equipamentos;
- Processo que um controlador usa para pedir acesso;
- Padrão interno para análise gramatical;
- Várias implementações;



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 3.1. Modelo Mestre-Escravo

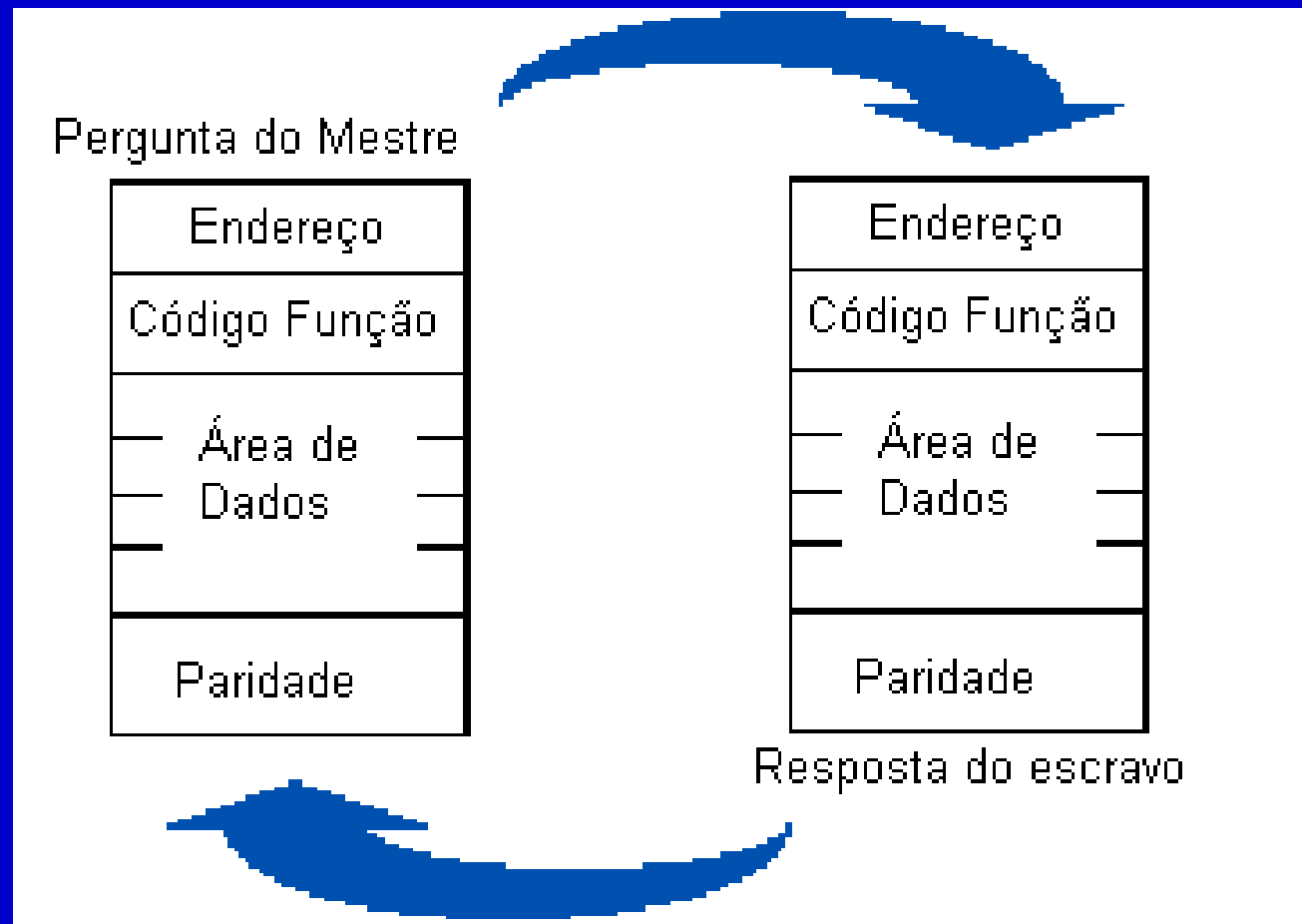
- Mestre comanda a rede;
- Escravos ouvem e respondem a rede;
- Rede multiponto;
- Modo questão resposta;
- Modo difusão;



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 3.1.1. Ciclo de questão resposta



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 3.2. Modelo de Transmissão Serial e Formato das Mensagens

### - Modo ASCII

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	LRC CHECK	END
1 CHAR :	2 CHARS	2 CHARS	n CHARS	2 CHARS	2 CHARS CRLF

### - Modo RTU

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	CRC CHECK	END
T1-T2-T3-T4	n BITS	n BITS	n x n BITS	16 BITS	T1-T2-T3-T4



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**

## 4. RS485 e RS232C

RS485 - Níveis de corrente;  
- Conexões multiponto;  
- Transmissão balanceada.

RS232C - Níveis de voltagem;  
- Conexões ponto-ponto;  
- Transmissão não balanceada.

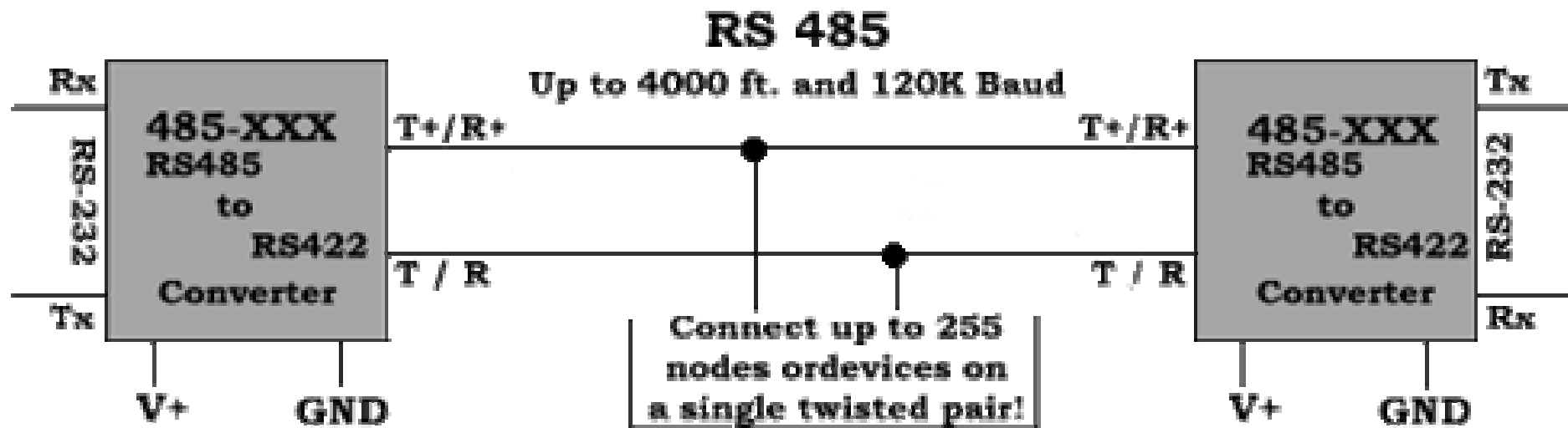


**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS

## 4.1. Lógica de Transmissão

Um bit é representado quando um terminal se torna mais negativo que outro.

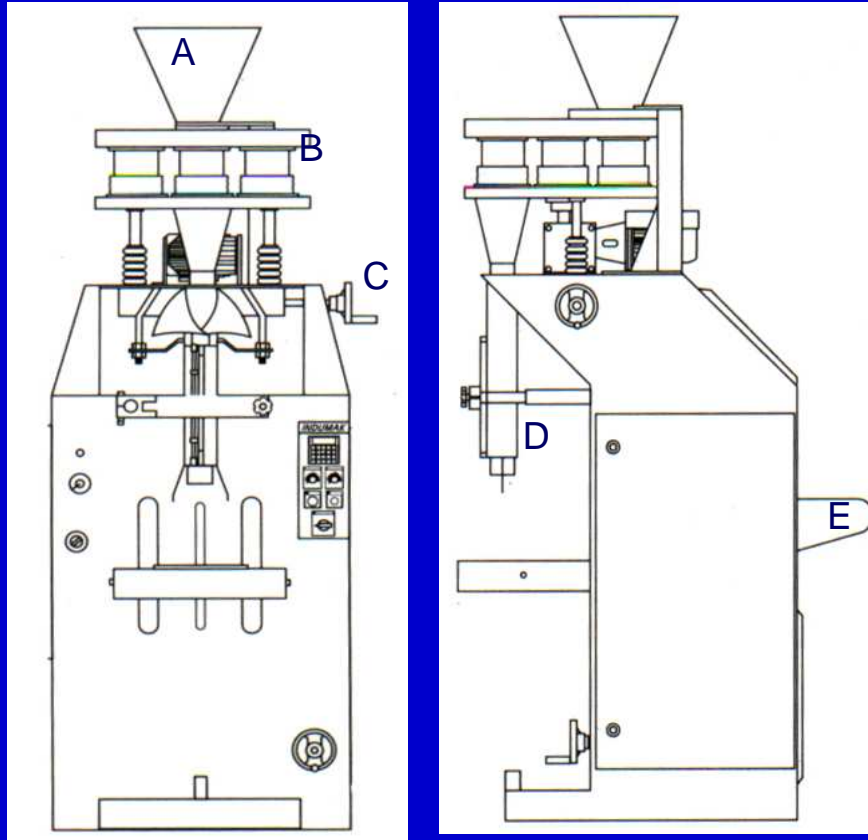


**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**

# 5. Ambiente de Trabalho

## 5.1 Máquina de Empacotar



- a) reservatório;
- b) canecas;
- c) manipulador de correção;
- d) tubo para passagem do produto;
- e) bobina plástica.

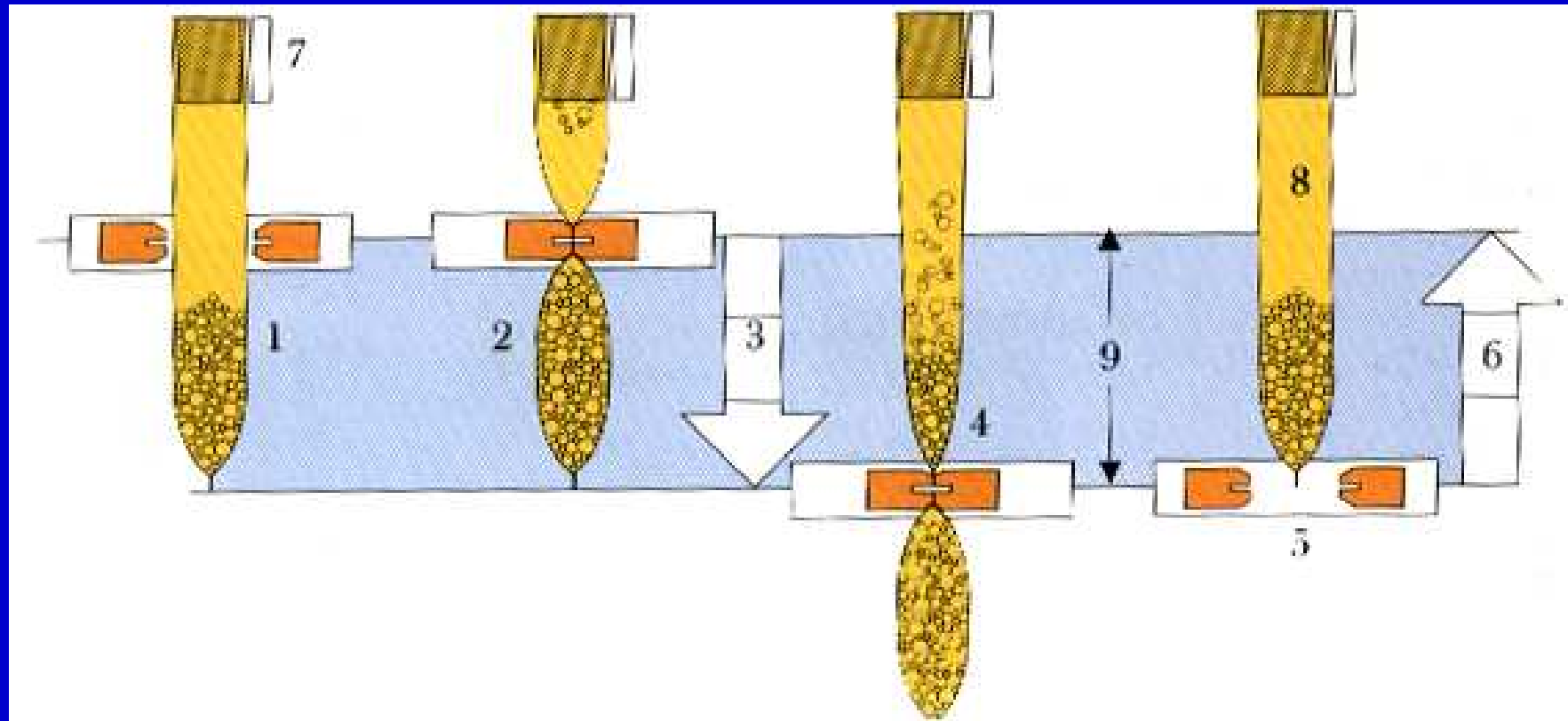


**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**



## 5.1.1. Ciclo de Fechamento



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 5.2 Controlador de Peso



CPU



Motor de Correção



Base



UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS

## 6. Desenvolvimento do Protótipo

- Especificação por fluxograma, utilizando a ferramenta ABC Flow Charter;
- Metodologia de desenvolvimento por análise estruturada, utilizando o ambiente Delphi;



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.1. Especificação

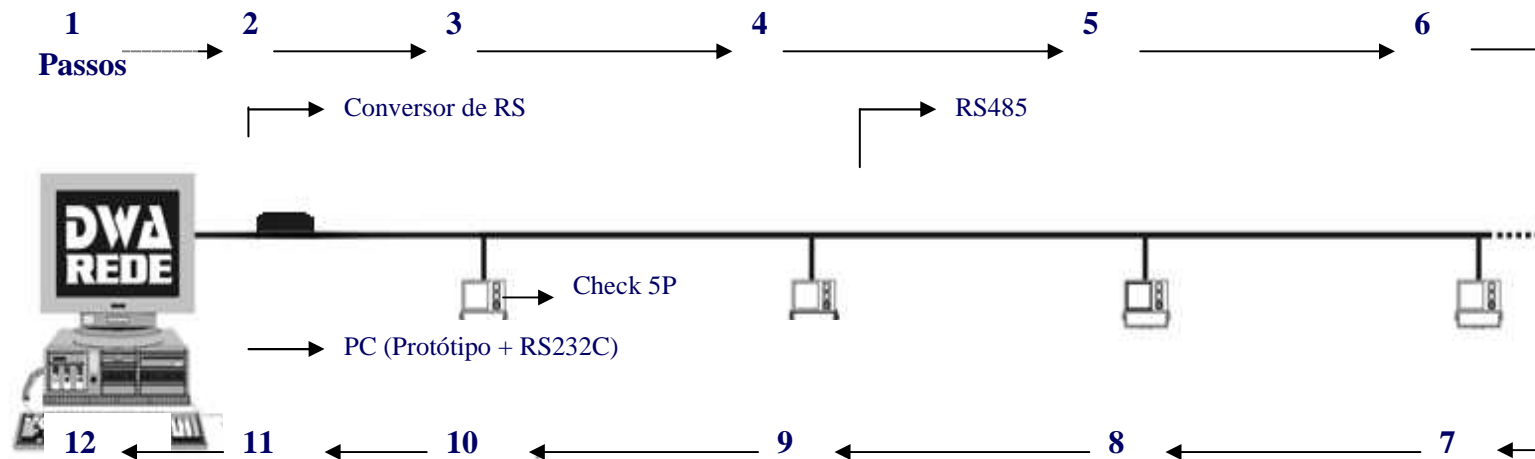
**Nesse ponto será apresentada a especificação do protótipo e uma visão geral do processo de I/O da rede industrial, foco de estudo deste trabalho.**



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

# 6.1.1. Rede Física dos Controladores



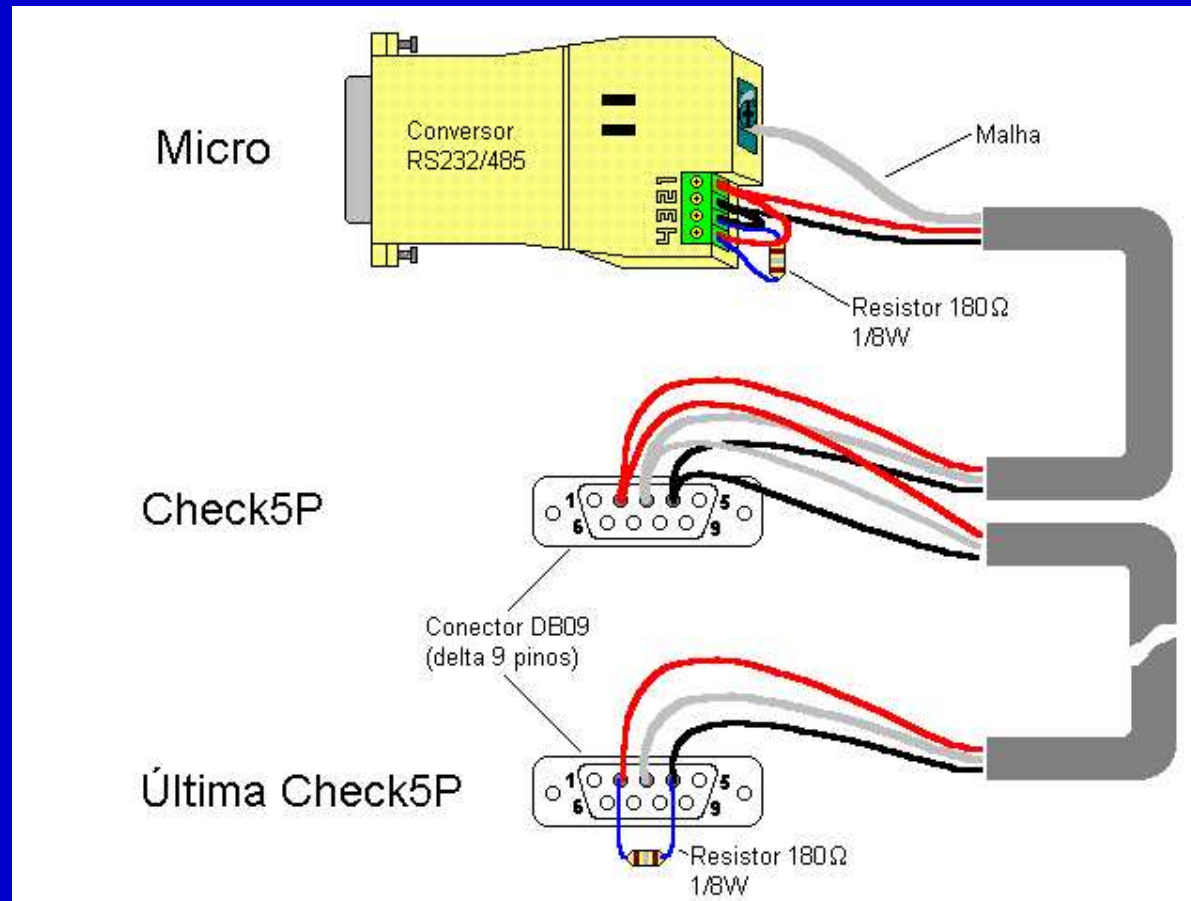
\* Os pontos de 1 a 12 correspondem aos passos abaixo mencionados.



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**

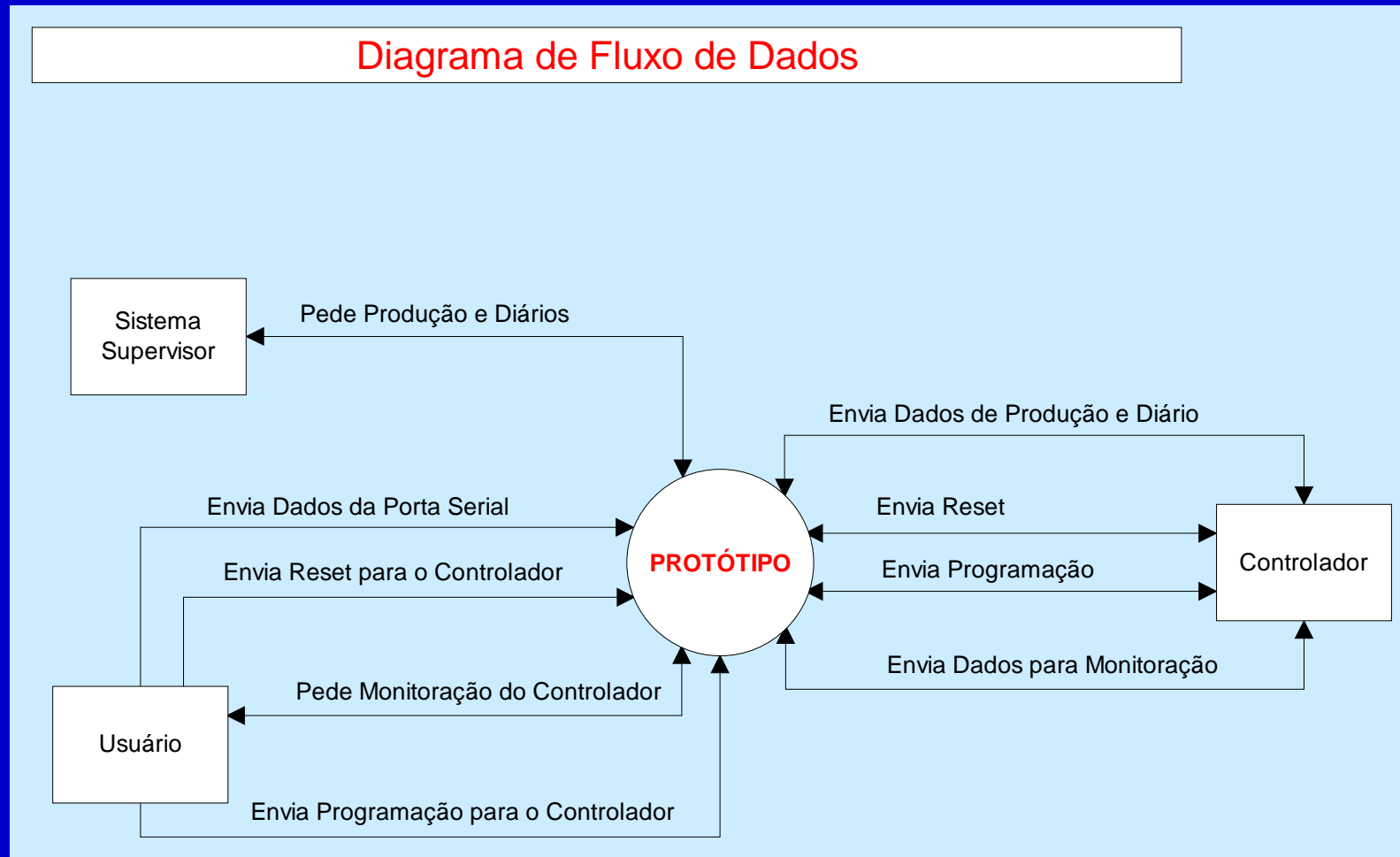
## 6.1.2. Instalação Física do Cabeamento



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.1.3. Diagrama de Fluxo de Dados

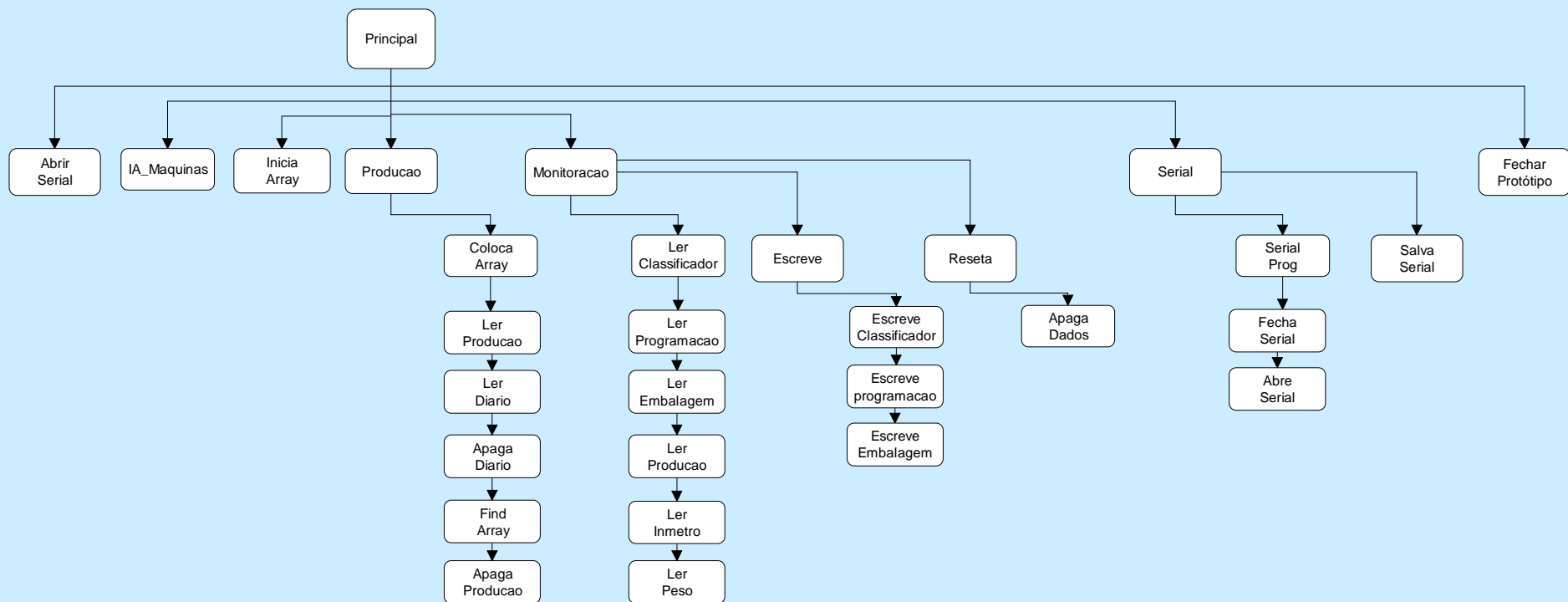


**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**

# 6.1.4. Chamada das Funções

## Chamada das Funções

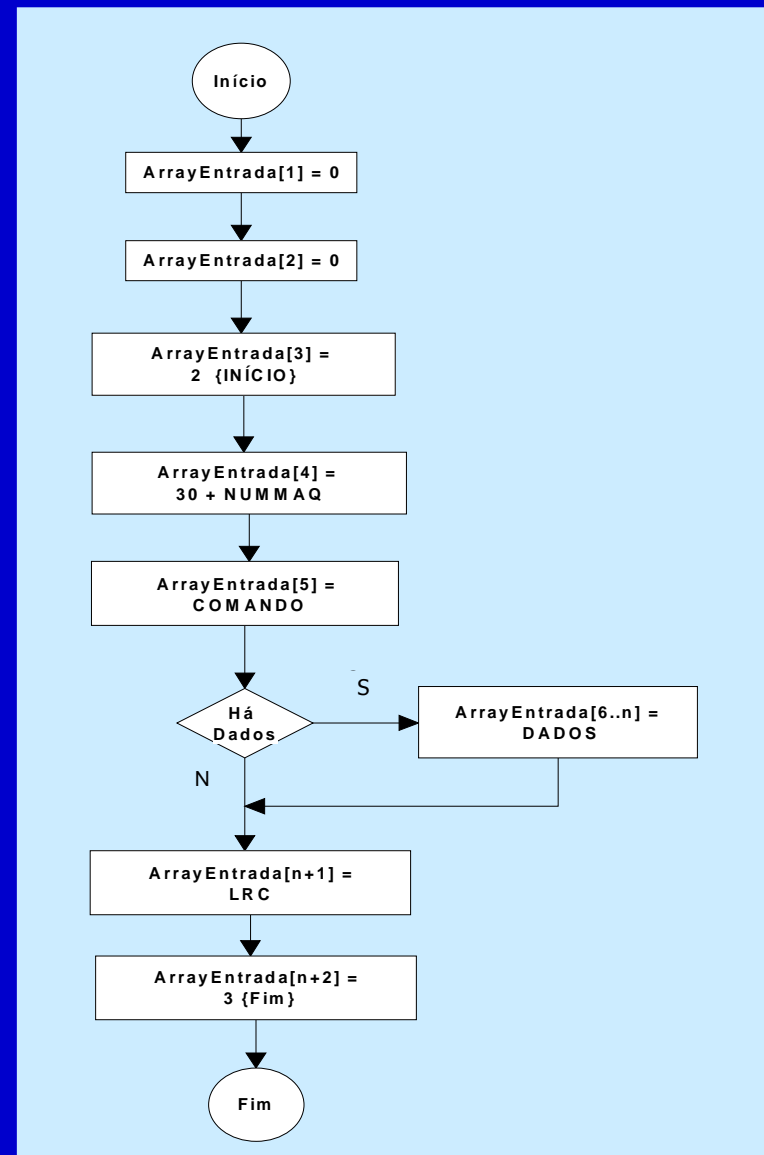


**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**



# 6.1.5. Especificação do Modbus



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.2. Implementação

**Nesse ponto será mostrado as funções e procedures desenvolvidas no protótipo, bem como a funcionalidade e operacionalidade do mesmo.**



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.2.1. Funções Desenvolvidas

AbrirSerial;

Comunica;

VerificaParidade;

RetornaPosicao;

FecharSerial.

ColocaArray;

RetiraArray;

IniciaArray;

LocalizaArray;

IA\_Maquinas.

LerPeso;

LerProducao;

LerProgramacao;

LerClassificador;

LerDiário;

LerEmbalagem;

LerInmetro;

ApagarProducao;

ApagarPeso;

ApagarDiario;

EscreverProgramacao;

EscreverClassificador;

EscreverEmbalagem.



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.2.2. Retorno das Funções de I/O

- 0 – houve problemas na porta serial;
- 1 – erro de timeout;
- 2 – sem novos dados;
- 3 – erro de recepção da Check 5P;
- 4 – último comando executado com sucesso;
- 5 – com novos dados;
- 6 – erro de paridade;
- 7 – erro de continuidade;
- 8 – erro de dados.



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.2.3. Função de Abertura da Porta Serial

### ABRE A PORTA SERIAL PARA I/O

```
hComm := createfile ( PChar(Serial) ,generic_WRITE or generic_READ,1,nil,  
                    open_existing,file_flag_overlapped,0);
```

```
If hComm > 0 Then
```

```
Begin
```

```
setupComm ( hcomm,32,32);
```

```
    DCB.BaudRate :=9600;
```

```
    DCB.Parity   :=NOPARITY;
```

```
    DCB.ByteSize :=8;
```

```
    DCB.StopBits :=ONESTOPBIT;
```

```
    DCB.XOnChar  :=Char(11);
```

```
    DCB.XOffChar :=Char(13);
```

```
    DCB.XOnlim   :=20;
```

```
    DCB.XOfflim  :=20;
```

```
    DCB.ErrorChar :=CHAR(03);
```

```
SetCommState ( hComm,DCB );
```

### TIME-OUT DA PORTA SERIAL

```
CommTimeouts.ReadTotalTimeoutConstant:= TO_LeituraTotal;
```

```
CommTimeouts.ReadIntervalTimeout:=TO_LeituraByte;
```

```
CommTimeouts.ReadTotalTimeoutMultiplier:= TO_LeituraAcrescimo;
```

```
CommTimeouts.WriteTotalTimeoutConstant:=TO_EscritaTotal;
```

```
CommTimeouts.WriteTotalTimeoutMultiplier:=TO_EscritaByte;
```

```
SetCommTimeouts ( hComm,CommTimeouts);
```



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.2.4. Leitura e Escrita na Porta Serial

```
escapeCommFunction ( hComm,clrRTS );  
WriteFile ( hComm,Entrada,32,BytesWritten, nil);  
Error := GetLastError;  
If (Error <> 0)then  
Begin  
    ClearCommError( hComm, lpErrors, Nil);  
    SetLastError(0);  
    Error := GetLastError;  
End;  
Sleep(TimeSleep);  
escapeCommFunction ( hComm,setRTS );  
ReadFile (hComm,Saida,32,BytesRead,nil);
```



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

## 6.2.5. Implementação do Modbus

```
Entrada[1]:=0; Entrada[2]:=0; Entrada[3]:=2;  
Entrada[4]:=30+Maq;  
Entrada[5]:=30; {Comando para ler peso}  
Entrada[6]:= (255-(2+30+Maq+30)+1); {Calculo do LRC}  
Entrada[7]:=3;  
Retorno:= Comunica(Entrada, Saida, IniDados, FimDados);
```

```
If Retorno = '5' Then  
Begin  
  Rascunho:="";  
  For Descritores:= IniDados To IniDados+3 Do  
    Rascunho:=Rascunho + IntToStr(Saida[Descritores]-48);  
  Retorno:= Rascunho;  
End;
```

```
Result:= Retorno;
```

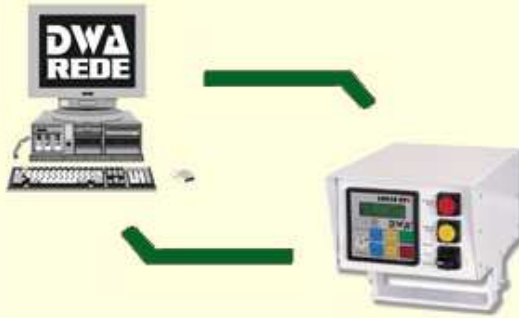


**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

# 6.2.6. Tela de Produção

Protótipo de Rede Industrial Utilizando MODBUS e RS485



### Desempenho da Comunicação na Rede

87%

Escritas Corretas	85	9%
Sem Novos Dados	149	17%
Com Novos Dados	542	60%
Erro de Continuidade	19	2%
Erro de Paridade	52	6%
Erro de Recepção	0	0%
Erro de Time Out	49	5%
Erro de Serial	0	0%
Total de Leituras	896	

Produção Monitorar Porta Serial Sair 14:51:59

### Produção

Ler Produção      Ciclo de Leitura: 00s 830ms

<input checked="" type="checkbox"/> Máquina 1	<input type="checkbox"/> Máquina 17
<input type="checkbox"/> Máquina 2	<input type="checkbox"/> Máquina 18
<input type="checkbox"/> Máquina 3	<input type="checkbox"/> Máquina 19
<input type="checkbox"/> Máquina 4	<input type="checkbox"/> Máquina 20
<input type="checkbox"/> Máquina 5	<input type="checkbox"/> Máquina 21
<input type="checkbox"/> Máquina 6	<input type="checkbox"/> Máquina 22
<input type="checkbox"/> Máquina 7	<input type="checkbox"/> Máquina 23
<input type="checkbox"/> Máquina 8	<input type="checkbox"/> Máquina 24
<input type="checkbox"/> Máquina 9	<input type="checkbox"/> Máquina 25
<input type="checkbox"/> Máquina 10	<input type="checkbox"/> Máquina 26
<input type="checkbox"/> Máquina 11	<input type="checkbox"/> Máquina 27
<input type="checkbox"/> Máquina 12	<input type="checkbox"/> Máquina 28
<input type="checkbox"/> Máquina 13	<input type="checkbox"/> Máquina 29
<input type="checkbox"/> Máquina 14	<input type="checkbox"/> Máquina 30
<input type="checkbox"/> Máquina 15	<input type="checkbox"/> Máquina 31
<input type="checkbox"/> Máquina 16	<input type="checkbox"/> Máquina 32

Máquina, Quilos, Pacotes, Rej Acima, Rej Abaixo

000001,000207,000208,0359,0006

Máquina, Diário, Hora, Minuto, Dia, Mês

000001,005,14,55,16,11




UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS



# 6.2.7. Tela de Monitoração

Protótipo de Rede Industrial Utilizando MODBUS e RS485



### Desempenho da Comunicação na Rede

87%

Escritas Corretas	25	21%
Sem Novos Dados	0	0%
Com Novos Dados	76	66%
Erro de Continuidade	4	3%
Erro de Paridade	5	4%
Erro de Recepção	0	0%
Erro de Time Out	6	5%
Erro de Serial	0	0%
Total de Leituras	116	

Produção Monitorar Porta Serial Sair 14:48:49

### Monitoração

Ciclo de Leitura 000s 660ms

Máquina 1 Início Parar

Quilos	Pacotes	Rej+	Rej-
Prod. 000166	000167	0291	0006
Média 0994.0		Último Peso 0995	

### Cálculo do INMETRO

Peso Médio	0996.5
Desvio Padrão	00.8
Peso Mínimo	1005.7
Resultado	<b>Reprovado</b>

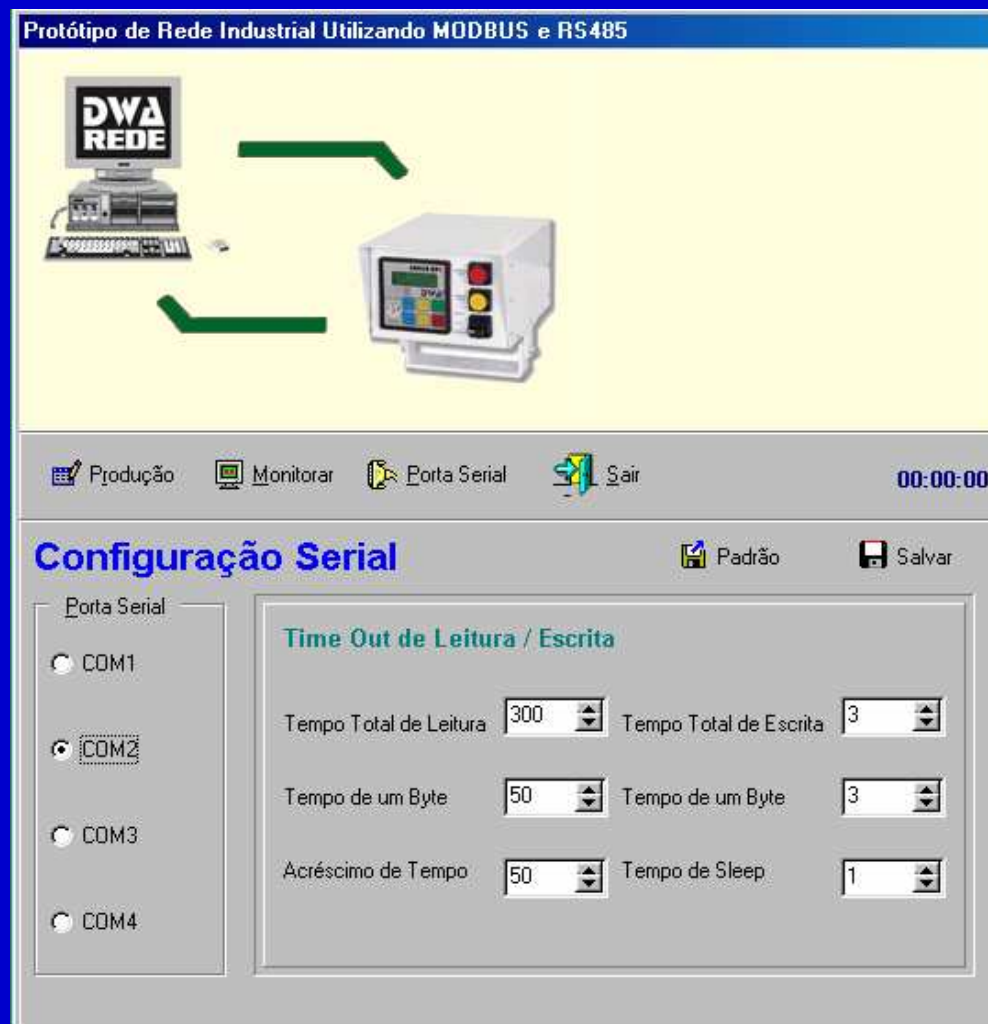
Programação	Classificador	Tempos	Embalagem
Peso Máximo 1008	Retirar Acima 1006	Retirar Após 03	Peso c/ Embalagem
Peso Mínimo 1004	Retirar Abaixo 0995	Fator Correção 01	1006



UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS

## 6.2.8. Tela de Configuração Serial



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**

# 7. Conclusão

Em relação aos objetivos propostos, foram todos alcançados.

As redes industriais, são uma excelente escolha para empresas que queiram automatizar processos e informatizar a informação. O estudo e implementação do protocolo Modbus, mostrou a sua abrangência em redes industriais e sua facilidade de implementação. O meio de transmissão RS485 foi satisfatório, mostrando sua capacidade de transmissão imune a ruídos e sua simplificação de cabeamento.



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

# 8. Dificuldades / Sugestões

## Dificuldades

- . O módulo de controle nem sempre responde a rede quando questionado;
- . A taxa de transmissão é fixa em 9600;
- . Não há comunicação entre os controladores;
- . O controlador de peso é proprietário.

## Sugestões

- . Criar um protótipo que forneça informações sobre os dados coletados;
- . Estudar novas propostas de tecnologias de redes industriais;
- . Estudo e implementação de um protótipo padrão para qualquer rede industrial que utilize o Modbus como protocolo de comunicação;
- . Estudo de redes industriais com outros meios de acesso físico.



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E  
PROTOCOLO MODBUS**

# 9. Bibliografia

- [COT2000] COTTER, Mark, MCGILVREAY, John. Hirschmann. **Network Systems - High Availability Industrial Automation Networks** 2000. Endereço Eletrônico: <http://www.hirschmann-usa.com/Resiliency.htm>. Data da consulta: 05/07/2000.
- [SCH2000] Schneider Eletronics. **Modbus Protocol** 2000. Endereço Eletrônico: <http://www.modicon.com/techpubs/toc7.html>. Data da consulta: 00/00/2000.
- [SIL2000] SILVEIRA FILHO, Elmo Dutra da. **Redes de comunicação de baixo nível (fieldbus)** 2000. Endereço Eletrônico: <http://www.malbanet.com.br/professorelmo/Conetfld.htm>
- [SOA1993] SOARES NETO, Vicente Soares. **Comunicação de dados: conceitos fundamentais**. São Paulo : Érica, 1993.



**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**

**PROTÓTIPO DE REDE INDUSTRIAL UTILIZANDO O PADRÃO SERIAL RS485 E PROTOCOLO MODBUS**