Vitor Amadeu Souza

Desenvolvendo projetos PoE

MODBUS

com comunicação

TCP/IP

Programado no Arduino

© 2019 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.

© 2019 by Vitor Amadeu Souza

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem autorização prévia e escrita de **Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.** Este livro publica nomes comerciais e marcas registradas de produtos pertencentes a diversas companhias. O editor utiliza as marcas somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários das marcas, sem nenhuma intenção de atingir seus direitos.

Agosto de 2019

Direitos reservados por:
Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda

Produção: *Cerne Tecnologia e Treinamento*
E-mail da Empresa: *cerne@cerne-tec.com.br*
Home Page: *www.cerne-tec.com.br.com.br*
Atendimento ao Consumidor: *sac@cerne-tec.com.br*
Contato com o Autor: *vitor@cerne-tec.com.br*



FEITO NO BRASIL

Dedicatória

Como nos meus outros livros, dedico este livro a minha querida esposa Renata Leal Souza.

"Tudo aquilo que vive deve morrer,
da Natureza passando à Eternidade."

William Shakespeare

Cerne Tecnologia

A Cerne Tecnologia tem uma equipe preparada para desenvolvimento de projetos eletrônicos em diversas áreas: Médica, Entretenimento, Industrial, Robótica, Científica, Automobilística, Aeronáutica, etc. Trabalhamos com tecnologia microcontrolada usando o PIC, ARM, AVR, 8051, dsPIC, PIC24, PIC32 além do Arduino, Raspberry, Beaglebone etc. Desenvolvemos o projeto desde sua concepção até a entrega do produto final, passando pelas etapas de esquema elétrico, protótipo e desenvolvimento de circuito impresso.

Desenvolvemos aplicativos para smartphones/tablets Android, iOS, Blackberry, Windows Phone e no desenvolvimento de softwares a nível PC para plataforma Windows, usando ferramentas como o Visual Basic, C# e C++.

Atuamos na parte de montagem de placas, onde podemos fornecer ambos os serviços de desenvolvimento de projetos e produção ou apenas um destes.

Desenvolvemos esquemas elétricos e layout de PCI, tanto em tecnologia convencional como SMD.

Temos a flexibilidade de customizar um de nossos produtos, de modo a atender a uma necessidade específica do cliente, tornando o custo de desenvolvimento menor se comparado a construção de um projeto desde a sua fase inicial.

Desenvolvemos e fornecemos kits didáticos para diversos microcontroladores além de apostilas, livros e e-books.

Na hora de desenvolver um projeto ou equipar seu laboratório não hesite em nos contatar. Entre em contato conosco através do endereço cerne-tec.com.br para obter mais informações.

Cerne
Conhecimento para o Desenvolvimento

cerne-tec.com.br

Sumário

01. Metodologia de desenvolvimento **6**

03. HTML **7**

03. Ligando um led no Arduino **33**

04. Comunicação TCP/IP **41**

05. MODBUS RTU TCP/IP **48**

06. Medição de Monóxido de Carbono **69**

07. Medição de dióxido de Carbono **86**

08. Contador Geiger **103**

09. Frequencímetro **125**

10. Medindo a concentração de GLP **133**

11. Medindo a concentração de H_2 **148**

12. Hidrômetro **163**

13. Luxímetro **176**

14. Medição de vazão **188**

15. Medindo a concentração de amônia **199**

16. Medindo a concentração de Benzeno **215**

17. Célula de carga **230**

18. Decibelímetro **244**

19. Medindo o fluxo de massa **262**

20. Medindo a concentração de ozônio **275**

21. Medição de pH **290**

22. Amperímetro **304**

23. Dinamômetro **316**

24. Medindo a radiação ultravioleta **326**

25. Wattímetro **343**

26. PoE **353**

Capítulo 1
Metodologia de desenvolvimento

1. Introdução

Esta literatura é uma continuação da obra *Arduino – Prático e Objetivo* (2011) e *Programação para Arduino – Avançado* (2014) do mesmo autor e editora, onde a proposta é desenvolver um sensor medidor de concentração para diversas variáveis analógicas como mostra o sumário que forneça o resultado de tal medição através da rede MODBUS TCP/IP programado no Arduino. Em seguida o hardware necessário para que a aplicação funcione em *PoE (Power Over Ethernet)* é apresentado.

Também é apresentada a construção de um WebServer, onde ao digitar o IP programado no Arduino em um browser será carregada uma página HTML definida.

A placa didática utilizada foi a Cerne Arduino e o Shield Ethernet W5100, onde tais kits estão à venda no site www.cerne-tec.com.br. No entanto, outros modelos compatíveis como a Arduino UNO podem ser utilizados, em função da compatibilidade entre as mesmas.

Capítulo 2

HTML

1. Introdução

Para escrever os exemplos propostos, pode-se usar o bloco de notas (notepad) que já vem instalado por default no Windows ou usar o Notepad ++, que é um editor de texto melhorado se comparado ao bloco de notas. Este software é gratuito e pode ser baixado pelo link abaixo:

http://notepad-plus-plus.org/

Após a escrita do código HTML salve-o com a extensão .htm e abra-o através de um browser para testá-lo. A estrutura básica de um código HTML é a seguinte.

```
<html>

<head>
       <title>                </title>
</head>

<body>
</body>
</html>
```

Observe que no HTML, tudo possui um início e fim, sendo o fim representado pela presença da /. Note como exemplo a declaração `<html>` que dá início ao código e o `</html>` ao fim. No identificador `<head>` encontra-se o cabeçalho do arquivo. Entre ele, há a opção `<title>`, onde pode-se definir o título que terá a página a ser apresentada no browser. Em seguida, encontra-se o corpo `<body>` da página, onde através dela pode-se colocar imagens, tabelas, textos, botões, etc. Nos próximos tópicos, será apresentado os conceitos fundamentais para manipulação do HTML.

Dica: *O HTML não é case sensitive, ou seja, letras maiúsculas e minúsculas possuem o mesmo significado.*

2. Alterando o título

Neste exemplo será alterado o título de uma página web. Para isso, crie um novo arquivo em um dos editores citados e digite o seguinte código.

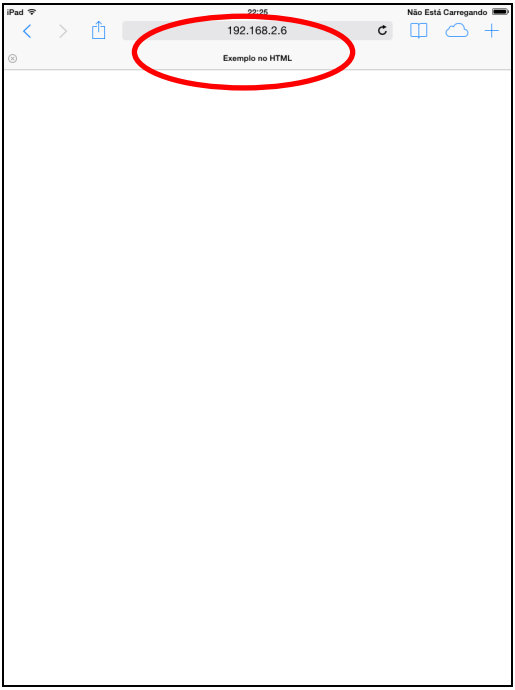
```
<html>

<head>
       <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

<body>
```

```
</body>
</html>
```

Salve o arquivo com a extensão .htm e chame-o de exemplo1.htm, na pasta informada anteriormente (c:\wamp\www). Através do smartphone/tablet, digite o IP do servidor seguido do nome do arquivo. O resultado será como verificado a seguir.



3. Apresentando Textos

Pode-se apresentar textos no HTML, observe o exemplo a seguir.

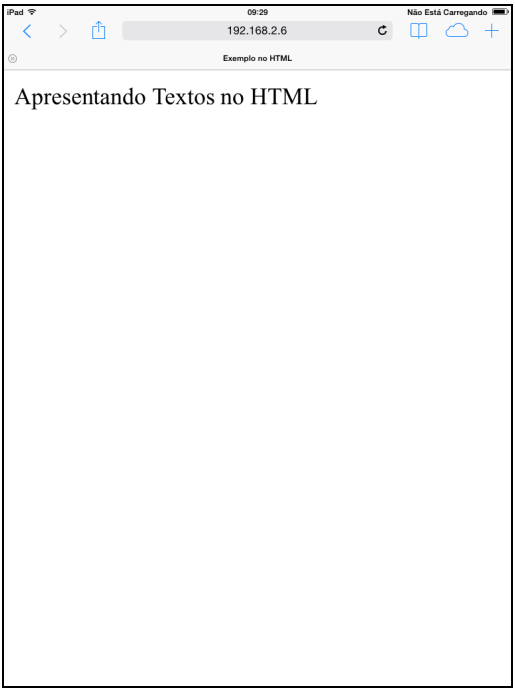
```
<html>

<head>
        <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

<body>
        Apresentando Textos no HTML
</body>

</html>
```

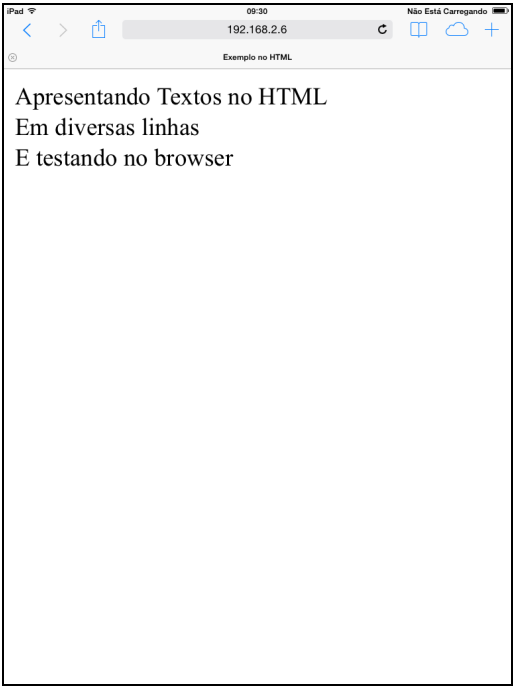
Na figura abaixo o resultado no obtido no smartphone/tablet.



Obs: *Esta imagem está com zoom.*

Pode-se montar um texto, colocando-o em múltiplas linhas. Para isso usa-se o comando de quebra de linha, que é o `<br>`. No exemplo abaixo, pode-se visualizar melhor este conceito.

```
<html>
<head>
        <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
        Apresentando Textos no HTML  <br>
        Em diversas linhas           <br>
        E testando no browser        <br>
</body>
</html>
```



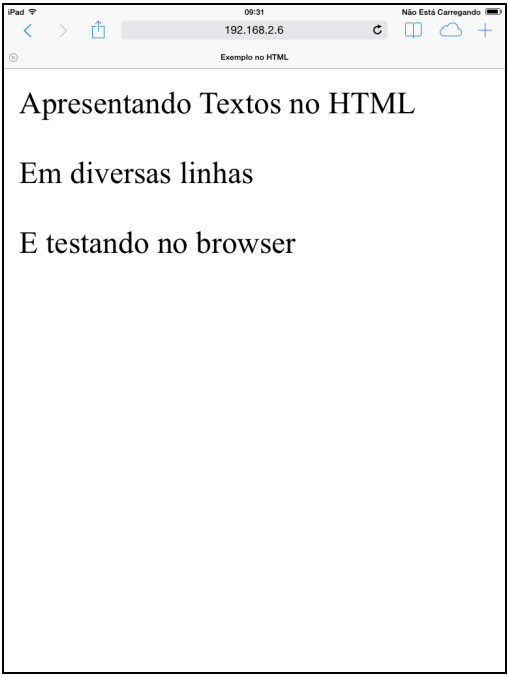
Também há o comando <p> que é o parágrafo, colocando um espaço entre duas linhas. Abaixo o código modificado para usar o <p>.

```
<html>

<head>
       <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

<body>
            Apresentando Textos no HTML   <p>
            Em diversas linhas            <p>
            E testando no browser         <p>
</body>

</html>
```



4. Textos pré-formatados

Os textos pré-formatados têm a vantagem de não ser necessário usar o comando de quebra de linha para sair de uma linha para outra, ou seja, o texto é impresso da forma que o mesmo for colocado na página HTML. Observe o exemplo a seguir.

```
<html>

<head>

  <title> Exemplo no HTML </title>

</head>

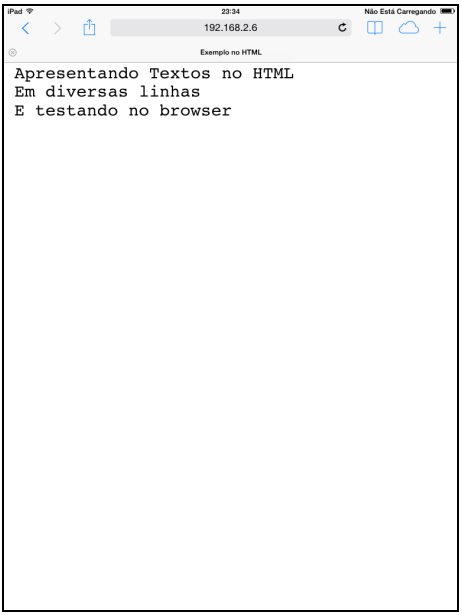
<body>

<pre>
             Apresentando Textos no HTML
             Em diversas linhas
             E testando no browser
</pre>

</body>

</html>
```

Observe que neste exemplo, não foi necessário colocar o comando de quebra de linha entre o texto impresso. O resultado no browser será o que está apresentado abaixo.



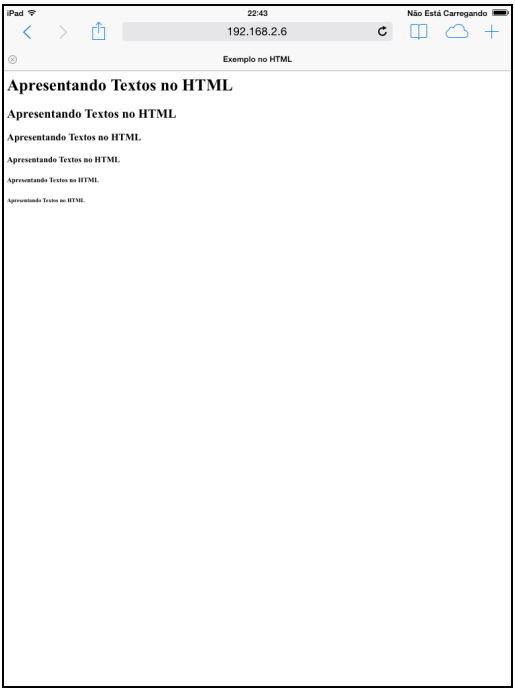
5. Alterando a cor e tamanho do texto

Para alterar o tamanho da letra no HTML há as *tags* `<h1>` a `<h6>`, onde quanto maior o índice menor será a letra e vice-versa. Observe o exemplo abaixo que mostra um texto em diversos tamanhos.

```
<html>
<head>
       <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
       <h1> Apresentando Textos no HTML </h1>
            <h2> Apresentando Textos no HTML </h2>
            <h3> Apresentando Textos no HTML </h3>
            <h4> Apresentando Textos no HTML </h4>
            <h5> Apresentando Textos no HTML </h5>
            <h6> Apresentando Textos no HTML </h6>
```

```
</body>
</html>
```

A próxima figura mostra o resultado obtido no browser do smartphone/tablet.

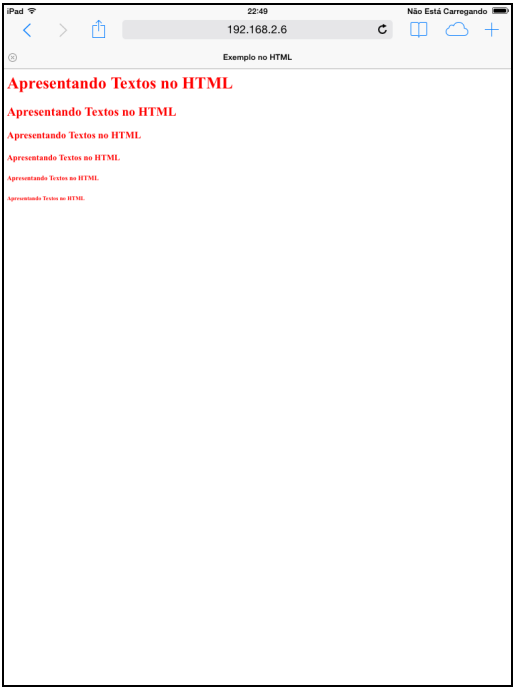


Para alterar a cor do texto, na declaração `<body>` pode-se informar a opção *text*, como apresentado abaixo em que a cor da letra texto fica vermelha.

```
<html>
<head>
        <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

<body text="red">
```

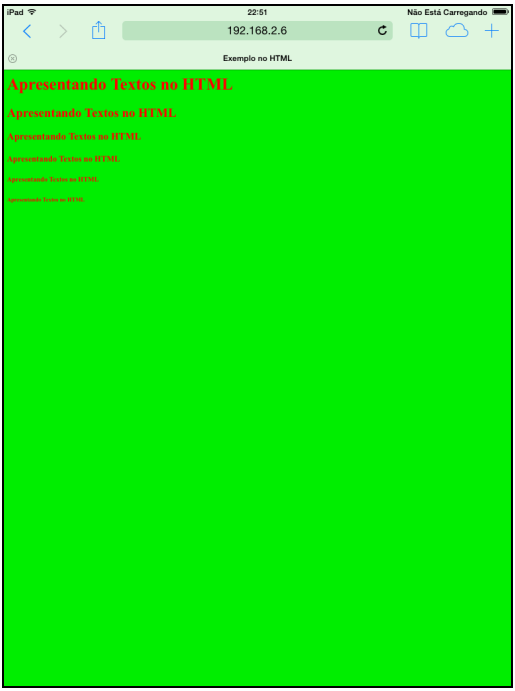
```
            <h1> Apresentando Textos no HTML </h1>
            <h2> Apresentando Textos no HTML </h2>
            <h3> Apresentando Textos no HTML </h3>
            <h4> Apresentando Textos no HTML </h4>
            <h5> Apresentando Textos no HTML </h5>
            <h6> Apresentando Textos no HTML </h6>
</body>
</html>
```



Note que todas as cores podem ser implementadas, como blue (azul), black(preto), white (branco) dentre outros. Pode-se também alterar a cor de fundo, fazendo uso neste caso do parâmetro `bgcolor`, conforme mostra o exemplo abaixo.

```
<html>
<head>
```

```
        <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body bgcolor=”green” text="red">
            <h1> Apresentando Textos no HTML </h1>
            <h2> Apresentando Textos no HTML </h2>
            <h3> Apresentando Textos no HTML </h3>
            <h4> Apresentando Textos no HTML </h4>
            <h5> Apresentando Textos no HTML </h5>
            <h6> Apresentando Textos no HTML </h6>
</body>
</html>
```



6. Mostrando imagens ao fundo

Para mostrar imagens ao fundo da página HTML, utiliza-se o comando *background*. Observe no exemplo abaixo, que carrega o

arquivo *imagem.jpg* (este arquivo deve estar na mesma pasta do arquivo exemplo1.htm).

```
<html>

<head>
       <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

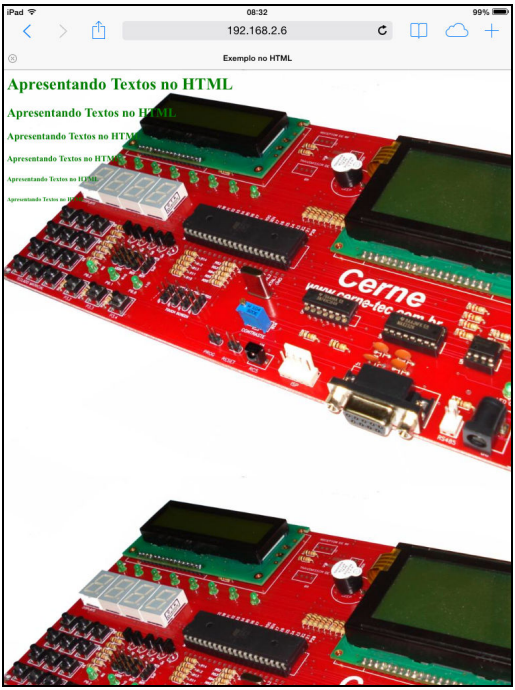
<body background="imagem.jpg" text="green">

<h1> Apresentando Textos no HTML </h1>
<h2> Apresentando Textos no HTML </h2>
<h3> Apresentando Textos no HTML </h3>
<h4> Apresentando Textos no HTML </h4>
<h5> Apresentando Textos no HTML </h5>
<h6> Apresentando Textos no HTML </h6>

</body>

</html>
```

É importante frisar que o arquivo imagem.jpg deve estar presente na pasta c:\wamp\www. Na figura abaixo o resultado verificado no smartphone/tablet.

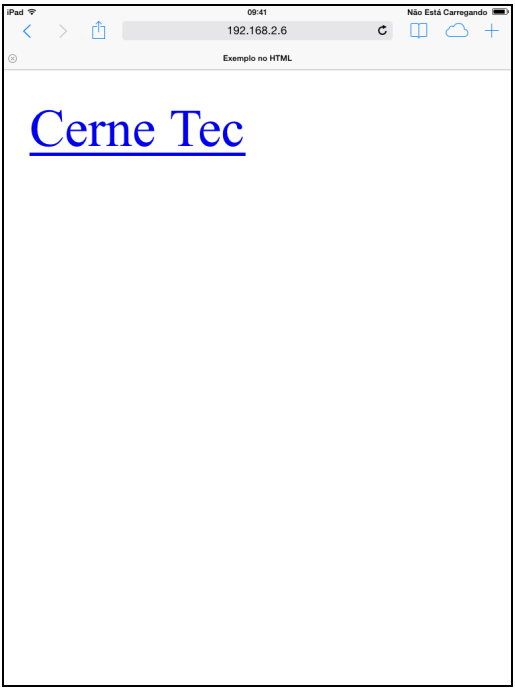


7. Criando Links

É muito comum encontrar links nas páginas de internet, fazendo que uma página possa visitar outras com apenas um clique. Para habilitar os links, usa-se o comando `<a href>`. No exemplo abaixo, pode-se visualizar a chamada de uma página usando este conceito.

```
<html>
<head>
    <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
```

```
    <a href="http://www.cerne-tec.com.br">Cerne Tec</a>
</body>
</html>
```



8. Enviando e-mails

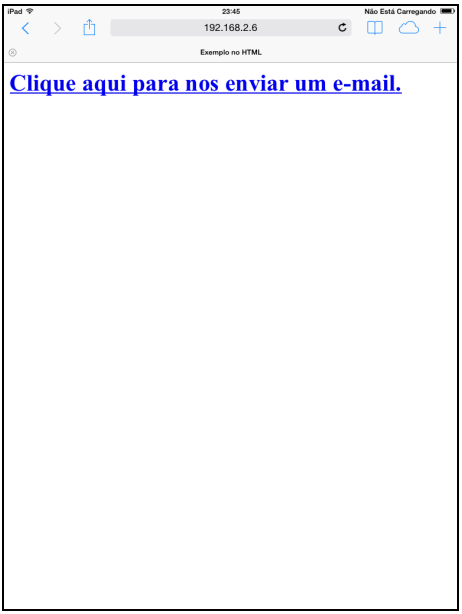
Há como chamar o programa de e-mail padrão do smaphone/tablet para enviar e-mails através de uma página HTML usando o mesmo recurso do exemplo anterior. Observe o exemplo a seguir.

```
<html>
<head>
      <title>Exemplo no HTML</title>
</head>
```

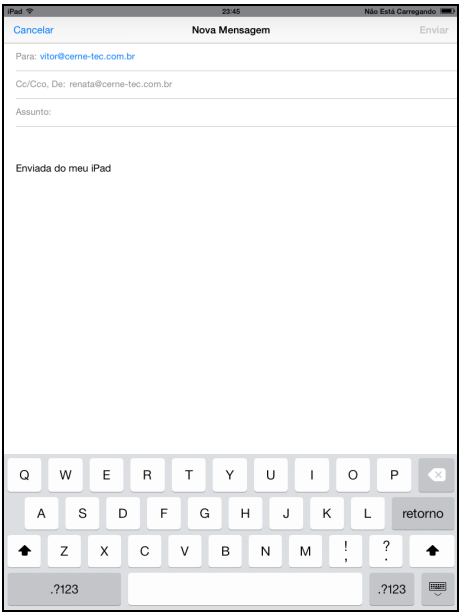
```
<body>
      <h1>
         <a href="mailto:vitor@cerne-tec.com.br">
            Clique aqui para nos enviar um e-mail.</a>

      </h1>
</body>
</html>
```

A seguir o resultado no browser.



Ao clicar no link, será aberto o programa de e-mail padrão com o e-mail configurado a ser enviado já preenchido.

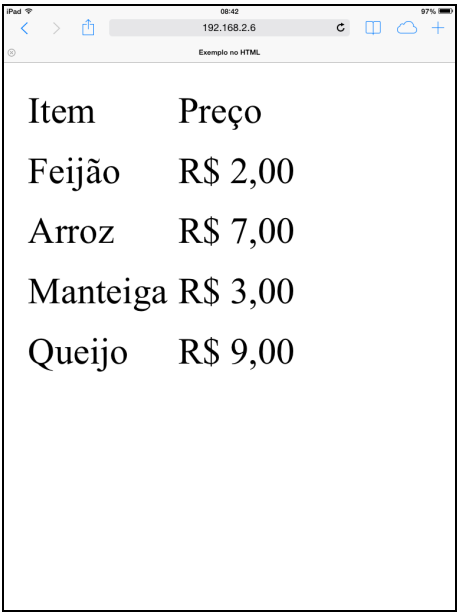


9. Tabelas

As tabelas são um importante meio para apresentar informações de forma ordenada. Para isso, utiliza-se o comando `<table>` para criar a tabela, o comando `<tr>` para criar a linha e o comando `<td>` para a criação da coluna. Observe o exemplo abaixo seguido do resultado observado no tablet.

```
<html>
<head>
<title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
<table>
            <tr><td>Item     </td><td>Preço  </td><tr>
```

```
            <tr><td>Feijão   </td><td>R$ 2,00</td><tr>
            <tr><td>Arroz    </td><td>R$ 7,00</td><tr>
            <tr><td>Manteiga </td><td>R$ 3,00</td><tr>
            <tr><td>Queijo   </td><td>R$ 9,00</td><tr>
</table>
</body>
</html>
```



Neste exemplo seria interessante contar com uma borda, de forma que a mesma ficasse mais organizada. Para isso, há o comando *border*, onde pode-se atribuir a largura da borda. Observe o exemplo a seguir com a borda habilitada.

```
<html>
<head>
<title> Exemplo no HTML </title>
```

```
</head>
<body>
<table border=3>
            <tr><td>Item     </td><td>Preço  </td><tr>
            <tr><td>Feijão   </td><td>R$ 2,00</td><tr>
            <tr><td>Arroz    </td><td>R$ 7,00</td><tr>
            <tr><td>Manteiga </td><td>R$ 3,00</td><tr>
            <tr><td>Queijo   </td><td>R$ 9,00</td><tr>
</table>
</body>
</html>
```

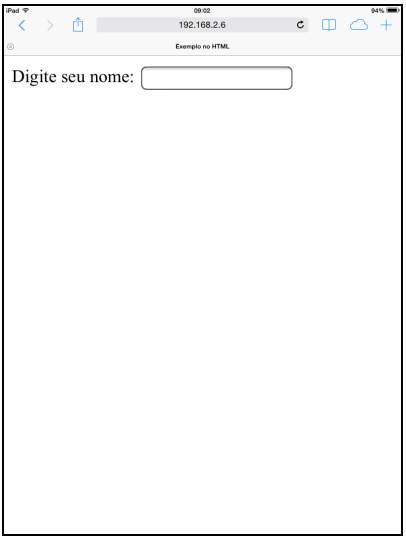


10. Caixas de Texto

As caixas de texto são uma importante fonte de entrada para um *WebApp*. Para habilitar este recurso utiliza-se o comando *input*, onde através deste pode-se fornecer uma informação a uma página. Neste comando, define-se um nome a variável usada e

também o tamanho máximo que esta poderá suportar através do comando *maxlenght*. A seguir um exemplo com este recurso.

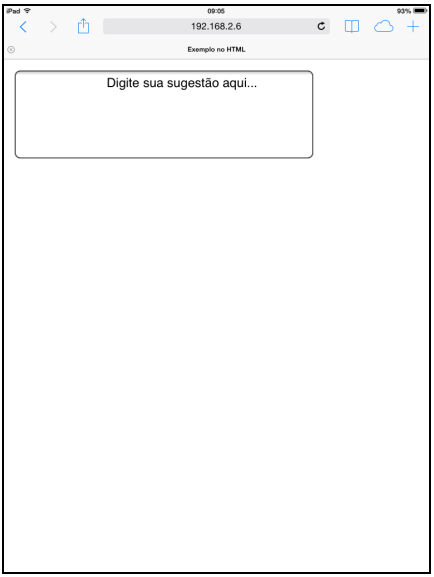
```
<html>
<head>
        <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
              Digite seu nome:
              <input type="text" name="nome" maxlenght=20>
</body>
</html>
```



11. Caixas de Texto de Múltiplas Linhas

As caixas de texto de múltiplas linhas são usadas quando deseja-se que o usuário entre com mais informações em uma página do que suportaria em apenas uma caixa de texto. Para isso, usa-se o comando *textarea*, em que define-se o número de linhas (*rows*) e o número de colunas (*cols*). Observe o exemplo abaixo.

```
<html>
<head>
  <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
        <textarea name="sugestao" rows="5" cols="40">
                    Digite sua sugestão aqui...
        </textarea>
</body>
</html>
```



12. ComboBox

A ideia do *combobox* é oferecer uma lista de opções ao usuário, onde este possa escolher uma das opções listadas. Por exemplo, os estados da federação poderiam estar apresentados em um *combobox* e o usuário escolher o mesmo nesta lista. Para criar um *combobox*, usa-se o comando `<select>` e `<option>`. Acompanhe no exemplo abaixo.

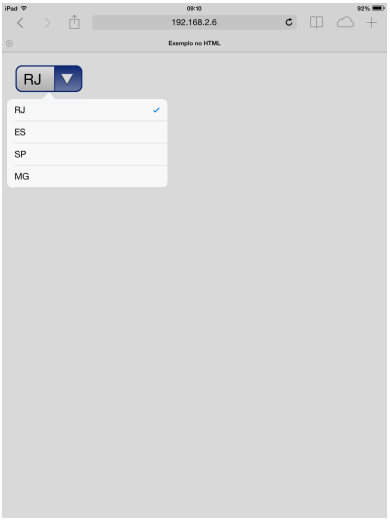
```
<html>

<head>
       <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

<body>

            <select name="opcao">
                  <option value="RJ">RJ</option>
                  <option value="ES">ES</option>
                  <option value="SP">SP</option>
                  <option value="MG">MG</option>
            </select>

</html>
```



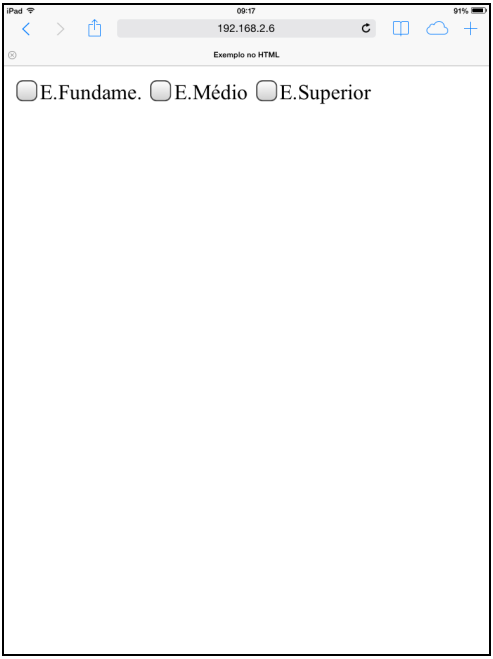
13. CheckBox

Os *checkboxs* são muito usados para fornecer diversas opções em um *WebApp*, onde o usuário possa escolher uma ou todas que

estão sendo listadas. Usa-se o comando *input* apresentado anteriormente, porém com a opção *checkbox* habilitada ao invés da opção *text*. Observe o exemplo a seguir.

```
<html>
<head>
  <title> Exemplo no HTML </title>
</head>
<body>
<input type="checkbox" name="re[]"
value="EF">E.Fundame.
<input type="checkbox" name="re[]" value="EM">E.Médio
<input type="checkbox" name="re[]"
value="ES">E.Superior
</body>

</html>
```



14. Radio Button

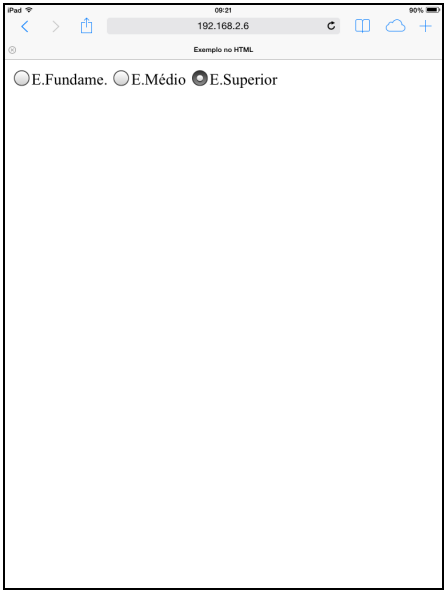
O *radiobutton* diferente do *checkbox* permite escolher apenas uma opção da lista apresentada. Enquanto no *checkbox* o usuário pode escolher todas as opções listadas no *radiobutton* é possível escolher apenas uma. Observe o exemplo abaixo.

```
<html>

<head>
  <title> Exemplo no HTML </title>
</head>

<body>
<input type="radio" name="re[]" value="EF">E.Fundame.
<input type="radio" name="re[]" value="EM">E.Médio
<input type="radio" name="re[]" value="ES">E.Superior
</body>

</html>
```



15. Listas Ordenadas

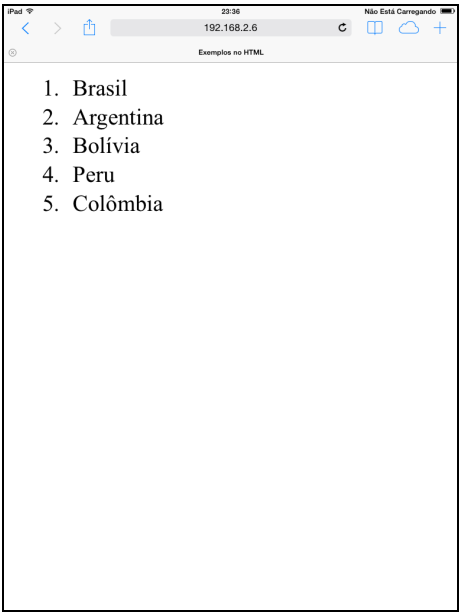
As listas são muito importantes para apresentação de dados ao usuário, podendo estas serem ordenadas ou não. Inicialmente será visto as listas ordenadas, porém no próximo tópico as não ordenadas serão apresentadas. Observe a seguir um exemplo de lista ordenada.

1. Brasil
2. Argentina
3. Bolívia
4. Peru
5. Colômbia

Uma lista ordenada é criada através da tag `<ol>` e encerra-se com a tag `</ol>`. Cada elemento da lista é colocado através da tag `<li>`. Observe a seguir o exemplo apresentado anteriormente no HTML.

```
<html>
<head>
       <title>Exemplos no HTML</title>
</head>
<body>
              <ol>
                     <li>Brasil</li>
                     <li>Argentina</li>
                     <li>Bolívia</li>
                     <li>Peru</li>
                     <li>Colômbia</li>
              </ol>
</body>
```

```
</html>
```



16. Listas Não Ordenadas

Um exemplo de listas não ordenadas são as apresentadas a seguir.

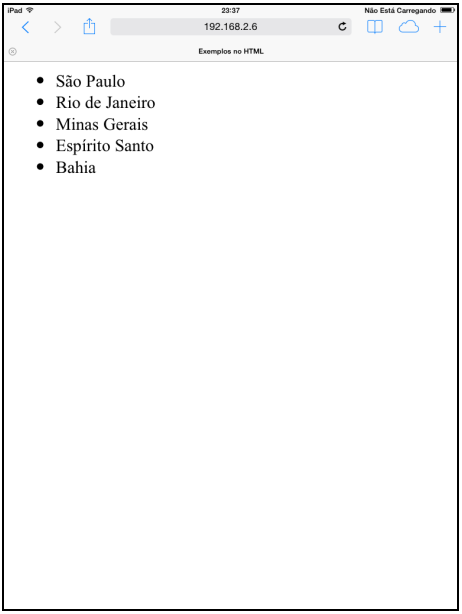
São Paulo
Rio de Janeiro
Minas Gerais
Espírito Santo
Bahia

O procedimento para criar esta lista segue praticamente o conceito apresentado anteriormente, tendo como diferença que ao

invés de usar a tag `<ol>` usa-se a tag `<ul>`. Observe o código HTML a seguir.

```
<html>
<head>
	<title>Exemplos no HTML</title>
</head>
<body>
		<ul>
			<li>São Paulo</li>
			<li>Rio de Janeiro</li>
			<li>Minas Gerais</li>
			<li>Espírito Santo</li>
			<li>Bahia</li>
		</ul>

</body>
</html>
```



Capítulo 3

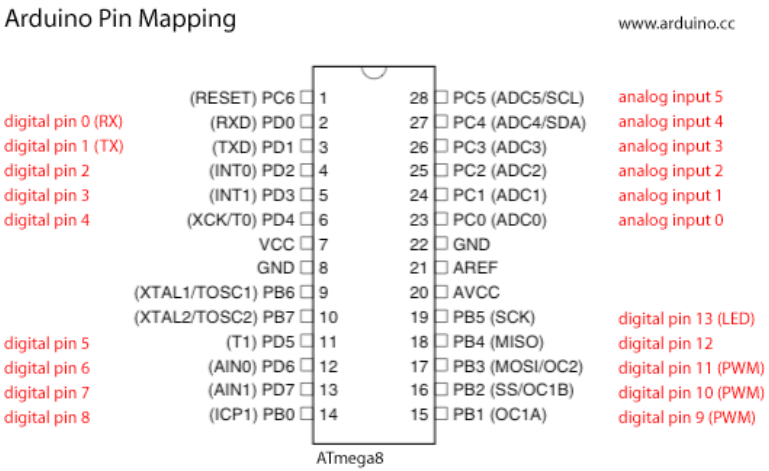
Ligando um Led no Arduino

1. Pinagem do Arduino

A placa Arduino é composta de um microcontrolador, que é uma espécie de computador em um só chip chamado ATMEGA8. Este chip está marcado na figura apresentada a seguir:



Observe na figura abaixo, que o ATMEGA8 é composto de 28 pinos, sendo alguns destes analógicos, onde é possível ligar sensores como resistores variáveis e outros do tipo digital, onde somente há como ler ou acionar dois estados, sendo este ligado ou desligado, o que induz que um botão pode estar aberto ou fechado assim como um led pode estar aceso ou apagado.



Por exemplo, a identificação do pino número 14 será 8 no programa Arduino. O pino número 19, como pino 13 e assim sucessivamente. Observe que onde está escrito digital pin (pino digital), indica que é possível ler como citado anteriormente, dois estados, sendo estes aberto ou fechado assim como ligar ou desligar um led, por exemplo.

2. Montando o Hardware

Neste primeiro exemplo o objetivo é ligar um led que está conectado à porta 13 do arduino. Na figura abaixo há uma figura de um led.



Existem vários tipos de leds, com diferentes cores, sendo que isto não interfere no exemplo. Note que o led é composto de dois terminais, sendo que o maior é o terminal positivo enquanto que o menor o negativo. Isso deve ser observado com atenção, pois se invertido, o led não funcionará. Além disso, é necessário ligar um resistor em série com o led, de forma a não queimá-lo. Um resistor típico pode ter sua resistência de 220 Ω a 470 Ω. Ligue neste caso o terminal positivo do led ao pino 13 e o negativo ao GND da placa.

3. Programando o Arduino

Abra o programa Arduino, teremos a seguinte tela: