Esquemas para Dados XML

- Definição da
  - Organização hierárquica do documento XML
  - Conteúdo de elementos simples e atributos
  - Cardinalidade de sub-elementos
- Documento XML válido
  - Respeita as regras de um esquema XML
  - Validado por um programa (*parser* de validação)
- Recomendações da W3C
  - DTD (*Document Type Definition*) - 1998
  - *XML Schema* - 2001

DTD (*Document Type Definition*)

- Gramática Regular Proprietária
  - Definição recursiva do modelo de conteúdo de elementos XML

    E1(E2+, ...) ... E2(E3, ...) ... E3(*conteúdoTexto*)
  - Modelo de conteúdo de um elemento XML pode ser formado por
    - Seqüência ordenada de sub-elementos
    - Alternativas de sub-elementos e/ou conteúdo (Escolha)
    - Algumas restrições de valor para elementos simples e atributos

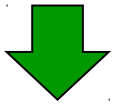
DTD - Definição

- Sintaxe de Declaração
  - `<! ...>`
- Declaração de Elemento
  - `<!ELEMENT ...>`
- Declaração de Atributos de um Elemento
  - `<!ATTLIST ...>`

DTD – Definição de Elementos

- Elemento complexo
  - Modelo de conteúdo Seqüência (*sequence*)
    - `<!ELEMENT autor(nome, email)>`
  - Modelo de conteúdo Escolha (*choice*)
    - `<!ELEMENT sexo(M|F)>`
  - Seqüência e escolha podem ser combinados
    - `<!ELEMENT pessoa (nome, (empresa|universidade))>`
- Elemento simples
  - `<!ELEMENT titulo(#PCDATA)>`

Parsable Character DATA



conteúdo textual validado pelo Parser
(caracteres válidos: pertencem ao Encoding definido; não inclui caracteres reservados)

DTD – Definição de Elementos

- Restrições de Cardinalidade no Modelo de Conteúdo de Elementos Complexos
  - 0:1 (?)
    - `<!ELEMENT endereco(..., complemento?)>`
  - 1:1 (*default*)
    - `<!ELEMENT livro(titulo, ...)>`
  - 1:N (+)
    - `<!ELEMENT livro(..., capitulo+)>`
  - 0:N (*)
    - `<!ELEMENT autor(..., email*)>`

DTD – Elementos Especiais

- Elemento Vazio
  - `<!ELEMENT figura EMPTY>`
- Elemento Misto
  - `<!ELEMENT capitulo(#PCDATA|secao|figura)*>`
  - Regra de definição deste elemento
    - **#PCDATA** deve ser obrigatoriamente o primeiro *token* no modelo
    - o modelo de conteúdo deve ser uma escolha, opcional e com repetição
- Elemento do tipo **ANY**
  - `<!ELEMENT observacao ANY>`
  - Admite conteúdo livre (com ou sem *tags*)
  - Pouco utilizado, devido à ausência de restrições

DTD – Definição de Atributos

- Definição: **<!ATTLIST *nome_elem def_at(s)*>**
- Principais tipos de dados
  - **CDATA**
    - conteúdo textual não validado pelo *parser*
  - **ID**
    - identificador do elemento no documento XML
  - **IDREF(S)**
    - referência(s) a atributo(s) do tipo ID
- Exemplo
  - **<!ATTLIST livro ISBN ID ano CDATA>**

DTD – Definição de Atributos

- Restrições de Integridade e Conteúdo
  - Conteúdo obrigatório/opcional
    - **#REQUIRED/#IMPLIED**
  - Enumeração
    - (valor *1*, ..., valor *n*) "*valor_default*"
  - Valor fixo
    - **#FIXED**
  - Valor *default*
    - Define uma *string* como valor *default*
- Exemplo
  - **<!ATTLIST autor codigo ID sexo CDATA (M,F) "M" #IMPLIED nacionalidade CDATA #FIXED "brasileira">**

DTD – Definição de Entidades

- **<!ENTITY fln "Florianópolis">**
- Exemplo de Utilização no Documento XML

```
...
<Endereço>rua X, 111 &fln CEP 88000-000</Endereço>
...
<Cidade>&fln</Cidade>
...
```

Vinculação DTD – Documento XML

Exemplo de Definição Interna

```
<?xml version="1.0"?>
   <!DOCTYPE artigo [
   <!ELEMENT artigo (titulo, autor)>
   <!ELEMENT titulo (#PCDATA)>
   <!ELEMENT autor (nome)>
   <!ELEMENT nome (#PCDATA)>
]>
<artigo>
   <titulo> ... ... </titulo>
   <autor>
      <nome> ... ... </nome>
   </autor>
</artigo>
```

Exemplo de Definição Externa

```
<?xml version="1.0"?>
   <!DOCTYPE artigo
      SYSTEM "artigo.dtd">
<artigo>
...
</artigo>
```

artigo.dtd

```
<!ELEMENT artigo (titulo, autor)>
<!ELEMENT titulo (#PCDATA)>
<!ELEMENT autor (nome)>
<!ELEMENT nome (#PCDATA)>
```

```
<?xml version ="1.0" encoding="UTF-8"?>
<listaLivros>
<livro ISBN="112">
  <titulo>Tecnologia XML</titulo>
  <preco>79.00</preco>
  <autor>           <nome>Joao da Silva</nome>
                    <mail>js@hotmail.com</mail>
                    <mail>jsilva@xxx.com</mail>   </autor>
  <autor>           <nome>Maria Souza</nome>      </autor>
  <editora>Campus</editora>
</livro>
<livro ISBN="72">
  <titulo>Banco de Dados</titulo>
  <preco>129.00</preco>
  <autor>           <nome>Pedro Santos</nome>     </autor>
  <editora>Makron Books</editora>
</livro>
<livro ISBN="239">
  <titulo>Sistemas de Informacao</titulo>
  <preco>208.50</preco>
  <autor>           <nome>Ana Pereira</nome>
                    <mail>anap@zzz.com</mail>     </autor>
  <editora>Campus</editora>
</livro>
<livro ISBN="243">
  <titulo>ERBD 2010</titulo>
  <preco>38.50</preco>
  <evento>          <local>
                              <cidade>Joinville</cidade>
                              <estado>SC</estado>
                    </local>
                    <dataInicio>09-04-2007</dataInicio>
                    <dataTermino>11-04-2007</dataTermino>
  </evento>
  <editora>Editora da UCS</editora>
</livro>     ...
</listaLivros>
```

Exercício

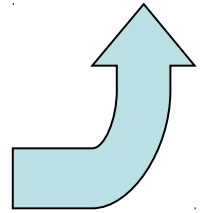
Definir uma DTD para este documento XML

XML Schema

- Sintaxe XML para definição de esquemas
  - Esquema pode ser validado por um *parser*
- Maior número de recursos que a DTD
  - Definição de tipos de dados
    - simples (*integer*, *boolean*, *string*, ...)
    - especiais (*list*, *union*)
  - Definição de tipos abstratos
    - simples e complexos
  - Especialização de tipos abstratos e elementos
  - Outras formas de definição de restrições de integridade
    - intervalos de valores permitidos, expressões regulares, ...

Conceitos da OO

Vantagem: reusabilidade!



Declaração de Tipos Abstratos

- Definem a estrutura de elementos e atributos
  - Podem ser reutilizados, ou seja, podem servir para a definição de outros tipos e de vários elementos ou atributos
- Classificam-se em
  - Complexos
    - definem a estrutura de elementos complexos
  - Simples
    - definem a estrutura de elementos simples e atributos

Definição de Tipo Complexo

- Sintaxe: **<complexType>...</complexType>**
  - elementos complexos só podem ser definidos através de tipos complexos!
- Exemplo de Sintaxe1
  - definição de tipo e sua vinculação c/ elementos

```
<xs:complexType name="tPessoa">
  <xs:sequence>
       <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
       <xs:element name="fone" type="xs:integer"/>
       <xs:element name="email" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
...
<xs:element name="funcionario" type="tPessoa"/>
<xs:element name="cliente" type="tPessoa"/>
```

Definição de Tipo Complexo

- Exemplo de Sintaxe2
  - Definição direta de elemento complexo

```
<xs:element name="funcionario">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
        <xs:element name="fone" type="xs:integer"/>
      <xs:element name="email" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
   </xs:complexType>
</xs:element>
```

- Obs.: Principais tipos de dados simples pré-definidos da *XML Schema*

```
xs:string  xs:byte    xs:integer   xs:boolean
xs:float   xs:double  xs:dateTime  xs:time
xs:date    xs:anyURI  xs:hexBinary
```

Definição de Tipo Complexo

- Modelo de conteúdo de um **`complexType`**
  - Construtores de grupo **`sequence`**, **`choice`** e **`all`**
  - Exemplo de uso do construtor **`choice`**

```
<xs:complexType name="tPublic">
  <xs:sequence>
     <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
     <xs:choice>
       <xs:element name="ISBN" type="xs:integer"/>
       <xs:element name="volume" type="xs:integer"/>
     </xs:choice>
 </xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:element name="publicacao" type="tPublic"/>
```

Definição de Tipo Complexo

- Restrições de Cardinalidade
  - Cláusulas **`minOccurs`** e **`maxOccurs`**
- **`minOccurs`**
  - Número mínimo de ocorrências de um sub-elemento
  - Mínimo: 0
  - *Default*: 1
- **`maxOccurs`**
  - Número máximo de ocorrências de um sub-elemento
  - Mínimo: 1
  - Máximo: **`unbounded`** (“N”)
  - *Default*: 1

Definição de Tipo Complexo

- Restrições de Cardinalidade
  - Exemplo

```
<xs:complexType name="tPessoa">
  <xs:sequence>
      <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
      <xs:element name="fone" type="xs:integer"
        maxOccurs="Unbounded"/>
      <xs:element name="email" type="xs:string"
        minOccurs="0" maxOccurs="Unbounded"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

Definição de Tipo Complexo

- Definição de Atributo(s) de um tipo complexo
  - Sintaxe: **`<attribute>...</attribute>`**
  - Especificado(s) após o construtor (`sequence`, `choice` ou `all`) de mais alto nível
  - Exemplo

```
<xs:complexType name="tPublic">
  <xs:sequence>
     <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
     <xs:choice>
       <xs:element name="ISBN" type="xs:integer"/>
       <xs:element name="volume" type="xs:integer"/>
     </xs:choice>
 </xs:sequence>
 <xs:attribute name="ano" type="xs:integer"/>
 <xs:attribute name="edicao" type="xs:integer"/>
</xs:complexType>
```

Definição de Tipo Complexo

- Restrições de Cardinalidade p/ Atributos
  - Definido no atributo **`use`**
  - Valores: **`required`** e **`optional`**
  - *Default*: **`optional`**
- Exemplo

```
<xs:complexType name="tPublic">
  ...
 <xs:attribute name="ano" type="xs:integer" use="required"/>
 <xs:attribute name="edicao" type="xs:integer" use="optional"/>
</xs:complexType>
```

Definição de Tipo Complexo

- Restrições de Integridade p/ Atributos
  - Atributo **`default`**
    - define um *default* se nenhum valor for informado
  - Atributo **`fixed`**
    - define um valor constante para o atributo
    - se valor do atributo for diferente do valor fixo estipulado ou sem valor então o doc. XML é inválido
    - ***`default`*** e ***`fixed`*** não podem ser declarados juntos
- Exemplo

```
<xs:complexType name="tPublic">
  ...
 <xs:attribute name="pais" type="xs:string" fixed="Brasil"/>
 <xs:attribute name="lingua" type="xs:string" use="optional"
default="Portugues"/>
</xs:complexType>
```

Definição de Tipo Complexo

- Atributo identificador e de referência
  - **ID** e **IDREF**
  - Funcionalidades semelhantes às apresentadas para uma DTD
  - Exemplo

```
<xs:complexType name="tFuncionario">
  ...
 <xs:attribute name="codigo" type="xs:ID" use="required"/>
 <xs:attribute name="chefe" type="xs:IDREF"/>
</xs:complexType>
```

Definição de Tipo Complexo

- Elemento Misto
  - Atributo **`mixed`** definido como *true*
  - Exemplo

```
<xs:complexType name="tAnuncio" mixed="true">
  <xs:sequence>
     <xs:element name="transacao" type="xs:string"/>
     <xs:element name="produto" type="xs:string"/>
     <xs:element name="foneContato" type="xs:integer"
maxOccurs="Unbounded"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:element name="anuncio" type="tAnuncio"/>
```

Definição de Tipo Complexo

- Elemento Vazio
  - Conteúdo do **`complextype`** é vazio ou define apenas atributos
  - Exemplo

```
<xs:complexType name="tImagem">
   <xs:attribute name="arquivo" type="xs:string"
      use="required"/>
   <xs:attribute name="tamanho" type="xs:integer"/>
</xs:complexType>

<xs:element name="imagem" type="tImagem"/>
```

Definição de Tipo Complexo

- Elemento **ANYTYPE**
  - Funcionalidade semelhante ao elemento do tipo **ANY** apresentado para uma DTD
  - Exemplo

```
<xs:complexType name="tComentario">
   <xs:sequence>
      <xs:element name="autor" type="xs:string"/>
      <xs:element name="data" type="xs:data"/>
      <xs:element name="texto" type="xs:anytype"/>
   </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

Exercício 2

- Defina em *XML Schema* o esquema abaixo definido em DTD para dados de livros:

```
<!ELEMENT listaLivros (livro+)>
<!ELEMENT livro (título, preço, autor+,
                 capítulo+)>
<!ATTLIST livro ISBN ID #REQUIRED
                edicaoAnterior IDREF #IMPLIED>
<!ELEMENT título (#PCDATA)>
<!ELEMENT autor (nome, eMail?)>
<!ELEMENT nome (#PCDATA)>
<!ELEMENT preço (#PCDATA)>
<!ELEMENT eMail (#PCDATA)>
<!ELEMENT capítulo (#PCDATA | seção)*>
<!ATTLIST capítulo nome CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT seção (nome, conteúdo)>
<!ELEMENT conteúdo (#PCDATA)>
```

Derivação

- Conceito similar à Especialização em OO
  - "herança" de propriedades, com possibilidade de redefinição e definição de novas propriedades
- Tipos de derivação na XML Schema
  - Extensão (para tipos complexos)
    - Herança com definição de novas propriedades
  - Restrição (para tipos simples)
    - Herança com redefinição mais restritiva de propriedades

Derivação por Extensão - Exemplo

```
<xsd:complexType name="Tlivro">
   <xsd:sequence>
      <xsd:element name="titulo" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="autor" type="Tautor"
         maxOccurs="unbounded"/>
      <xsd:element name="preco" type="xsd:float"/>
      ...
     </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="ISBN" type="Tisbn"/>
</xsd:complexType>
...

<xsd:complexType name="TlivroTécnico"
   base="Tlivro" derivedBy="extension">
     <xsd:element name="area" type="xsd:string"/>
</xsd:complexType>
```

Definição de Tipo Simples

- Sintaxe: **`<simpleType>...</simpleType>`**
- Definido através de derivação por restrição
  - aplicação de uma restrição de integridade (**faceta**)
    - exemplos:
      - enumeração, intervalo de valores permitidos, padrão
- Definido através de um tipo de dado especial
  - Tipo lista (*list*)
    - define um conteúdo multivalorado
    - todos os valores devem ser de um mesmo tipo
  - Tipo união (*union*)
    - define alternativas (uma união de) de tipos de dados para o tipo sendo criado

Definição de Tipo Simples - Facetas

- Maioria se aplica a qq tipo de dado simples
  - exemplos: **lenght**, **enumeration**, **pattern**
- Algumas se aplicam apenas a tipos de dados que possuem noção de ordem
  - exemplos: **minInclusive**, **maxInclusive**

```
<xs:simpleType name="Nota">
   <xs:restriction base="xs:float">
      <xs:minInclusive value="0"/>
      <xs:maxInclusive value="10"/>
   </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

Definição de Tipo Simples - Facetas

- Faceta **lenght**
  - Define o tamanho (nro. caracteres) do dado
  - Exemplos

```
<xs:simpleType name="TipoUF">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:lenght value = "2"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
...
<xs:element name="UF" type="TipoUF"/>
```

```
<xs:simpleType name="TipoIdade">
  <xs:restriction base="xs:integer">
    <xs:minlenght value = "1"/>
    <xs:maxlenght value = "3"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
...
<xs:element name="idade" type="TipoIdade"/>
```

Definição de Tipo Simples - Facetas

- Faceta **enumeration**
  - Define um conjunto finito de valores permitidos
  - Exemplo

```
<xs:simpleType name="CategoriaAlunoPG">
     <xs:restriction base="xs:string">
       <xs:enumeration value = "especializacao"/>
       <xs:enumeration value = "mestrado"/>
       <xs:enumeration value = "doutorado"/>
       <xs:enumeration value = "especial"/>
     </xs:restriction>
   </xs:simpleType>
   ...
   <xs:attribute name="categoria" type="CategoriaAlunoPG"/>
```

Definição de Tipo Simples - Facetas

- Faceta **pattern**
  - Define expressões regulares
  - Exemplos

```
<xs:simpleType name="TnomePessoa">
  <xs:restriction base="xs:string">
     <xs:pattern value="[A-Z]{1}[a-zA-Z]{2,}"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

```
<xs:simpleType name="Tisbn">
  <xs:restriction base="xs:string">
     <xs:pattern value="[0-9]{2}-[0-9]{3}-[0-9]{4}-[0-9]"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

Definição de Tipo Simples

- Definição de um tipo multivalorado

```
<xs:simpleType name="data">
   <xs:union memberTypes="xs:date xs:string"/>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="ISBNs">
   <xs:list itemType="ISBN"/>
</xs:simpleType>
```

List e *union* só definem tipos simples, admitindo apenas componentes de tipo simples