Módulo III
Introdução a XML

Prof. Ismael H F Santos

Ementa

- Modulo III – XML
  - SGML - Standard Generalized Markup Language
  - XML - Extensible Markup Language
  - XML Validação
  - DTD x XML/Schema
  - XML Processing - XSLT

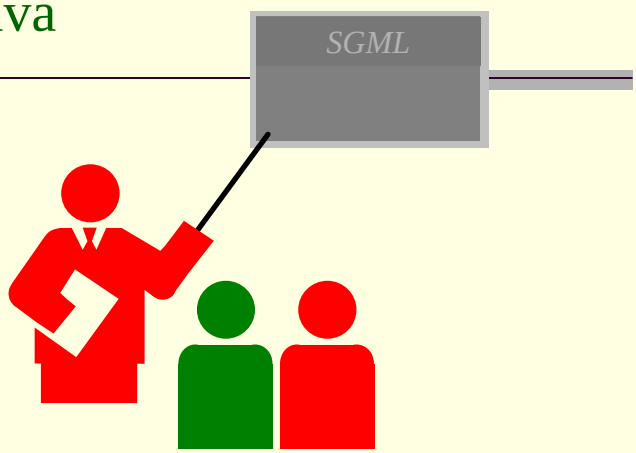
Bibliografia

- *Linguagem de Programação JAVA*
  - *Ismael H. F. Santos, Apostila UniverCidade, 2002*
- *The Java Tutorial: A practical guide for programmers*
  - *Tutorial on-line: http://java.sun.com/docs/books/tutorial*
- *Java in a Nutshell*
  - *David Flanagan, O´Reilly & Associates*
- *Just Java 2*
  - *Mark C. Chan, Steven W. Griffith e Anthony F. Iasi, Makron Books.*
- *Java 1.2*
  - *Laura Lemay & Rogers Cadenhead, Editora Campos*

Livros

- **Core Java 2**, Cay S. Horstmann, Gary Cornell
  - Volume 1 (Fundamentos)
  - Volume 2 (Características Avançadas)
- **Java: Como Programar**, Deitel & Deitel
- **Thinking in Patterns with JAVA**, Bruce Eckel
  - **Gratuito**. http://www.mindview.net/Books/TIJ/

POO-Java

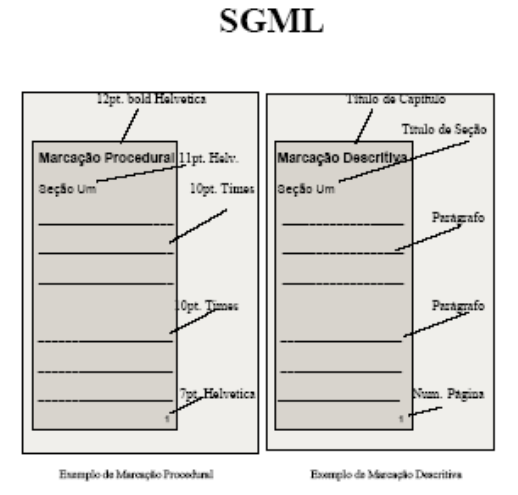


SGML - Standard Generalized Markup Language

- **ISO 8879 definido em 1986**
- **Conceitos básicos:**
  - **separação entre conteúdo e apresentação de documentos**
    - **conteúdo estruturado logicamente**
    - **informação específica à apresentação**
  - **objetivo principal do SGML é estruturar a informação, lidando com conteúdo e estrutura**
  - **apresentação é feita usando outros mecanismos (*style sheets*)**

SGML - Standard Generalized Markup Language

- **Marcação descritiva (documento pode ser processado por diferentes programas)**
- **Documento tipado (método padrão para descrever a estrutura do documento)**
- **Independêcia de sistema para representar o *script* no qual o texto é escrito**



SGML - Standard Generalized Markup Language

- **Uso em larga escala:**
  - **HTML 2.0: especificado como aplicação SGML (1994)**
- **Conteúdo:**
  - **elementos lógicos estruturados hierarquicamente => Árvore do Documento (*Document Tree*)**

- **Processamento automatizado do documento**
  - **índice, lista de figuras, tabelas**

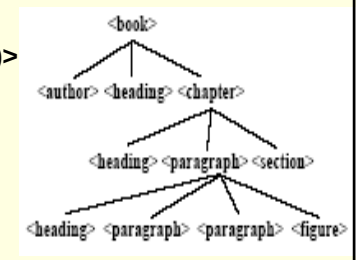
SGML

- **Classe de documentos especificada através de uma DTD - *Document Type Definition***
  - **os elementos de uma classe de documentos e seus atributos**
  - **as regras para combinar esses elementos, especificando o conteúdo permitido para cada elemento**

```
<antologia>
    <poema><titulo>São demais os perigos desta
        vida</titulo>
    <estrofe>
        <linha>São demais os perigos desta vida</linha>
        <linha>pra quem tem paixão</linha>
        <linha>Principalmente quando uma lua chega de
            repente</linha>
        <linha>e se deixa no céu como esquecida</linha>
    </estrofe>
    <estrofe>
        <linha>E se ao luar que atua desvairado</linha>
        <linha>vem se unir uma música qualquer</linha>
        <linha>Aí, então, é preciso ter cuidado</linha>
        <linha>porque deve andar perto uma mulher</linha>
    </estrofe>
    <estrofe>
        <linha>Uma mulher que é feita</linha>
        <linha>de música, luar e sentimento</linha>
        <linha>E que a vida não quer de tão perfeita</linha>
    </estrofe>
    <estrofe>
        <linha>Uma mulher que é como a própria
            lua</linha>
        <linha>Tão linda que só espalha sofrimento</linha>
        <linha>Tão cheia de pudor que vive nua</linha>
    </estrofe>
    </poema>
<!-- mais poemas -->
</antologia>          ( ... poema de Vinícius de Moraes )
```


SGML

- DTD
  - **<!ELEMENT antologia (poema+)>**
  - **<!ELEMENT poema (titulo?,estrofe+)>**
  - **<!ELEMENT titulo (#PCDATA)>**
  - **<!ELEMENT estrofe (linha+)>**
  - **<!ELEMENT linha (#PCDATA)>**



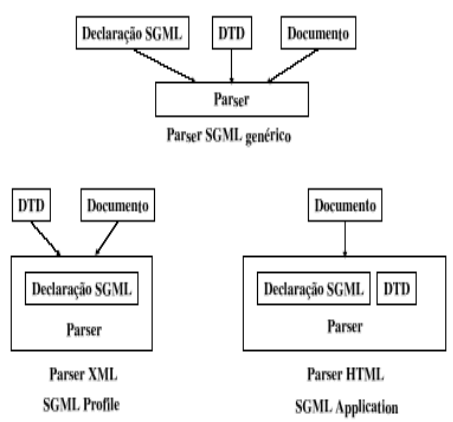
- **Exemplo de DTD de um livro:**
  - **<!ELEMENT book (author, heading, chapter+)>**
  - **<!ELEMENT chapter (heading, (paragraph|figure)*, section*)>**
  - **<!ELEMENT section (heading, (paragraph|figure)*)>**
  - **<!ELEMENT (author|heading) (#PCDATA)>**
  - **<!ELEMENT paragraph ((#PCDATA|reference)*)>**
  - **<!ELEMENT reference EMPTY>**

SGML

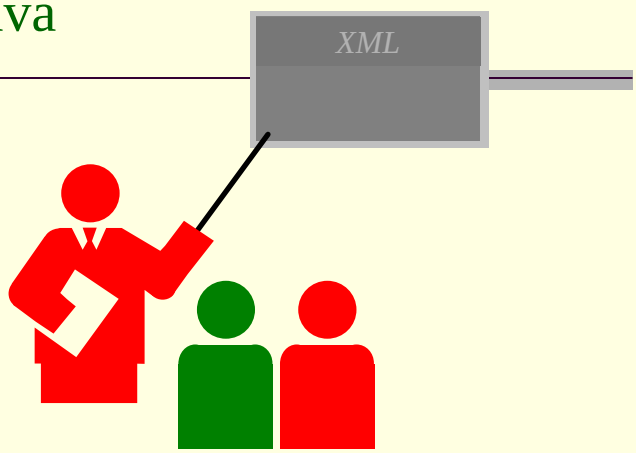
- Especificando atributos dos elementos
  - <!ATTRLIST (chapter|section) id CDATA #IMPLIED>
  - <!ATTRLIST reference id CDATA #REQUIRED type (section|page) section>
- Usando
  - <chapter id="sgml">
    - <heading>Standard Generalized Markup Language</heading>
    - <paragraph> ... </paragraph>
  - <section id="content">
    - <heading>Content and Presentation</heading>
    - <paragraph> ... </paragraph>
    - ... in section <reference type="section" id="content"></reference> on page <reference type="page" id="content"></reference> bla bla bla ...

Parser SGML

- Declaração SGML
  - delimitadores de marcação
  - nomes reservados (ELEMENT, ATTRLIST, ...)
  - tamanho máximo dos nomes dos elementos
  - se delimitadores de ínicio e fim podem ser opcionais
- • DTD
- • Documento



POO-Java



XML – Extensible Markup Language

- XML é um documento de Texto
- Dois tipos de elementos
  - Marcação – Guarda a estrutura do documento
  - Dados – Informação propriamente dita
- Uma maneira de representar informação
  - não é uma linguagem específica
  - não define vocabulário de comandos
  - não define uma gramática, apenas regras mínimas
- Exemplo:

usuario_33.xml

```
<contato codigo="33">
  <nome>Severino Severovitch</nome>
  <email>bill@norte.com.br</email>
  <telefone tipo="celular">
    <area>11</area>
    <numero>9999 4321</numero>
  </telefone>
</contato>
```

elemento

atributo

"nó" de texto

XML x HTML

- ***HTML mostra*** *como* ***apresentar***

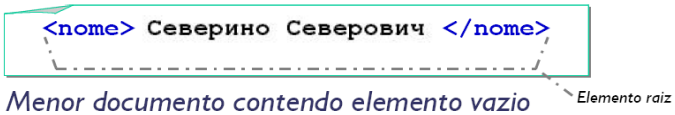
```
<h1>Severino Severovitch</h1>
<h2>bill@norte.com.br</h2>
<p>
 <b>11</b>
 <i>9999 4321</i>
</p>
```

- ***XML mostra*** *o que* ***significa***

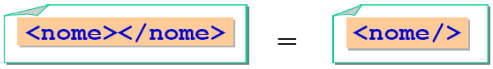
```
<nome>Severino Severovitch</nome>
<email>bill@norte.com.br</email>
<telefone>
 <ddd>11</ddd>
 <numero>9999 4321</numero>
</telefone>
```


Anatomia de um documento XML

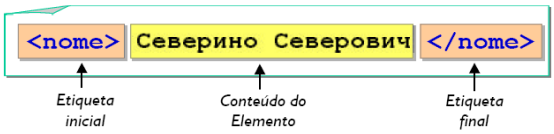
- *Documentos XML são documentos de texto Unicode*
  - *É uma hierarquia de* ***elementos*** *a partir de uma* ***raiz***
  - *Menor documento tem um elemento (vazio ou não):*



  - *Menor documento contendo elemento vazio*



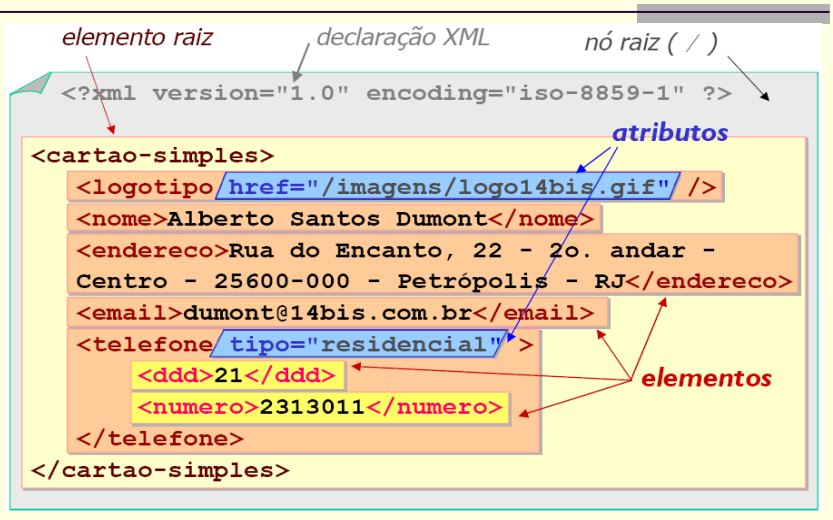
  - *Menor documento contendo elemento e conteúdo texto*



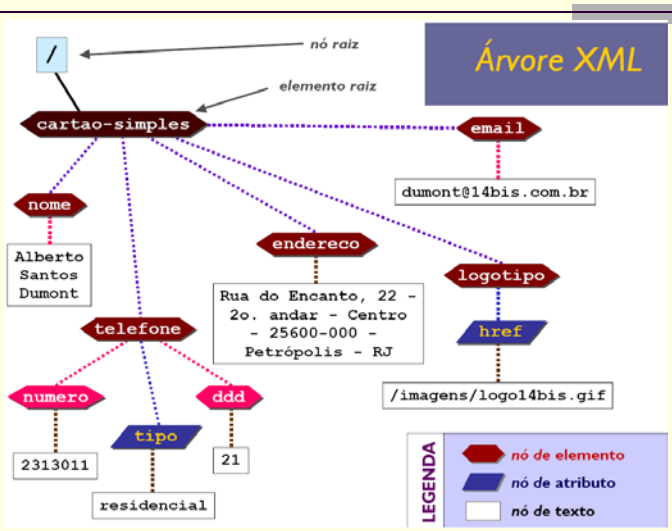
Componentes de um documento XML

- ***Árvore XML***
  - ***nós,***
  - ***raiz,***
  - ***galhos e***
  - ***folhas***
- ***Prólogo***
- ***Comentários***
- ***Instruções de processamento***
- ***Elementos***
- ***Atributos***
- ***Nós de texto***
- ***Entidades***

Partes de um documento XML



Árvore XML



Estrutura XML

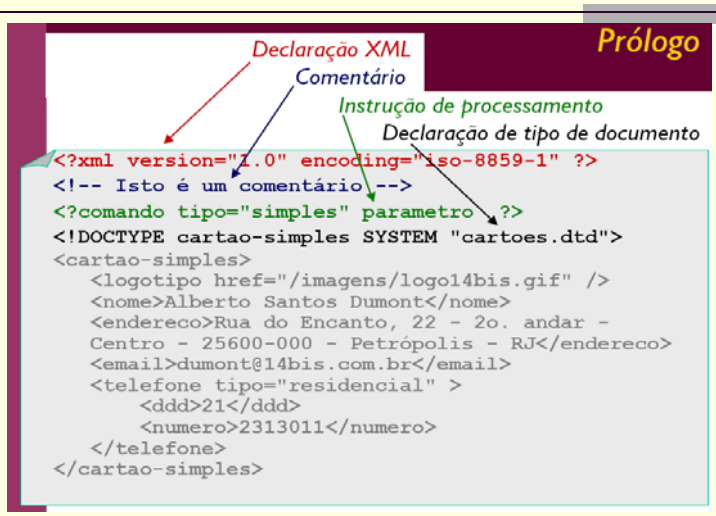
- *Um documento XML pode ser representado como uma árvore. A estrutura é formada por vários nós.*

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
<!-- Isto é um comentário -->
<cartao-simples>
   <logotipo href="/imagens/logo14bis.gif" />
   <nome>Alberto Santos Dumont</nome>
   <endereco>Rua do Encanto, 22 - 2o. andar -
   Centro - 25600-000 - Petrópolis - RJ</endereco>
   <email>dumont@14bis.com.br</email>
   <telefone tipo="residencial">
       <ddd>21</ddd>
       <numero>2313011</numero>
   </telefone>
</cartao-simples>
```

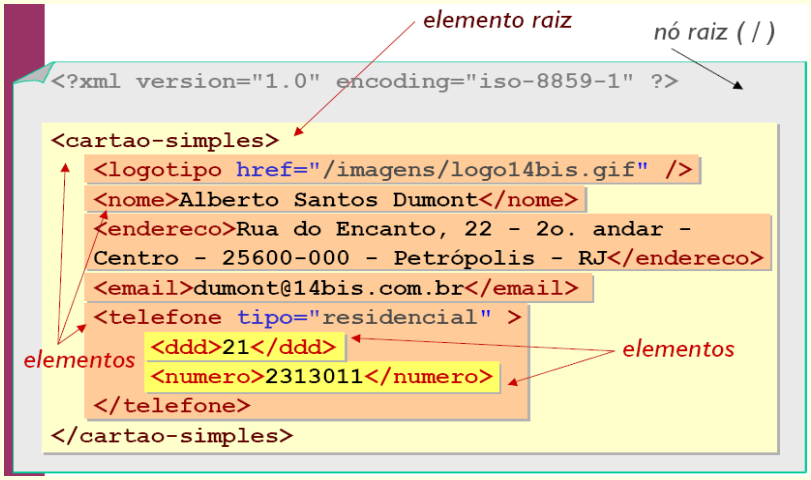
informações usadas pelo processador XML

um "nó" pode ser ... um elemento, um atributo, um bloco de texto, um comentário, uma instrução, uma declaração, uma entidade, ...

Prólogo XML



Nó raiz e elementos



Atributos

- *Só podem conter um descendente (só texto)*

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>

<cartao-simples>
   <logotipo href="/imagens/logo14bis.gif" />
   <nome>Alberto Santos Dumont</nome>
   <endereco>Rua do Encanto, 22 - 2o. andar -
   Centro - 25600-000 - Petrópolis - RJ</endereco>
   <email>dumont@14bis.com.br</email>
   <telefone tipo="residencial" />
       <ddd>21</ddd>
       <numero>2313011</numero>
   </telefone>
</cartao-simples>
```

atributos

Nós de Texto

- Não podem ter descendentes (são as folhas da árvore)

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>

<cartao-simples>
   <logotipo href="/imagens/logo14bis.gif" />
   <nome>Alberto Santos Dumont</nome>
   <endereco>Rua do Encanto, 22 - 2o. andar -
   Centro - 25600-000 - Petrópolis - RJ</endereco>
   <email>dumont@14bis.com.br</email>
   <telefone tipo="residencial" >
       <ddd>21</ddd>
       <numero>2313011</numero>
   </telefone>
</cartao-simples>
```

nós de texto

Entidades

- São constantes associadas a um valor de texto
  - Podem aparecer em qualquer lugar do documento
- Substituídas **durante** o processamento do documento
- Sintaxe:
  - &ENTIDADE;
- Exemplo:
  - &data_de_hoje;
- Entidades pré-definidas:
  - **<** que corresponde a <
  - **>** que corresponde a >
  - **&** que corresponde a &
  - **"** que corresponde a "
  - **'** que corresponde a '

Entidades de caracteres

- Substituídas durante o processamento do documento
- Sintaxe:
  - **&#**CÓDIGO_16b_decimal**;**
  - **&#x**CÓDIGO_16b_hexadecimal**;**
- Exemplo:
  -   ou
  - Um espaço em Unicode
  - Veja em www.unicode.org/charts/

Elementos e Atributos

- *Regras básicas*
  - *Etiqueta inicial e final têm que ter o mesmo nome (considerando diferença de maiúscula e minúscula)*
  - *Não pode haver espaço depois do < nas etiquetas iniciais nem depois do </ nas finais*
  - *Atributos têm sempre a forma nome="valor" ou nome = 'valor':*
    - *aspas podem ser usadas entre apóstrofes e apóstrofes podem ser usados entre aspas*
    - *aspas e apóstrofes não podem ser neutralizados mas sempre podem ser representados pelas entidades ' e "*
  - *Não pode haver atributos na etiqueta final*

Elementos e Atributos (2)

- *Elementos mal formados*

```
<Profissão>Arquiteto</profissão>
<TR><TD>item um</td></tr>
<ÄÅÍÃÈÉ>139.00</äåíãèé>
```

- *Há várias maneiras de representar a mesma informação em XML*

```
<data>23/02/1998</data>
<data dia="23" mes="02" ano="1998" />
<data>
     <dia>23</dia>
     <mes>02</mes>
     <ano>1998</ano>
</data>
```

Quando usar elementos/atributos

- ***Questão de design***
  - ***Elementos geralmente referem-se a** coisas **que têm atributos***
  - ***Atributos geralmente são** características **dessas coisas que podem ser descritas com poucas palavras***
- ***Questão de suporte tecnológico***
  - ***Atributos não podem conter subelementos***
  - ***Atributos são mais fáceis de serem validados num DTD***

Identificadores

- ***Nomes de atributos e elementos***
- ***Podem** conter*
  - ***qualquer caractere alfanumérico ou ideograma***
  - ***. (ponto)***
  - ***- (hífen)***
  - ***_ (sublinhado)***
- ***Não podem** começar **com***
  - ***ponto,***
  - ***hífen ou***
  - ***número***

Identificadores (2)

- *Elementos bem formados*

```
<αριστοτελεσ>περι ποιητικησ</αριστοτελεσ>
<êíèãà xml:lang='ru'>
  <íàçâàíèå>Ââåäåíèé Îíåãèí</íàçâàíèå>
  <àâòîð ðîæäåíèå="1799"
         ñìåðòü="1837">Àëåêñàíäð Ñåðãååâè÷ Ïóøêèí</àâòîð>
</êíèãà>
<_1_/>
<cdd:gen.inf cdd:cod="005">Introdução a XML</cdd:gen.inf>
```

- *Elementos mal formados*

```
<3-intro>Fundamentos</3-intro>
<cartão de crédito>1234567887654321</cartão de crédito>
```


Conteúdo misto

```
<trecho>
<secao>2</secao>
<paragrafo>A unidade de informação
dentro de um documento XML é o
<definicao>elemento</definicao>. Um
elemento é formado por duas
<definicao>etiquetas</definicao> que
atribuem algum significado ao conteúdo.
</paragrafo>
</trecho>
```

Seção CDATA (Character DATA)

- *Ignora efeitos especiais dos caracteres*

```
<titulo>Curso de XML</titulo>
<exemplo>Considere o seguinte trecho de
XML:
<![CDATA[
      <empresa>
          <nome>João & Maria S/A</nome>
      </empresa>
]]>
</exemplo>
```


Instruções de processamento

- *Instruções dependentes do processador*
- *Funcionam como comentários para os processadores que não a conhecem*

```
<?nome-do-alvo área de dados ?>

<?query-sql select nome,
                    email
                    from agenda
                    where id=25 ?>
```

- *Iguais aos comentários HTML*

```
<!-- Isto é um comentário -->

<!--  isto é um erro -- sério! -->
```

Declaração XML

- *Opcional (exceto queno conjunto de caracteres usado for diferente de UTF-8*

```
<?xml version="1.0"
      encoding="iso-8859-1"
      standalone="yes" ?>
```


Documento XML bem-formado

- ***Documento bem-formado***
  - ***ter um único elemento raiz***
  - ***etiquetas iniciais e finais combinam (levando em conta que caracteres maiúsculos e minúsculos são diferentes)***
  - ***elementos bem aninhados***
  - ***valores de atributos entre aspas ou apóstrofes***
  - ***atributos não repetidos***
  - ***identificadores válidos para elementos e atributos***
  - ***comentários não devem aparecer dentro das etiquetas***
  - ***sinais < ou & nunca devem ocorrer dentro dos valores dos atributos ou nos nós de texto do documento.***

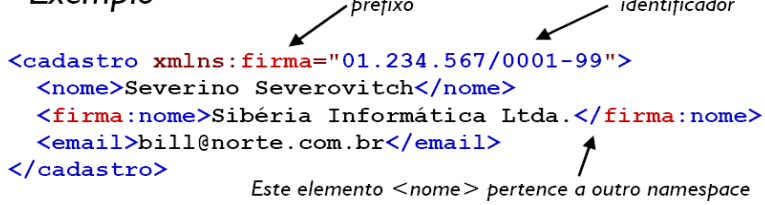
XML Namespaces

- *Permite que elementos de mesmo nome de diferentes aplicações sejam misturados sem que haja conflitos*
- *Um namespace (universo de nomes) é declarado usando atributos reservados*
  - *xmlns="identificador" (namespace default)*
    - *associa o identificador com todos os elementos que não possuem prefixo. Ex: <nome>*
  - *xmlns:prefixo="identificador"*
    - *associa o identificador com os elementos e atributos cujo nome local é precedido do prefixo. Ex <prefixo:nome>*
- *O prefixo é arbitrário e só existe dentro do documento*
- *O identificador (geralmente uma URI) deve ser reconhecido pela aplicação*

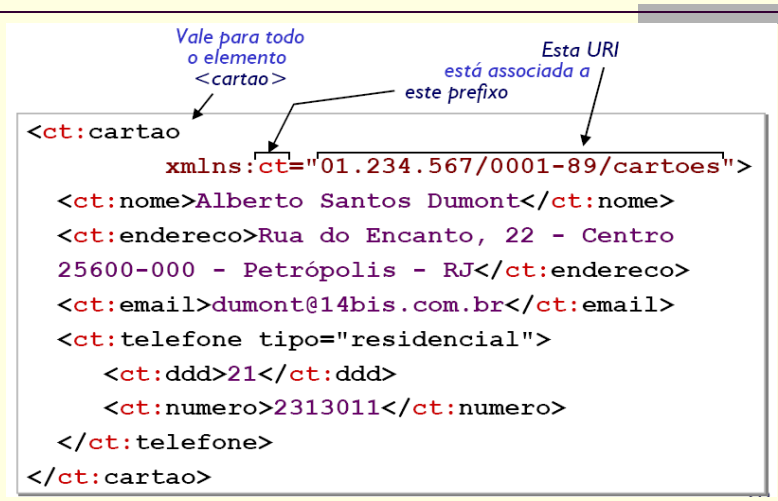
XML Namespaces

- ***Limita o escopo de elementos***
  - ***Evita conflitos quando duas linguagens se cruzam no mesmo documento***
- ***Consiste da associação de um** identificador **a cada elemento/atributo da linguagem, que pode ser***
  - ***herdado através do escopo de uma sub-árvore***
  - ***atribuído explicitamente através de um prefixo***

- *Exemplo*



Outro Exemplo



Exemplo com 3 Namespaces

```
<departamento
   xmlns:ct="01.234.567/0001-89/cartoes"
   xmlns="01.234.567/0001-89/empresa"
   xmlns:html="http://www.w3.org/1999/xhtml">

  <ct:nome>Fulano de Tal</ct:nome>
  <nome>Contabilidade</nome>
  <endereco>Rua Projetada, 33</endereco>
  <html:a href="web.html">
     <html:strong>link negrito HTML</html:strong>
  </html:a>
  <urgencia><ct:numero>2313011</ct:numero></urgencia>
</departamento>
```

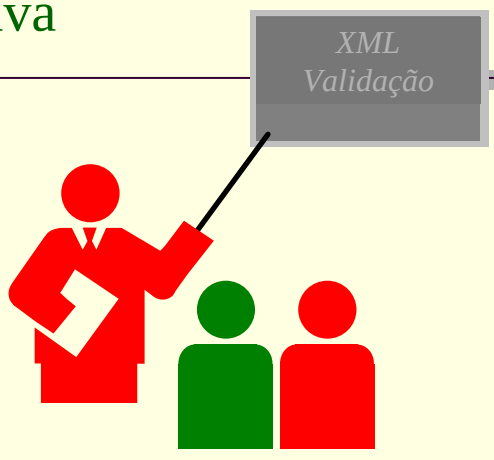
Namespace default

URI padrão XHTML

Por que usar XML para compartilhar dados?

- ***Porque é um** padrão aberto*
  - ***Facilidade para converter para formatos proprietários***
- ***Porque é** texto*
  - ***Fácil de ler, fácil de processar, menos incompatibilidades***
- ***Porque promove a** separação **entre estrutura, conteúdo e apresentação***
  - ***Facilita geração de dados para visualização dinâmica***
  - ***Evita repetição de informação / simplifica manutenção***
- ***Porque permitirá** semântica **na Web***
  - ***Elementos HTML não carregam significado, apenas dicas de formatação: mecanismos de busca ficam prejudicados***
  - ***Solução com XML dependerá de suporte dos clientes***

POO-Java



Por que validar ?

- *Para a maior parte das aplicações, um XML bem formado é suficiente*
- *É possível, em documentos XML não válidos*
  - *Montar a árvore usando DOM*
  - *Extrair nós, acrescentar nós, alterar o conteúdo dos elementos usando SAX ou DOM*
  - *Transformar o documento em outro usando XSLT*
  - *Gerar um PDF ou um SVG com dados contidos no documento*
  - *Exibir o XML em um browser usando CSS*
- *Para que serve, então, o trabalho de desenvolver um DTD?*

Definindo um Esquema XML

- *Para se ter uma linguagem precisa-se de um **esquema***
  - *Linguagem implica comunicação.*
  - *Não há comunicação eficiente sem uma convenção entre as partes sobre vocabulários, regras de formação, etc.*
- *Documentos não válidos são "individualistas"*
  - *Um esquema representa um conjunto de documentos, que existem e que virão a existir*
  - *É possível fazer muitas coisas com UM documento não válido. É difícil automatizar os processos sem considerar uma CLASSE de documentos*
- *Um esquema é uma formalidade necessária*
  - *Se você tem uma grande coleção de documentos que foram construídos segundo determinadas regras, você já tem, informalmente, um esquema*
  - *Para validar documentos de acordo com suas convenções, é preciso ter um esquema*

Classes x Instâncias

- *Um esquema define uma classe de documentos*
  - *Os documentos que quiserem fazer parte dessa classe devem aderir ao esquema*
- *Um documento pode pertencer a várias classes*
  - *Um documento pode ser válido em vários esquemas*

Documentos Válidos

- *Documentos válidos contém*
  - *Declaração de tipo de documento (para DTD), ou*

```
<!DOCTYPE bilhete SYSTEM "bilhete.dtd">
```

  - *Declaração de namespace e schema (para XML Schema)*

```
<bilhete codigo="ZMIKT8"
xmlns="urn:123456789"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="urn:123456789 bilhete.xsd">
```

- *Para validar*
  - *Use um validador (com suporte a Schema)*

O que define um Esquema XML

- Um vocabulário
  - Elementos, atributos
- Uma gramática
  - Relacionamentos
- Uma coleção de entidades
  - No caso dos DTDs

```
<pessoa>
  <nome>
    <prenome>Richard</prenome>
    <sobrenome>Feynman</sobrenome>
  </nome>
  <profissão>Físico</profissão>
  <profissão>Matemático</profissão>
  <profissão>Arrombador de cofres</profissão>
</pessoa>
```

DTD

```
<!ELEMENT pessoa (nome, profissao*)>
<!ELEMENT nome (prenome, sobrenome)>
<!ELEMENT prenome (#PCDATA)>
<!ELEMENT sobrenome (#PCDATA)>
<!ELEMENT profissao (#PCDATA)>
```

```
<!DOCTYPE pessoa SYSTEM
                "http://pessoas.com/pessoa.dtd">
<pessoa>
  <nome>
    <prenome>Richard</prenome>
    <sobrenome>Feynman</sobrenome>
  </nome>
</pessoa>
```

Documento Váido

Documentos não-válidos

- Diga porque os documentos são não-válidos ?

```
<!DOCTYPE pessoa SYSTEM
                "http://pessoas.com/pessoa.dtd">
<pessoa>
  <nome>
    <prenome>Richard</prenome>
  </nome>
  <profissão>Arrombador de cofres</profissão>
</pessoa>
```

```
<!DOCTYPE pessoa SYSTEM
                "http://pessoas.com/pessoa.dtd">
<pessoa>
  <profissão>Arrombador de cofres</profissão>
  <nome>
    <prenome>Richard</prenome>
    <sobrenome>Feynman</sobrenome>
  </nome>
  <profissão>Físico</profissão>
</pessoa>
```

DTD Externo SYSTEM

- *Como vincular*

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!DOCTYPE cartao-simples SYSTEM "cartao.dtd">
<cartao-simples>
   <nome> (...)
```

nome do elemento raiz do documento — *onde buscar validação: SYSTEM ou PUBLIC* — *URI ou identificador*

- *Elementos:*
  - ***<!DOCTYPE>*** *vincula o DTD a um documento*
  - ***<!ELEMENT>*** *define um elemento*
  - ***<!ATTLIST>*** *define os atributos de um elemento*
  - ***<!ENTITY>*** *define uma entidade (ex: **&nome;**)*
  - ***<!NOTATION>*** *define uma notação interna para uma URI*

DTD Publico

- *Comum em linguagens consolidadas*
- *Não precisa de URI, mas deve ser fornecida por segurança*
- *FPI: formal public identifier*
  - *arquivo chamado de "catalog" guardado com a aplicação verifica o FPI*
  - *se não encontrar, busca o DTD na URI fornecida*

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0//EN"
    "http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd">
```

DTD Interno

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
<!DOCTYPE pessoa [
  <!ELEMENT pessoa (nome, profissao*)>
  <!ELEMENT nome (prenome, sobrenome)>
  <!ELEMENT prenome (#PCDATA)>
  <!ELEMENT sobrenome (#PCDATA)>
  <!ELEMENT profissao (#PCDATA)>
]>
<pessoa>
  <nome>
    <prenome>Richard</prenome>
    </sobrenome>Feynman</sobrenome>
  </nome>
</pessoa>
```

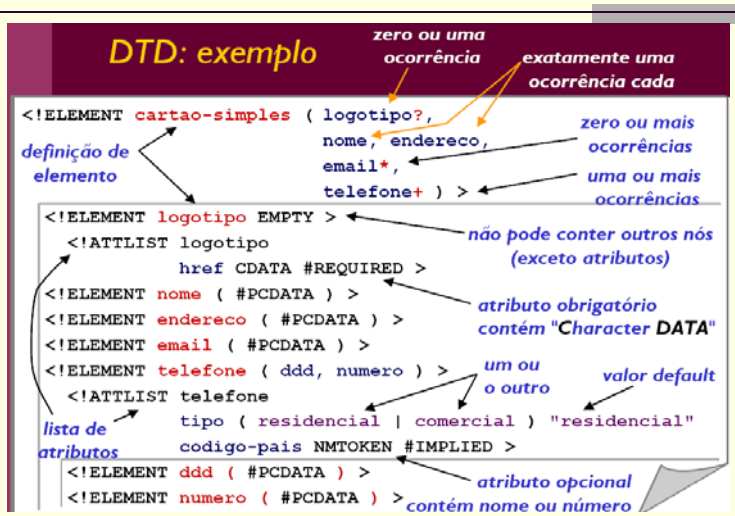

DTD Incompleto

- *O DTD foi importado, mas está incompleto. Parte dele é definido localmente*

```
<!DOCTYPE pessoa SYSTEM "pessoa.dtd"[
   <!ELEMENT nome (#PCDATA)>
   <!ENTITY  dtd "Document Type Definition">
]>
```

- *Elementos, atributos e entidades definidos no documento têm prioridade sobre declarações importadas*
  - *Processador lê primeiro elementos locais, depois externos*
  - *A primeira declaração é usada. Declarações adicionais para o mesmo elemento/atributo/entidade são desconsideradas*

DTD exemplo



<!ELEMENT> e #PCDATA

- *Sintaxe*
  `<!ELEMENT nome_do_elemento conteudo >`
- *O **conteúdo** pode ser*
  - *(1)* **(#PCDATA)**,
  - *(2)* **(***uma seqüência***)**,
  - *(3)* **(***uma lista para escolha***)**,
  - *(4)* **(***conteúdo misto***)**,
  - *(5) a palavra* **EMPTY** *ou*
  - *(6) a palavra* **ANY**.

- **PCDATA - Parsed Character Data**
  - **Elemento pode conter texto**
  - **Não pode conter elementos**

Seqüências de Elementos-filho

- *O conteúdo deve ter uma lista de elementos separados por **vírgula***
- *Podem ter sufixos indicando multiplicação*
  - ** zero ou mais*
  - *+ um ou mais*
  - *? zero ou um*
- *Exemplos*

```
<!ELEMENT cartao (nome, telefone+,
                  email*, website?) >
<!ELEMENT trem (locomotiva, vagao*) >
```


Seleção de um Elemento-filho

- *Lista de elementos separada por | (**barra vertical**)*
- *Exemplos*

```
<!ELEMENT trecho (ferroviário | aéreo |
                  rodoviário | fluvial)* >
<!ELEMENT circulo (centro, (raio | diametro)) >
<!ELEMENT ponto ((x, y) | (r, θ)) >
<!ELEMENT nome (prenome | sobrenome |
                (prenome, inicial*, sobrenome))>
```

Conteúdo Misto

- `(#PCDATA | elem1 | ... | elemn)*`
  - *#PCDATA tem que ser o primeiro elemento*
  - *O * no final é obrigatório*
  - *Não é possível controlar o número ou a estrutura dos elementos*
- *Exemplo: a seguinte declaração em DTD:*

```
<!ELEMENT frase (#PCDATA | enfase)*>
```

permite o seguinte conteúdo

```
<frase>A frase que <enfase>ele</enfase>
leu não foi a que <enfase>ela</enfase>
ouviu.</frase>
```


Elementos Vazios e Any

- *Elementos que não podem conter nada devem ser declarados como **EMPTY***

```
<!ELEMENT nome EMPTY>
```

- *Elementos EMPTY podem conter atributos*

```
<!ATTLIST nome prenome CDATA #REQUIRED>
```

- *A declaração acima permite elementos como*

```
<nome prenome="José" />
```

- ***ANY**: para elementos que podem conter qualquer coisa*

```
<!ELEMENT todos ANY>
```

<!ATTLIST>

- *Sintaxe*

```
<!ATTLIST  elemento
           atributo1 tipo valor_default>
<!ATTLIST  elemento
           atributo2 tipo valor_default>
...
```

ou

```
<!ATTLIST  elemento
           atributo1 tipo valor_default
           atributo2 tipo valor_default
           atributo3 tipo valor_default
           atributo4 tipo valor_default
  ... >
```


Exemplos

```
<!ATTLIST voo de NMTOKEN #IMPLIED >
<!ATTLIST voo numero CDATA #FIXED "12/32-1">
<!ATTLIST voo para (REC|CGH|GRU|SDU) #REQUIRED >
<!ATTLIST voo transportador (RG | JH) "RG" >

<!ATTLIST voo de NMTOKEN #IMPLIED
             numero CDATA #FIXED "12/32-1"
             para (REC|CGH|GRU|SDU) #REQUIRED
             transportador (RG | JH) "RG" >
```

Tipos de Dados XML

CDATA	IDREF
NMTOKEN	IDREFS
NMTOKENS	ENTITY
Seleção	ENTITIES
ID	NOTATION

CDATA e NMTOKEN

- ***CDATA*** *(character data) representa qualquer texto arbitrário*
  - *pode conter espaços, pontuação, etc.*
- ***NMTOKEN*** *(name token). É semelhante a um nome de elemento ou atributo*
  - *caracteres alfanuméricos*
  - *não pode conter espaços*
- ***NMTOKENS*** *representa um ou mais NMTOKEN separados por espaços.*

```
<elemento atr="um dois três 56 21">
```

Seleção

- *Uma Seleção é uma lista de NMTOKENS de onde pode-se escolher o valor do atributo. As escolhas são separadas por |:*

```
<!ATTLIST voo para (REC|CGH|SDU) #REQUIRED>
<!ATTLIST curso periodo (dia|noite) "noite">
```

- *Elementos não podem conter espaços ou outros caracteres não-alfanuméricos*
  - *Tipo NMTOKEN!*

ID

- *Atributos do tipo ID tem que conter um nome (e não NMTOKEN) que seja unívoco no documento.*
  - *Nome tem mesmas regras que identificador XML (caracteres alfanumérico, não começa com número, etc.)*
- *Não se pode usar um número como ID.*
  - *A solução é colocar um prefixo antes do número que seja ou uma letra ou um sublinhado.*
- *Elementos só podem ter um tipo ID.*
  - *Não pode haver outro elemento na mesma página com mesmo ID*
- *Exemplos*

```
<!ATTLIST voo codigo ID #REQUIRED>
<!ATTLIST piloto numero ID #REQUIRED>
```

IDREF

- *IDREF é referência para um ID. Exemplo:*

```
<!ATTLIST piloto alocado IDREF #REQUIRED>
```

- *Aplicação (codigo e numero são IDs)*

```
<aeroporto>
  <voo codigo="RG123"> ... </voo>
  <voo codigo="RG456"> ... </voo>
  <piloto numero="S1" alocado="RG123">
       ... </piloto>
  <piloto numero="S2" alocado="RG456">
       ... </piloto>
</aeroporto>
```


IDREFS

- *Lista de elementos IDREF. Exemplo:*

```
<!ATTLIST piloto alocado IDREFS #REQUIRED>
```

- *Aplicação (codigo e numero são IDs)*

```
<aeroporto>
  <voo codigo="RG123"> ... </voo>
  <voo codigo="RG456"> ... </voo>
  <piloto numero="S2"
          alocado="RG456 RG123">
   ... </piloto>
</aeroporto>
```

Valores Default

- ***#REQUIRED**: força o autor do documento a definir um valor explícito ao atributo.*
- ***#IMPLIED**: o atributo é opcional.*
- ***#FIXED**: o atributo tem um valor fixo, constante*
  - *Valor não pode ser mudado*
  - *Autor não precisa definir atributo e, se o fizer, não pode mudar o valor. Exemplo:*

```
<!ATTLIST valor moeda CDATA #FIXED "US$">
```

- ***Valor inicial**, entre aspas*
  - *Autor não precisa definir atributo, mas pode mudá-lo*

```
<!ATTLIST voo companhia (RG | JH) "RG" >
<!ATTLIST endereco pais CDATA "Brasil" >
```


<!NOTATION> e tipo NOTATION

- *Associa URI a um nome*
  - *Usado frequentemente para associar valores CDATA a NMTOKEN (mesmo onde não há URIs)*
- *Exemplos*

```
<!NOTATION amazon SYSTEM "http://www.amazon.com">
<!NOTATION barnes SYSTEM "http://www.bn.com">
```

- *Tipo NOTATION de <!ATTLIST> é útil em situações onde não se pode usar CDATA*

```
<!ATTLIST book
    store NOTATION (amazon | barnes) #REQUIRED>
```

- *Assim pode-se limitar melhor valores dos atributos*

```
<book store="amazon" />
```

<!ENTITY>

- *Vários tipos de <!ENTITY>*
  - *Constantes usadas nos DTDs e documentos XML*
- ***De parâmetro** (%nome; - só no DTD)*
  - ***internas** - incluem texto definido localmente*
  - ***externas** - incluem sub-DTDs de arquivos externos*
- ***Gerais** (&nome; - só no XML)*
  - ***internas** (texto local - sempre processadas)*
    - ***caracter** - ō &#x3AB4*
    - ***globais** - < &*
    - ***definidas pelo usuário***
  - ***externas** (carregam arquivos externos)*
    - ***processadas** - incluem texto no XML*
    - ***não-processadas** - incluem formatos binários (como imagens)*

Entidades gerais internas

```
<!ENTITY nome "valor">
```

- *Exemplos:*

```
<!ENTITY empresa "ACME Indústria &amp;
                  Comércio de Coisas S.A.">
<!ENTITY copyright "<table>
<tr>
   <td>Copyright &#x00A9 2000</td>
</tr>
</table>">
```

- *Uso:* `&nome;` *no documento XML*

```
<texto> Visite a &empresa; ainda hoje!.
</texto>
<div> &copyright; </div>
```

Entidades gerais externas

- *Carregam texto de arquivos externos*

```
<!ENTITY nome SYSTEM "uri">
<!ENTITY nome PUBLIC "fpi" "uri">
```

- *Exemplo*

```
<!ENTITY menu_sup SYSTEM "/sec/menu.xml">
```

- *Uso*

```
<elemento>
&menu_sup;
</elemento>
```

- *Conteúdo de menu.xml:*

```
<menu>
   Texto
</menu>
```

- *Resultado*

```
<elemento>
  <menu>
    Texto
  </menu>
</elemento>
```


Entidades externas não processadas

- *Usadas para carregar dados que não podem ser processados (que não são texto) através de atributos*

```
<!ENTITY nome SYSTEM "uri" NDATA notação>
```

- *Depende de uma declaração NOTATION*
  - *Neste caso típico usada para informar tipo de dados*
- *Exemplo de uso no DTD*

```
<!NOTATION gif SYSTEM "image/gif">
<!ENTITY logo SYSTEM "logo.gif" NDATA gif>
```

- *Atributos podem declarar receber tipo ENTITY*

```
<!ATTLIST imagem fonte ENTITY #REQUIRED>
```

- *Uso no XML:*

```
<imagem fonte="logo">
```

Entidades de parâmetro

```
<!ENTITY % nome "valor">
```

- *Variáveis para uso dentro do DTD*
- *Exemplos. Em vez de repetir ...*

```
<!ATTLIST voo de (REC|CGH|GRU|GIG|SDU)>
<!ATTLIST voo para (REC|CGH|GRU|GIG|SDU)>
```

- *Declare as entidades*

```
<!ENTITY % aerosp  "CGH|GRU">
<!ENTITY % aerorio "GIG|SDU">
```

E use as entidades no DTD

```
<!ENTITY % aeros "REC|%aerorio;|%aerosp;">
<!ATTLIST voo de (%aeros;) #REQUIRED >
<!ATTLIST voo para (%aeros;) #REQUIRED >
```


Entidades de parâmetro externas

- *Carregam trechos de DTD de outros arquivos*

```
<!ENTITY % nome SYSTEM "uri">
```

- *Exemplo*

```
<!ENTITY % tabela SYSTEM "voos.dtd">
```

- *É preciso chamar a entidade dentro do DTD.*
- *Uso*

```
<!ENTITY ...>
%tabela;
<!ELEMENT ...>
...
```

- *Resultado*

```
<!ENTITY ...>
<!ENTITY % sp  "CGH|GRU">
<!ENTITY % rio "GIG|SDU">
<!ELEMENT ...>
```

- *Conteúdo de voos.dtd:*

```
<!ENTITY % sp  "CGH|GRU">
<!ENTITY % rio "GIG|SDU">
```

Condicionais

- *Servem para construir DTDs configuráveis*
- *Ignora o conteúdo*

```
<![IGNORE [
   <!ELEMENT detalhes (#PCDATA)>
]]>
```

- *Declara que o conteúdo deve ser interpretado*

```
<![INCLUDE [
   <!ELEMENT detalhes (#PCDATA)>
]]>
```

- *Parecem inúteis, não?*

Utilidades dos Condicionais

- *Um DTD com declarações "desligadas"*

```
<!ENTITY % define.mod.um "IGNORE">
<!ENTITY % define.mod.dois "IGNORE">
<![%define.mod.um [
   <!ELEMENT coisas (#PCDATA)>
]]>
<![%define.mod.dois [
   <!ELEMENT maiscoisas (#PCDATA)>
]]>
```

- *Na utilização, pode-se ligar as declarações:*

```
<!DOCTYPE raiz SYSTEM "coisas.dtd" [
  <!ENTITY % define.mod.um "INCLUDE">
]>
<raiz>
  <coisas> ... </coisas>
```

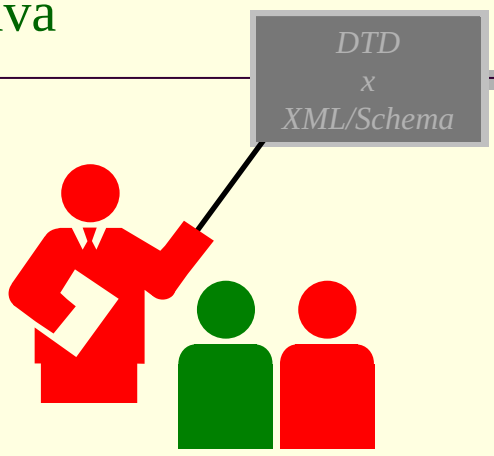
Namespaces e XML Schema

- *DTDs validam "documentos", não "linguagens"*
  - *DTDs supõem que documentos contém apenas uma linguagem*
- *DTDs não suportam namespaces. Para declarar um elemento é preciso usar o nome qualificado:*

```
<!ELEMENT prefixo:elemento (#PCDATA) >
```

- *Para validar namespaces em vez de documentos, use XML Schema*
  - *Cada namespace pode ser associado a um esquema diferente (um documento pode ter vários esquemas)*
  - *DTDs ainda podem ser usados, para declarar, por exemplo, entidades.*

POO-Java



XLink

- *Namespace: http://www.w3.org/1999/xlink*
- *Sete atributos:*
  - `type` = `simple` | `extended` | `locator` | `arc` | `title` | `resource`
  - `href` = *a URI destino do vínculo*
  - `show` = `new` | `replace` | `embed` | `other` | `none`
  - `actuate` = `onLoad` | `onRequest` | `other` | `none`
  - `title` = *descrição detalhada*
  - `role` = *papel / contexto do vínculo*
  - `label` = *descrição sucinta (para exibição)*
- *Exemplo de uso típico*

```
<elemento xlink:href="http://lugar.com" />
```


Exemplos de XLink

```
<p xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xlink:type="simple"
    xlink:href="#end"
    xlink:show="replace"
    xlink:actuate="onRequest">link</p>

<img xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xlink:type="simple"
    xlink:href="12345.jpg"
    xlink:show="embed"
    xlink:actuate="onLoad" />
```

Conteúdo será substituído...

.. quando o usuário solicitar.

Conteúdo será embutido no documento...

.. quando o documento for carregado.

XPointer

- *Função que recebe uma expressão XPath*
  - *Serve para apontar para um recurso ou parte do documento*
- *Para apontar para um recurso descoberto por uma expressão XPath*

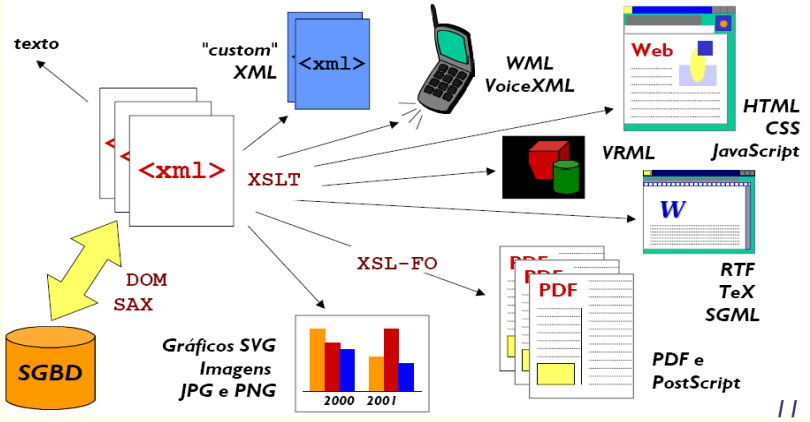
```
xpointer(expressão)
```

- *Quando há campos marcados com ID no documento destino, pode-se usar um ponteiro*

```
#ponteiro
xpointer(expressão)#ponteiro
```


Onde usar XML?

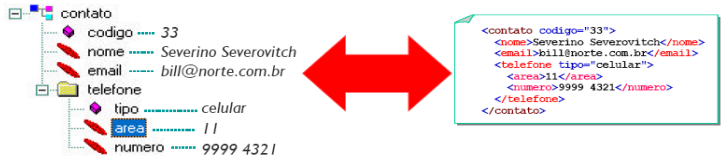
- *Dados armazenados em XML podem ser facilmente transformados em outros formatos*



Como produzir XML

- ***Criando*** *um documento de texto Unicode a partir de qualquer editor de textos*

- ***Gerando*** *um documento a partir de uma árvore montada dinamicamente*



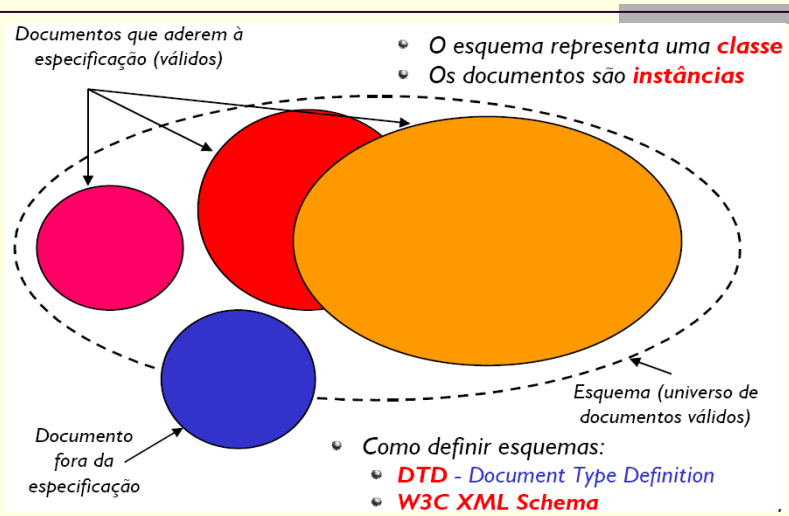
Documentos XML bem formados

- ***Para que possa ser manipulado como uma árvore, um documento XML precisa ser*** *bem formado*
  - ***Documentos que não são bem formados não são documentos XML***
- ***Documentos bem-formados obedecem as regras de construção de documentos XML genéricos***
- ***Regras incluem***
  - ***Ter um, e apenas um, elemento raiz***
  - ***Valores dos atributos estarem entre aspas ou apóstrofes***
  - ***Atributos não se repetirem***
  - ***Todos os elementos terem etiqueta de fechamento***
  - ***Elementos estarem corretamente aninhados***

XML válido

- ***Um XML bem construído pode não ser** válido **em determinada aplicação***
- ***Aplicação típica pode esperar que***
  - ***elementos façam parte de um** vocabulário **limitado,***
  - ***certos atributos tenham** valores **e** tipos **definidos,***
  - ***elementos sejam organizados de acordo com uma determinada estrutura** hierárquica**, etc.***
- ***É preciso** especificar **a linguagem!***
  - *Esquema**: modelo que descreve todos os elementos, atributos, entidades, suas relações e tipos de dados***
- ***Um documento XML é considerado válido** em relação a um esquema **se obedecer todas as suas regras***

Esquemas XML



DTD vs. XML Schema

- *Um esquema é essencial para que haja* ***comunicação*** *usando XML*
  - *Pode ser estabelecido "informalmente" (via software)*
  - *Uso formal permite validação usando ferramentas genéricas de manipulação de XML*
- *Soluções*

DTD

```
<!ELEMENT contato
          (nome, email, telefone)>
<!ATTLIST contato
          codigo NMTOKEN #REQUIRED>
```

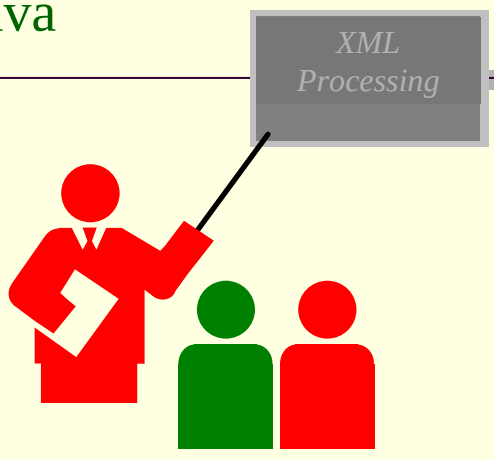
Simples mas não é XML
Não suporta namespaces
Limitado quando a tipos de dados

XSchema

```
<xsd:schema
     xmlns:xsd=".../XMLSchema">
 <xsd:element name="contato">
  <xsd:complexType>
   <xsd:attribute name="codigo"
                  use="required">
```

É XML, porém mais complexo
Suporta namespaces
Permite definição de tipos

POO-Java



Visualização em um browser

- ***Folha de estilo*: conjunto de regras para formatar ou transformar as informações de um documento XML**
- *CSS* **- Cascading Style Sheets**
  - **Transformação visando apresentação visual**
  - **Aplicação do estilo em tempo de execução no cliente**

Visualização em um browser

- *XSLT* **- eXtensible Stylesheet Language**
  - **Transformação em texto, HTML ou outro formato**
  - **Aplicação em tempo real ou prévia (no servidor)**
- **Se não estiver associado a uma folha de estilo, o documento XML não tem uma "aparência" definida**
  - **Internet Explorer e outros mostram a árvore-fonte XML**
  - **Netscape mostra apenas os nós de texto**

Como manipular XML?

- ***Há duas APIs padrão para manipular (interpretar, gerar, extrair dados e tratar eventos) arquivos XML:***
  - ***W3C Document Object Model (W3C DOM)***
  - ***Simple API for XML (SAX)***
- ***Servem a finalidades diferentes***
- ***Implementações disponíveis em várias linguagens***
- *SAX* ***oferece métodos que respondem a*** *eventos* ***produzidos durante a leitura do documento***
  - ***notifica quando um elemento abre, quando fecha, etc.***
- *DOM* ***monta uma*** *árvore****, que permite a navegação na estrutura do documento***
  - ***propriedades dos objetos podem ser manipuladas***

Leitura de XML com SAX

- *Se um processador SAX receber o documento ...*

```
<carta>
  <mensagem id="1">Bom dia!</mensagem>
</carta>
```

- *... ele irá disparar a seguinte seqüência de eventos:*

```
startDocument()
  startElement("carta", [])
    startElement("mensagem", [Attribute("id","1")])
      characters("Bom dia!")
    endElement("mensagem")
  endElement("carta")
endDocument()
```

- *Programador deve implementar um objeto "ouvinte" para capturar os eventos e extrair as informações desejadas*

Criação de documentos com DOM (1)

- *Criação dos elementos*

/	Document	*Obter objeto do tipo* ***Document*** *(raiz) (dependente de processador):* `doc`
<carta>	Element	`carta = doc.createElement("carta")`
<mensagem>	Element	`mens = doc.createElement("mensagem")`
Bom dia!	String	`texto = doc.createTextNode("Bom dia!")`

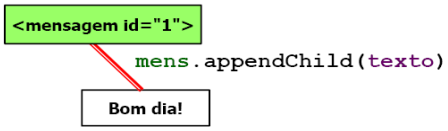
- *Atributos*

<mensagem id="1"> `mens.setAttribute("id", "1")`

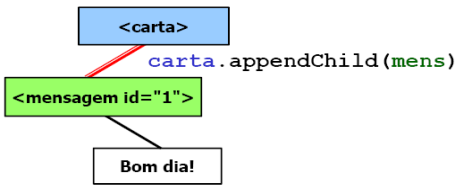
Criação de documentos com DOM (2)

Montagem da árvore passo-a-passo

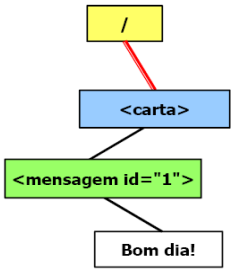
1. Sub-árvore <mensagem>



2. Sub-árvore <carta>



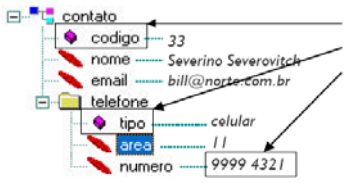
3. Árvore completa



`doc.appendChild(carta)`

XPath

- *Linguagem usada para **navegar** na árvore XML*
  - *Uma **expressão XPath** é um caminho* na árvore que resulta em um valor (número, texto, booleano), objeto (elemento, atributo, nó de texto) ou conjunto de objetos*



Caminhos absolutos

```
/contato@codigo
/contato/telefone@tipo
/contato/telefone/numero/text()
```

Relativos ao contexto `/contato`*:*

```
@codigo (ou ./@codigo)
telefone@tipo (ou ./telefone/tipo)
telefone/numero/text()
```

- *Expressões XPath são usadas dentro de **atributos** XML*
  - *Usadas em XSLT, XLink, XQuery e XPointer*

** pode também ser padrão de busca*

XSLT

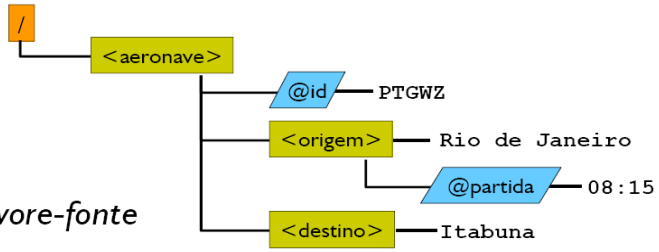
```
<xsl:stylesheet version="1.0"
    xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
  <xsl:template match="livro/titulo">
    <td><xsl:value-of select="." /></td>
```

- ***XSL** Transformations*
  - *Linguagem (XML) para criação de documentos que contêm regras de transformação para documentos XML*
  - *Documentos escritos em XSLT são chamados de **folhas de estilo** e contêm*
    - ***Elementos XSLT**: <template>, <if>, <foreach>, ...*
    - ***Expressões XPath** para localizar nós da árvore-fonte*
    - ***Texto ou XML** a ser gerado no documento-resultado*
  - *Processador XSLT*

XSLT: documento-fonte (1)

- *Considere o seguinte documento-fonte:*

```
<aeronave id="PTGWZ">
   <origem partida="08:15">Rio de
                          Janeiro</origem>
   <destino>Itabuna</destino>
</aeronave>
```



- *Árvore-fonte*

XSLT: folha de estilos (2)

- *O seguinte **template** (parte de uma folha de estilos XSLT) pode extrair os dados do documento-fonte*

documento-fonte (em azul - XPath)

```
<xsl:template match="aeronave">
   <p>A aeronave de prefixo
   <xsl:value-of select="@id" /> decolou
   de <xsl:value-of select="origem" /> às
   <xsl:value-of select="origem@partida" />
   tendo como destino o aeroporto de
   <xsl:value-of select="destino" />.</p>
</xsl:template>
```

documento resultado (em preto)

elementos XSLT (em vermelho, com prefixo xsl)

- *Elementos XSLT geralmente são usados com um **prefixo** associado ao seu **namespace**: <xsl:elemento> para evitar conflitos com o documento-resultado.*

XSLT: documento-resultado (3)

- Após a transformação, o resultado será

```
<p>A aeronave de prefixo
PTGWZ decolou
de Rio de Janeiro às
8:15
tendo como destino o aeroporto de
Itabuna.</p>
```

- Para obter outros resultados e gerar outros formatos com os mesmos dados, deve-se criar folhas de estilo adicionais

XLink, XPointer e XQuery

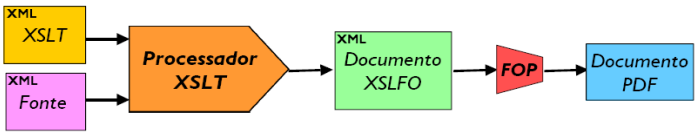
- **XLink**: é uma especificação W3C que permite definir vínculos entre documentos XML
  - Funcionalidade mínima é igual ao <a href> do HTML
  - Funcionalidade estendida permite vínculos bidirecionais, arcos, vários níveis de semântica, etc.
  - É uma coleção de atributos, com namespace próprio, que podem ser usados em elementos de qualquer linguagem XML.
- **XPointer**: aponta para partes de documentos XML
  - Identificador (ID) colocado no destino, accessível através de fragmento de URL: `xlink:href="#identificador"`
  - Caminho resultante de expressão XPath: `xpointer(/livro/id)`
- **XQuery**: linguagem para pesquisar documentos XML
  - Exemplo:

```
FOR $b IN document("usuario_33.xml")/contato
WHERE nome="Severino Severovitch"
RETURN $b
```

XSL-FO

```
<fo:root xmlns:fo="http://www.w3.org/1999/XSL/Format">
  <fo:layout-master-set>
    <fo:simple-page-master master-name="p1">
      <fo:region-body/>
```

- ***XSL Formatting Objects***
  - *Linguagem XML de **descrição de página** com os mesmos recursos que PostScript ou PDF*
  - *Descreve o layout preciso de texto e imagens*
  - *Possui centenas de elementos, atributos e propriedades (que são semelhantes às propriedades do CSS)*
  - *Páginas são facilmente convertidas para PDF e PostScript*
  - *Ideal para gerar documentos para impressão (livros, etc.)*
- *Normalmente **gerada** via XSLT*



XSL-FO: menor documento

```
<fo:root xmlns:fo="http://www.w3.org/1999/XSL/Format">

   <fo:layout-master-set>
       <fo:simple-page-master master-name="p1">
           <fo:region-body/>
       </fo:simple-page-master>
   </fo:layout-master-set>

   <fo:page-sequence master-name="p1">
       <fo:flow flow-name="xsl-region-body">
          <fo:block color="blue" font-size="20pt">
             Hello PDF!
          </fo:block>
       </fo:flow>
   </fo:page-sequence>

</fo:root>
```

Este é o "<head>" do XSL-FO

Ligação entre as regras de layout e o conteúdo afetado

Este é o "<body>" do XSL-FO

29

XHTML

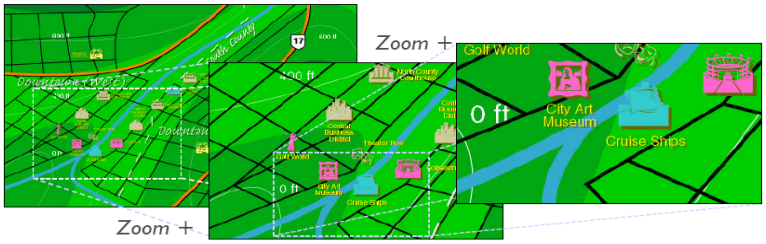
```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head><title>Página XHTML</title></head>
  <body>
    <h1>Página XHTML</h1>
```

- *e**X**tensible **HTML***
  - *Linguagem XML de **descrição de página Web***
  - *Mesmos elementos do HTML 4.0 Strict*
  - *Elementos descrevem somente a estrutura dos componentes da página.*
    - *A forma precisa ser especificada usando CSS: não há elementos/atributos para mudar cor, alinhamento, etc.*
  - *Pode ser misturada (estendida) com outras linguagens XML (MathML, SVG, linguagens proprietárias)*
- *Normalmente **gerada** via XSLT*

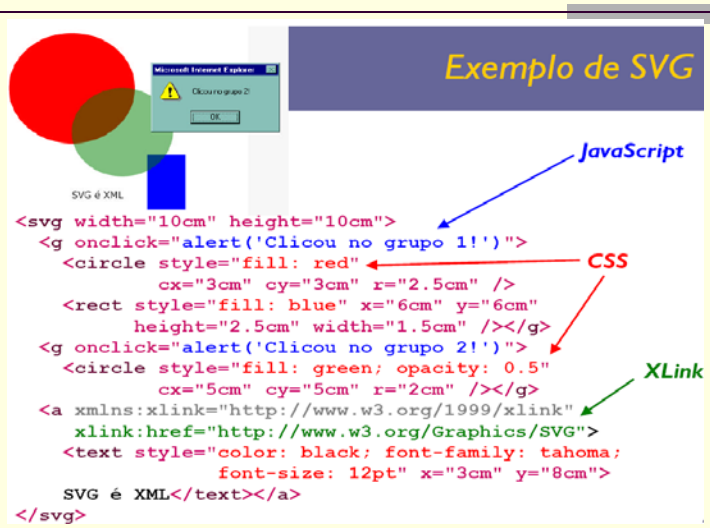
SVG

```
<svg>
  <circle style="fill: red" cx="3cm" cy="3cm" r="2.5cm" />
  <rect style="fill: blue" x="6cm" y="6cm"
        height="2.5cm" width="1.5cm" />
```

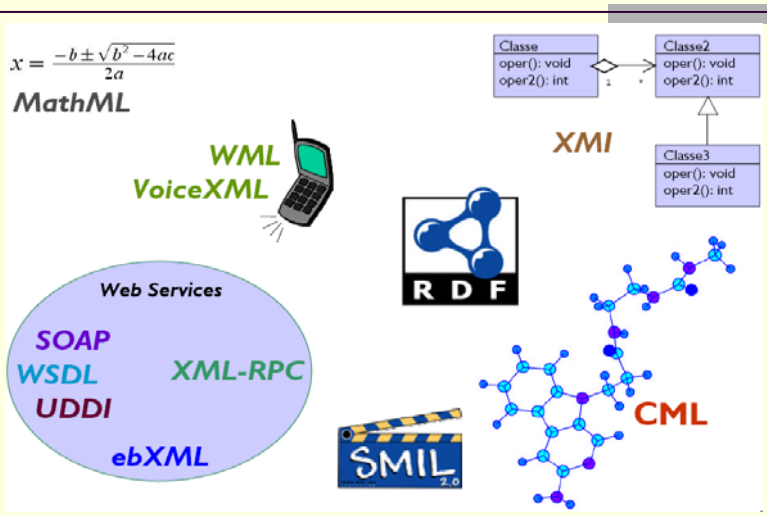
- *W3C **S**calable **V**ector **G**raphics*
  - *Gráficos vetoriais em XML*
  - *Plug-ins para principais browsers: concorre com Flash*
  - *Suporta animações, links, JavaScript, CSS*
  - *Produzido por ferramentas como Adobe Ilustrator*
  - *Pode ser embutido no código XHTML e XSL-FO*



Exemplo SVG



Algumas outras linguagens XML



Ferramentas XML

- *Para programação*
  - *Parsers-validadores: Xerces, Crimson, MSXML 4.0*
  - *Validadores: MSV (Sun)*
  - *Transformadores XSL: TrAX, Xalan, Xt, Saxon*
  - *APIs: JDOM, JAX (P, B, M, R, RPC), SAX e DOM*
  - *Veja mais em xml.apache.org e www.alphaworks.ibm.com*
- *Para edição (de XML genérico)*
  - *XML Spy Suite*
  - *Framemaker / ArborText*
  - *JEdit com plug-ins para XML, XSLT e XPath*
  - *Veja mais em www.w3.org/XML/*

Conclusões

- *XML é uma ótima solução para **compartilhar** dados*
- *Para **implementar** soluções em gestão de informações usando XML, pode-se usar*
  - *DTD ou XSchema para especificar o modelo de dados e validar as informações*
  - *As APIs DOM ou SAX para extrair dados dos documentos, gerar documentos, ler e gravar em bancos de dados*
  - *XSLT e XPath para transformar os dados em outros formatos*
  - *XLink, XPointer e XQuery para criar vínculos lógicos entre os documentos e localizar seus componentes*
  - *XSL-FO ou XHTML para formatar os dados para impressão ou visualização na tela (PDF, Word ou Web)*
  - *SVG para gerar informações em forma de gráfico vetorial*