


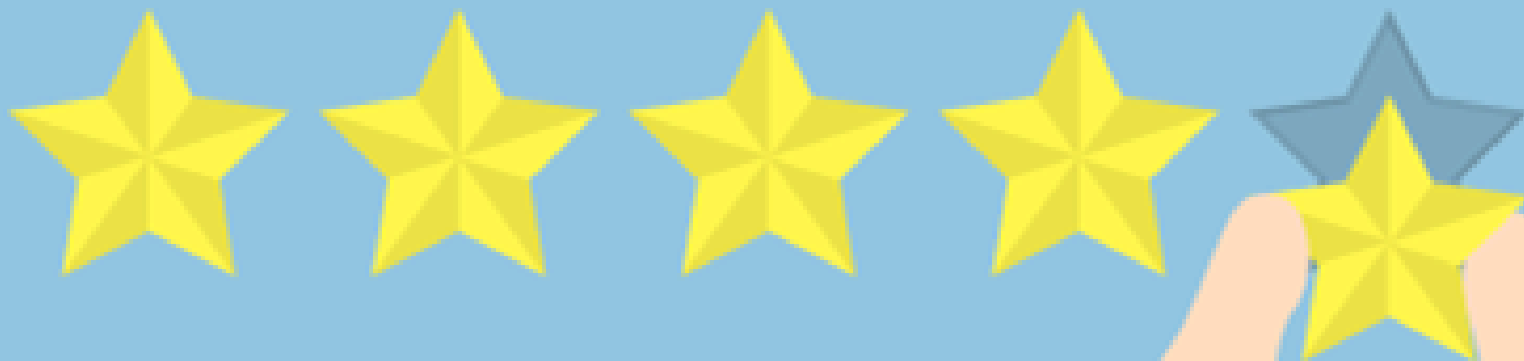


QUALIDADE DE DADOS GEOESPACIAIS



CONTEÚDO

- INTRODUÇÃO
 - ELEMENTOS DE QUALIDADE
 - DESCRITORES DE QUALIDADE
 - PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE
 - DOCUMENTAÇÃO DA QUALIDADE
 - PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA
- 



INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO

É o grau de adequação do produto às suas especificações. (ISO 9000)

Totalidade das características de um produto que definem sua capacidade de satisfazer necessidades declaradas. (ISO 19113)

Grau de perfeição a atingir. Pode-se também dizer que ela é a melhor forma de atender às necessidades do consumidor, as quais dependem da finalidade do produto ou artigo, bem como do preço de venda do mesmo. (Telles & Rodrigues, 1990).


O desconhecimento das informações de qualidade de um CDG implica rejeitar um CDG ou análises que geram resultados menos confiáveis.

INTRODUÇÃO

A informação de qualidade de um CDG pode ser afetada por três condições:

- Alguma quantidade de dados foi inserida, alterada ou removida;
- A especificação do CDG foi modificada;
- O mundo real foi alterado.

A quantidade de informação sobre qualidade pode exceder o espaço para armazenamento do próprio CDG. É importante documentar a informação sobre qualidade em formatos objetivos, facilmente compreensíveis e recuperáveis.

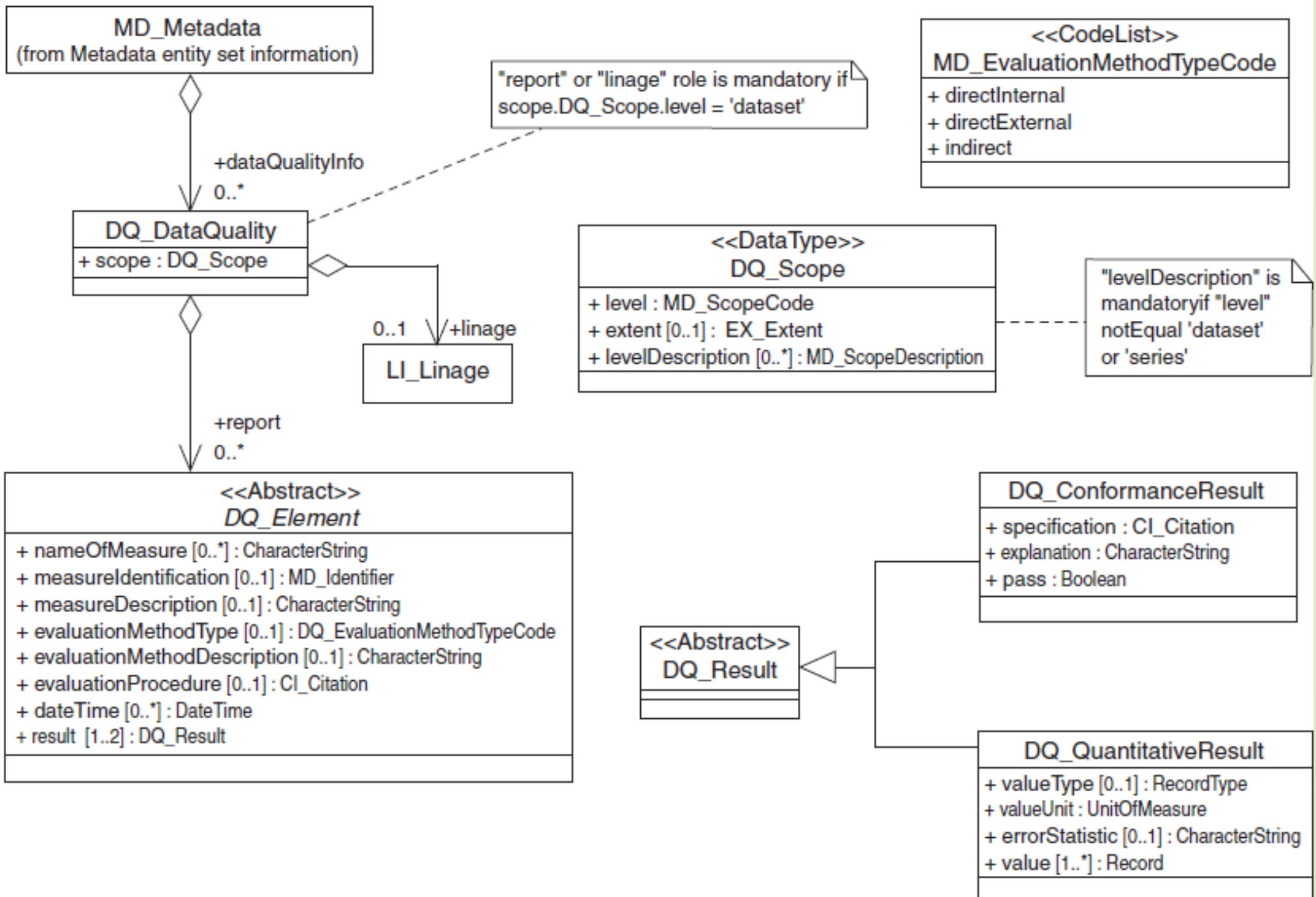


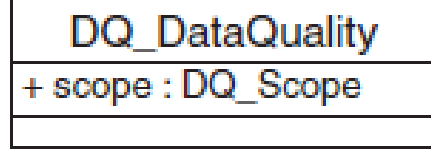
ISO 19113 – estabelece os princípios para a descrição da qualidade de dados geoespaciais e especifica componentes para documentar a qualidade da informação.

ISO 19114 – fornece um conjunto de procedimentos para determinação e avaliação da qualidade de CDGs, consistente com os princípios definidos na ISO 19113. São especificados também procedimentos para avaliação e documentação de resultados na forma de metadados ou relatório de avaliação de qualidade.

ISO 19138 – define um conjunto de medidas para os sub-elementos de qualidade de dados identificados na norma ISO 19113.

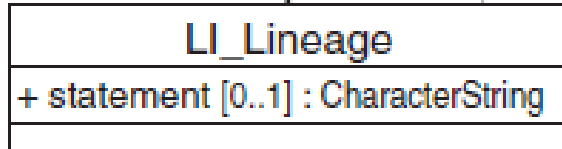
ISO 19115 – um dos pacotes de metadados registra os resultados da avaliação da qualidade do conjunto de dados, por intermédio das seções LI_Lineage e DQ_Element.





+ scope : DQ_Scope

If(count(source) + count(processStep) =0) and (DQ_DataQuality.cope.level = 'dataset' or 'series') then statement is mandatory



+ statement [0..1] : CharacterString

"source" role is mandatory if LI_Lineage.statement and "processStep" role are not documented

"processStep" role is mandatory if LI_Lineage.statement and "source" role are not documented

+source 0..*

LI_Source

+ description [0..1] : CharacterString
 + scaleDenominator [0..1] : MD_RepresentativeFraction
 + sourceReferenceSystem [0..1] : MD_ReferenceSystem
 + sourceCitation [0..1] : CI_Citation
 + sourceExtent [0..*] : EX_Extent

+source 0..*

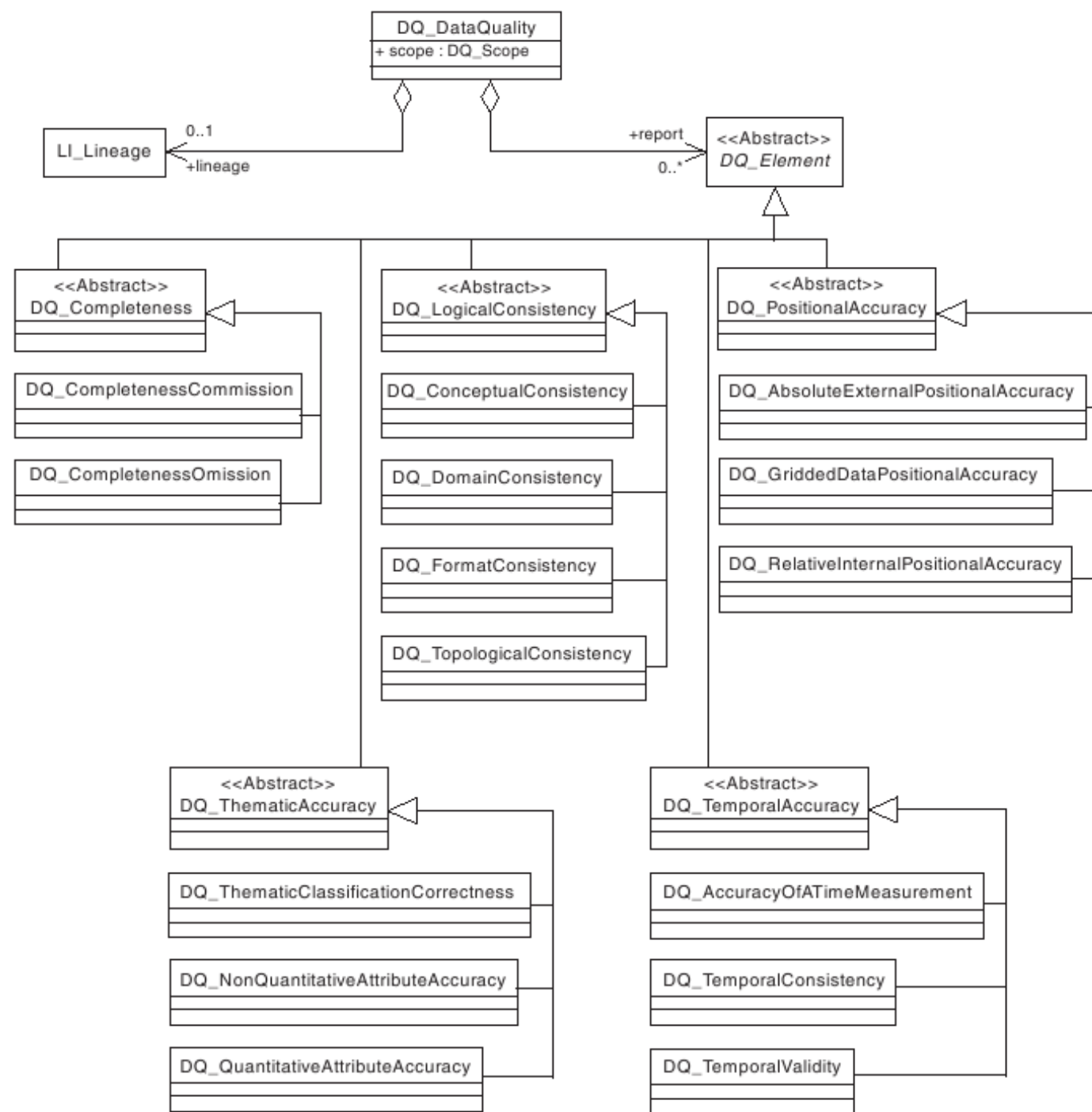
0..*


+processStep

LI_ProcessStep

+ description : CharacterString
 + rationale [0..1] : CharacterString
 + dateTime [0..1] : DateTime
 + processor [0..*] : CI_ResponsibileParty

0..*
 +sourceStep





ISO 19157 – estabelece os princípios para descrição da qualidade de dados geográficos, substituindo as três anteriores (2013). Apresenta algumas modificações:

- o item *DQ_Element* foi dividido em três objetos: *DQ_MeasureReference*, *DQ_EvaluationMethod*, *DQ_Result*;
- Foi acrescentado o item *DQ_Stand-aloneReportInformation*, para documentar informações de qualidade existentes fora do modelo conceitual e que possam ser úteis na descrição da qualidade;
- Foi criado o item *DQ_DescriptiveResult* para o registro de resultados que ficam mais fáceis de compreender na forma textual, ao invés da descrição numérica.



Processos de avaliação de qualidade de dados geoespaciais podem ser aplicados em diversas fases do ciclo de vida dos dados:

- Na especificação do produto ou levantamento de requisitos do usuário: incluem os níveis de conformidade aceitáveis e as especificações dos processos de medição;
- Durante a produção dos dados: controle de qualidade em cada fase de produção;
- Conformidade do produto final: verificação da conformidade às especificações do produto ou os requisitos do usuário;
- Na atualização dos dados: os procedimentos são aplicados ao conjunto de dados em si e ao conjunto de dados de referência.



SISTEMA DE
QUALIDADE

ELEMENTOS DE QUALIDADE

Compleitude: quantifica a presença ou a ausência de feições, respectivos atributos e relacionamentos.

Consistência Lógica: grau de aderência a regras lógicas de estruturas de dados, atribuição e relacionamentos. A estrutura de dados pode ser conceitual, lógica ou física. É o único conjunto que pode ser avaliado sem a necessidade de uma “*ground truth*”.

Acurácia Posicional: exatidão da posição das feições;

Acurácia Temporal: exatidão dos atributos temporais e relações temporais entre as feições;

Acurácia Temática: exatidão dos atributos quantitativos e a corretude dos atributos não quantitativos e das classificações das feições e seus relacionamentos.

ELEMENTOS DE QUALIDADE

Completude

Comissão: excesso de dados existentes em um conjunto de dados.

Omissão: falta de dados em um conjunto de dados.

Consistência Lógica

Consistência Conceitual: aderência às regras do esquema conceitual;

Consistência de Domínio: aderência dos valores aos domínios dos valores;

Consistência de Formatos: grau com que os dados são armazenados em conformidade com a estrutura física do conjunto de dados;

Consistência Topológica: corretude das características topológicas de um conjunto de dados codificadas explicitamente.

ELEMENTOS DE QUALIDADE

Acurácia Posicional

Acurácia Absoluta ou Externa: proximidade entre os valores de coordenadas documentados no CDG e os respectivos valores (aceitos como) verdadeiros;

Acurácia Relativa ou Interna: proximidade entre as posições relativas das feições em um CDG e as respectivas posições relativas (aceitas como) verdadeiras;

Acurácia da posição de dados matriciais: proximidade dos valores de posição de dados matriciais aos valores (aceitos como) verdadeiros.

ELEMENTOS DE QUALIDADE

Acurácia Temporal

Acurácia de uma medida de tempo: corretude da referência temporal de um item;

Consistência Temporal: corretude do ordenamento de eventos (sequência);

Validade Temporal: validade do dado referente ao tempo.

Acurácia Temática

Corretude de classificação: comparação das classes atribuídas às feições com uma verdade do terreno ou com uma base de dados de referência;

Corretude de Atributos não quantitativos;

Acurácia de Atributos quantitativos.

DESCRITORES DE QUALIDADE

Cada subelemento possui os seguintes descritores de qualidade:

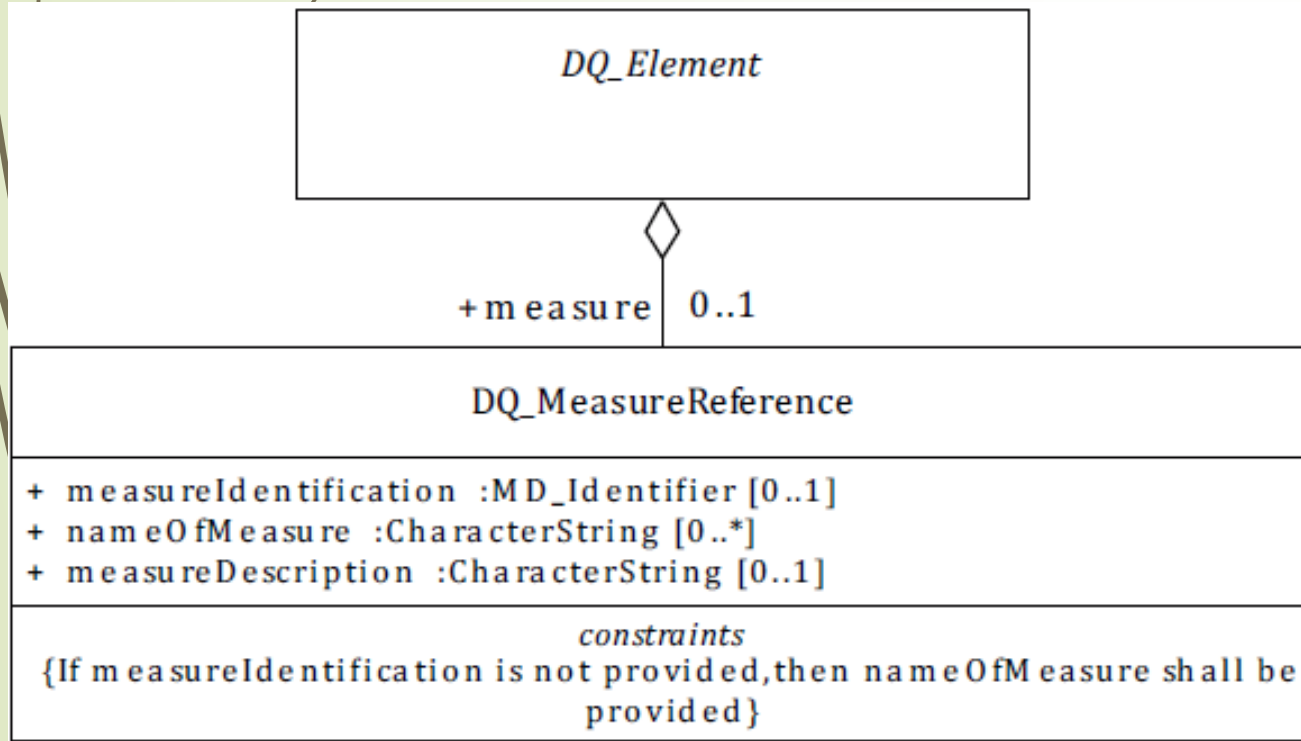
Escopo: extensão ou características dos dados a que se referem as informações de qualidade;

São exemplos de escopo (ISO 19115, Codelist B.5.25):

- Conjunto de dados;
- Séries;
- Feições Individuais;
- Subconjuntos de dados definidos por conjuntos de atributos, extensão temporal ou espacial

DESCRITORES DE QUALIDADE

Medida: indicador selecionado dentre as opções especificadas no Anexo D da ISO 19157 para retratar o respectivo elemento de qualidade;

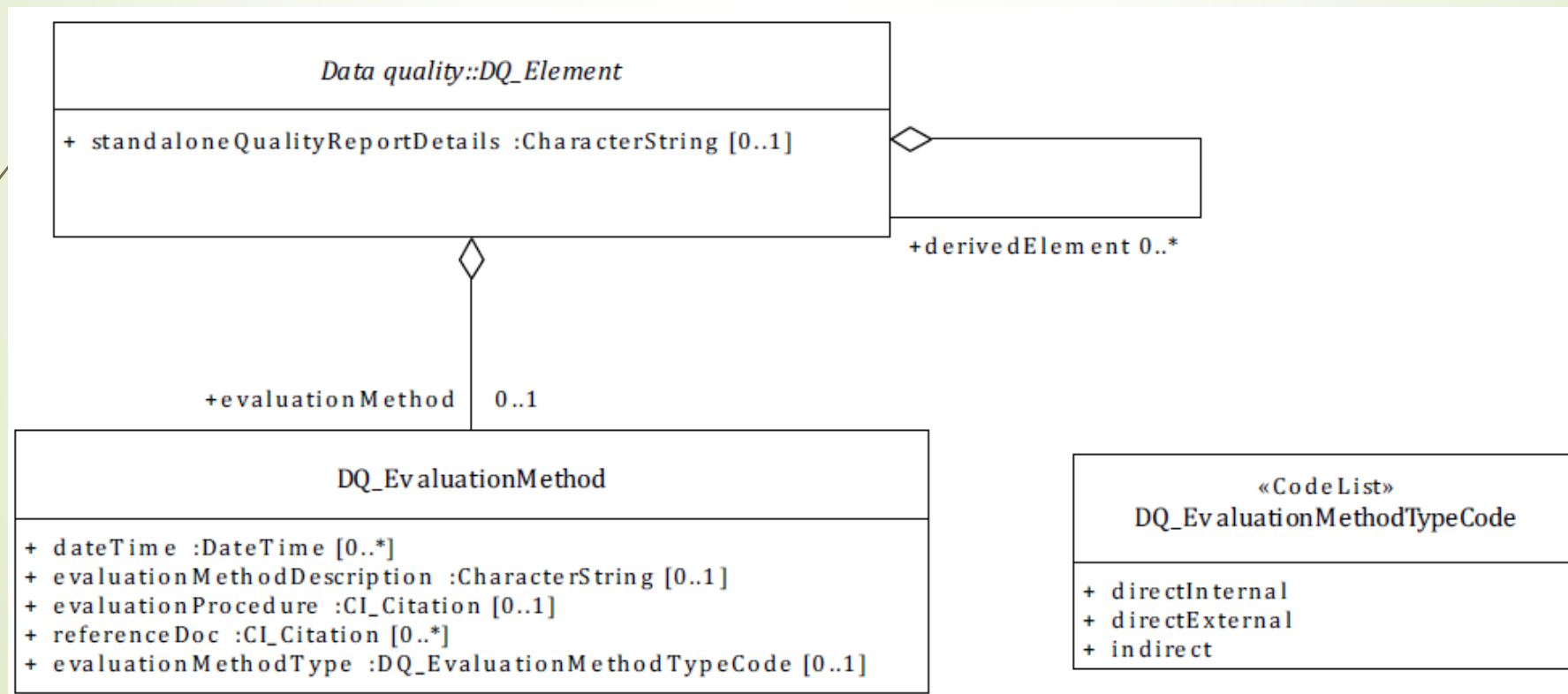


Ex.: Comissão (Compleitude)

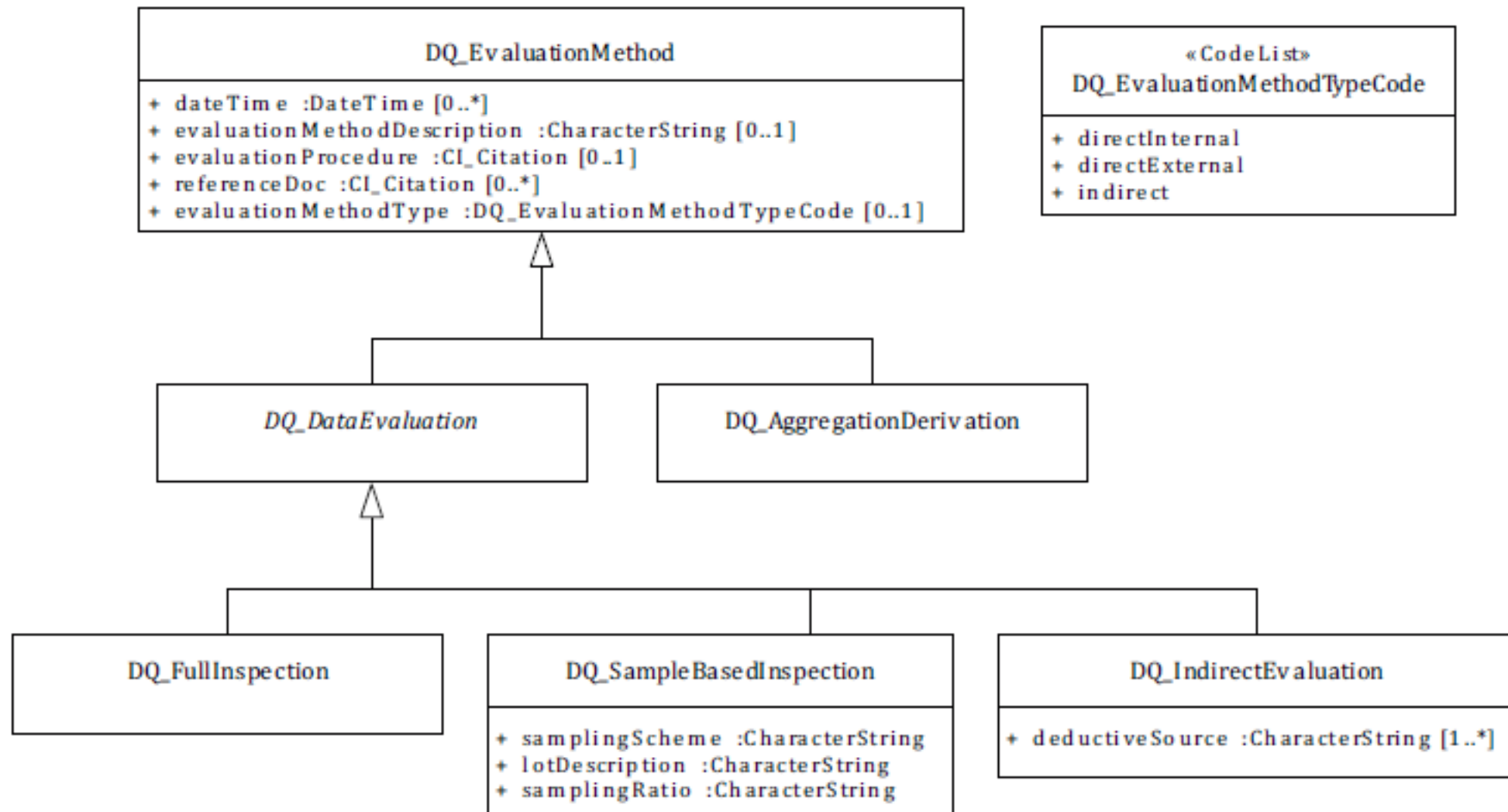
- Itens em excesso: booleano;
- Número de itens em excesso: inteiro;
- Taxa de itens em excesso: real;

DESCRITORES DE QUALIDADE

Procedimento de avaliação: operações usadas na aplicação e na documentação dos métodos de avaliação da qualidade dos dados geoespaciais;



DESCRITORES DE QUALIDADE



DESCRITORES DE QUALIDADE

Os procedimentos de avaliação podem ser classificados como:

Diretos: a qualidade é avaliada pela comparação dos dados com informações de referência internas ou externas (segundo critério de classificação). Métodos diretos internos usam dados apenas do próprio conjunto na avaliação, enquanto os métodos diretos externos usam dados de referência externos ao conjunto avaliado.

Indiretos: a qualidade é estimada com base em informações subjetivas como, por exemplo, o histórico do produto.

DESCRITORES DE QUALIDADE

No contexto dos métodos diretos, o método de avaliação ainda deve descrever o método de inspeção utilizado:

Integral (*full inspection*): todos os itens do escopo são submetidos à avaliação. Recomenda-se, em casos de pequenas populações ou quando os procedimentos de avaliação são automatizados;

Por amostragem (*sampling*): apenas parte dos itens do escopo são submetidos à avaliação.

DESCRITORES DE QUALIDADE

No contexto das avaliações indiretas, a avaliação é baseada na experiência do avaliador e pode ser subjetiva. Podem ser baseados na análise de metadados como:

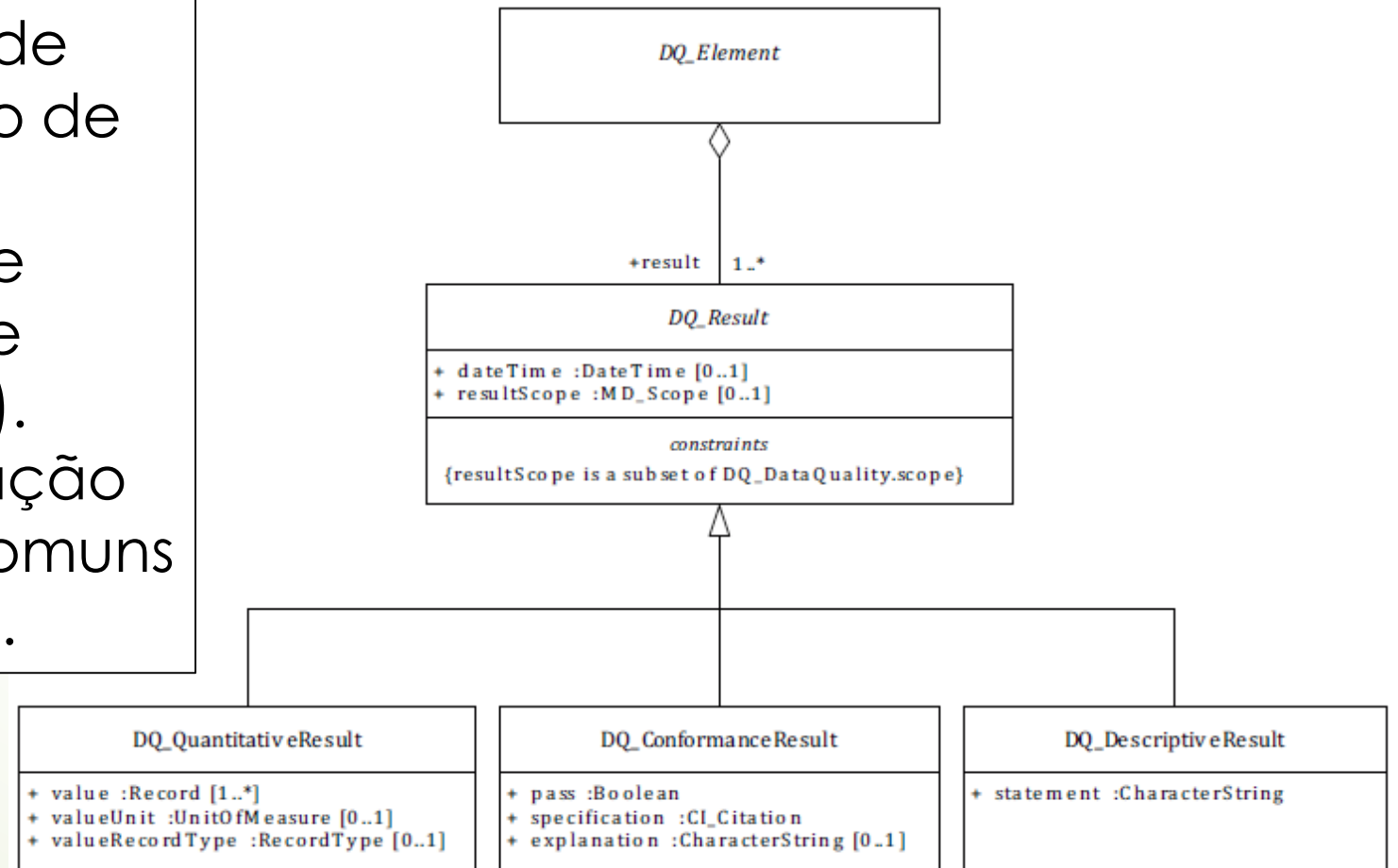
Propósito: “Motivo” para criação de um CDG, contendo informação a respeito do uso proposto (“criado para”). Sempre aplicável;

Emprego: Descreve a aplicação em que o CDG tem sido empregado pelos produtores ou por outros usuários. Todos os tipos de emprego são aplicáveis;

Histórico: Descrição do ciclo de vida do CDG desde a aquisição até o estado atual. Reúne informações sobre **insumos** e **fases de produção**. Sempre aplicável, mesmo que desconhecido;

DESCRITORES DE QUALIDADE

Resultado: valor ou conjunto de valores obtidos por intermédio de medidas (quantitativos) ou a declaração de conformidade desses valores com valores de referência (não quantitativos). O escopo e a data da realização da avaliação são atributos comuns a todos os tipos de resultados.



DESCRITORES DE QUALIDADE

Quantitativos

- **Valor:** número ou texto
- **Unidade da medida:** unidade empregada na documentação dos resultados obtidos (metros, quilogramas, %, etc);
- **Tipo de valor:** tipo do valor usado para documentar o resultado obtido (real, texto, booleano, etc.);

Não-Quantitativos

- **Aprovado:** sim ou não
- **Especificação:** Descreve a especificação técnica que contém os valores de referência usada para avaliar o resultado quantitativo obtido;
- **Explicação:** texto opcional que pode auxiliar na interpretação do resultado obtido;

Descritivo

Avaliação subjetiva de um elemento descrita como texto livre. Pode ser elaborado um resumo com vistas à complementação da documentação de qualidade ou pode substituí-la.

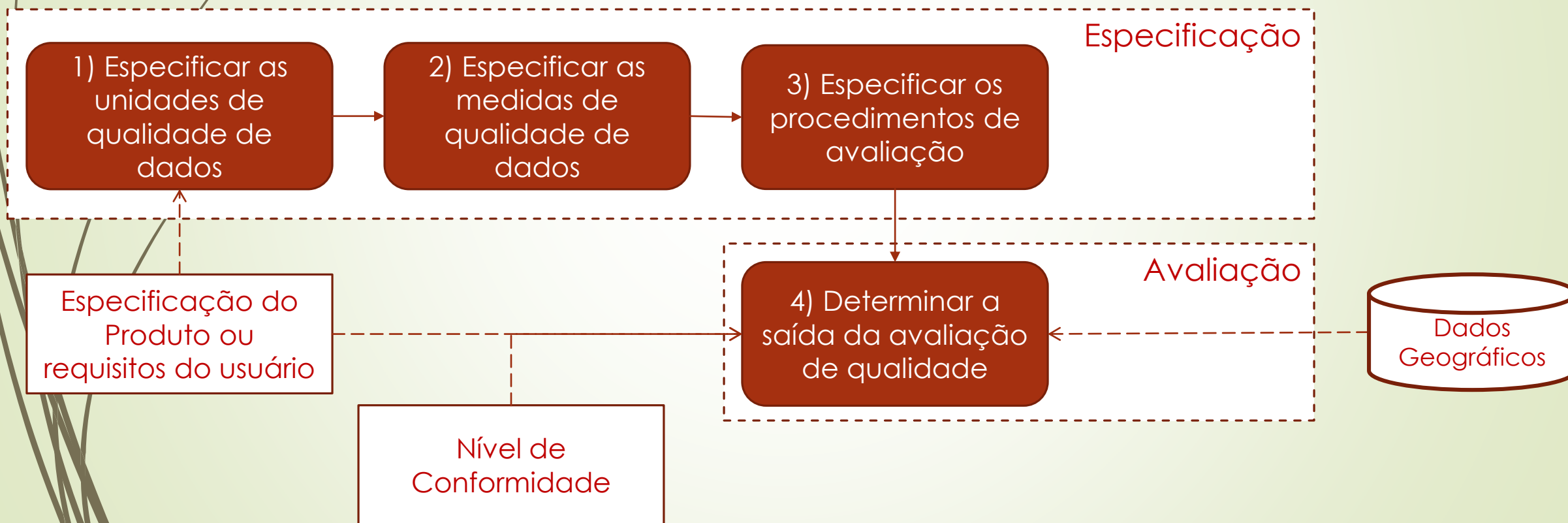
Agregação

Os resultados de qualidade referentes a outros conjuntos de dados ou diferentes escopos são combinados para decidir sobre a conformidade a alguma especificação.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO
DE QUALIDADE

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

O processo de avaliação de qualidade pode ser organizado de acordo com o seguinte fluxo de trabalho:



PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Especificar as unidades de qualidade de dados

Uma unidade é definida pelo escopo e pelo conjunto de elementos que serão medidos, conforme especificação técnica ou requisitos do usuário.

Recomenda-se selecionar todos os elementos de qualidade relevantes ao conjunto de dados avaliados.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

A ordem usual de avaliação de elementos é:

- 1) consistência lógica – de formato:** verificar se os dados serão lidos e interpretados corretamente, conforme as especificações. Registros não lidos são reportados e excluídos das próximas etapas de avaliação;
- 2) consistência lógica – de domínio, topológica e conceitual:** verificar se os dados atendem às regras estabelecidas. Registros não conformes devem ser excluídos das próximas etapas de avaliação.
- 3) completude – comissão ou omissão:** por comparação ao conjunto de dados de referência;
- 4) acurácias posicional, temática e temporal:** por comparação ao conjunto de dados de referência;

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Especificar as medidas de qualidade de dados

Quando aplicável, deve-se selecionar uma medida para cada elemento a ser medido, de acordo com a lista de medidas especificada no Anexo D, das ISO 19157.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Especificar os procedimentos de avaliação

Esta fase consiste na aplicação de um mais métodos de avaliação: direto ou indireto, externo ou interno, total ou por amostragem.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

A ISO 19157 adota os critérios de amostragem especificados na série da ISO 2859.

Nesse contexto, considera-se **lote** a menor unidade que pode ter sua qualidade avaliada (subconjunto da população), enquanto **item** é a unidade mínima a ser inspecionada.

Limite de qualidade aceitável (LQA): pior resultado aceitável (como taxa de erro) para determinado processo de avaliação em um procedimento lote a lote.

Qualidade limite (QL): nível de qualidade para um lote isolado limitado a uma baixa probabilidade de aceitação.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

O tamanho da população e, conseqüentemente, da amostra podem ser definidos de formas diversas:

- quantidade absoluta de objetos representados;
- área abrangida pelo conjunto de dados;
- soma dos comprimentos das curvas representadas no conjunto;
- quantidade de vértices que definem curvas e áreas no conjunto;

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Estratégias de amostragem

1. Definição da População

- a. Guiada por área: a seleção é baseada em atributos espaciais;
 - Áreas pré-definidas: divisões político-administrativas;
 - Áreas geradas: células regulares ao longo da área de avaliação;
- b. Guiada por Feição: a seleção é baseada em atributos alfanuméricos, sem considerar a distribuição espacial;

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Estratégias de amostragem

2. Procedimento de Amostragem

- a. Amostragem por julgamento: baseada no conhecimento profissional
- b. Amostragem Probabilística: cada membro da população a ser selecionada possui uma probabilidade conhecida de seleção
 - Aleatória Simples: todos os itens possuem mesma probabilidade de serem selecionados para a amostra
 - Aleatória Estratificada: divisão em subpopulações com condições mais homogêneas
 - Semi-aleatória: os itens iniciais selecionados aleatoriamente e é definida uma regra para selecionar os demais a partir dos primeiros. Ex: grades regulares

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Tamanho da Amostra

Tamanho de amostra é a quantidade de itens em um lote que serão inspecionados.

Aplica-se a ISO 2859-1 para avaliar conjuntos de lotes (mínimo 10 lotes), e aplica-se a ISO 2859-2 para avaliar lotes isolados (entre um e nove). O primeiro caso é indexado pelo LQA, enquanto que o segundo depende da QL.

É necessário converter o LQA para QL a fim de poder aplicar o procedimento de amostragem a produtos isolados.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Tamanho da Amostra – Lote a lote

Existem dois conceitos complementares na inspeção lote a lote: tipo de inspeção e nível de inspeção. Os tipos de inspeção são três: reduzida, normal e rigorosa

O nível de inspeção discrimina a quantidade relativa de inspeção (ISO, 1999). Existem três níveis gerais (I, II e III) e quatro níveis especiais (S-1 a S-4).

Uma vez fixado o LQA e o tamanho da população para cada procedimento, o tamanho da amostra é determinado de acordo com a tabela a seguir

| Tamanho do lote | | Níveis gerais de inspeção | | |
|-----------------|---------|---------------------------|----|-----|
| | | I | II | III |
| 2 a | 8 | A | A | B |
| 9 a | 15 | A | B | C |
| 16 a | 25 | B | C | D |
| 26 a | 50 | C | D | E |
| 51 a | 90 | C | E | F |
| 91 a | 150 | D | F | G |
| 151 a | 280 | E | G | H |
| 281 a | 500 | F | H | J |
| 501 a | 1200 | G | J | K |
| 1201 a | 3200 | H | K | L |
| 3201 a | 10 000 | J | L | M |
| 10 001 a | 35 000 | K | M | N |
| 35 001 a | 150 000 | L | N | P |
| 150 001 a | 500 000 | M | P | Q |
| 500 001 e | maiores | N | Q | R |

Com a letra código e o LQA, determina-se o tamanho da amostra com a tabela seguinte.

As setas acima (↑) ou abaixo (↓) indicam que os valores seguintes devem ser adotados.

Exemplo: lote com 580 objetos, LQA de 4%, nível de inspeção II

- ➔ Letra código J
- ➔ Tamanho da amostra 80
- ➔ Tolerância 10 erros

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Tamanho da Amostra Lote isolado

É necessário converter o LQA para QL a fim de poder aplicar o procedimento de amostragem a produtos isolados, conforme a tabela:

| Tamanho do lote | | LQA (%) | | |
|-----------------|---------|---------|------|----|
| | | 1,0 | 4,0 | 10 |
| 16 a | 25 | 12,5 | 32 | 32 |
| 26 a | 50 | 12,5 | 20 | 32 |
| 51 a | 150 | 8,0 | 20 | 32 |
| 151 a | 1200 | 5,0 | 20 | 32 |
| 1201 a | 10 000 | 3,15 | 12,5 | 20 |
| 10 001 a | 150 000 | 3,15 | 8,0 | 20 |
| 150 001 e | maiores | 2,0 | 8,0 | 20 |

Com o QL e o tamanho da amostra é possível determinar o tamanho da amostra (n) e o número de aceitação (Ac) correspondente.

Caso o tamanho da população não possua n e Ac para esse QL (setas acima e abaixo), o valor correspondente de n e Ac deve ser adotado.

| Tamanho do lote | | | Qualidade limite (QL) em % | | | | | | | | |
|-----------------|---------|---------|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|----------|
| | | | 0,8 | 1,25 | 2,0 | 3,15 | 5,0 | 8,0 | 12,5 | 20 | 32 |
| 16 a | 25 | n Ac | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 17 ¹ 0 | 13 0 | 9 0 | 6 0 |
| 26 a | 50 | n Ac | ↓ | ↓ | ↓ | 50 ¹ 0 | 28 ¹ 0 | 22 0 | 15 0 | 10 0 | 6 0 |
| 51 a | 90 | n Ac | ↓ | ↓ | 50 ¹ 0 | 44 0 | 34 0 | 24 0 | 16 0 | 10 0 | 8 0 |
| 91 a | 150 | n Ac | ↓ | 90 ¹ 0 | 80 0 | 55 0 | 38 0 | 26 0 | 18 0 | 13 0 | 13 1 |
| 151 a | 280 | n Ac | 170 ¹ 0 | 130 0 | 95 0 | 65 0 | 42 0 | 28 0 | 20 0 | 20 1 | 13 1 |
| 281 a | 500 | n Ac | 220 0 | 155 0 | 105 0 | 80 0 | 50 0 | 32 0 | 32 1 | 20 1 | 20 3 |
| 501 a | 1200 | n Ac | 255 0 | 170 0 | 125 0 | 125 1 | 80 1 | 50 1 | 32 1 | 32 3 | 32 5 |
| 1201 a | 3200 | n Ac | 280 0 | 200 0 | 200 1 | 125 1 | 125 3 | 80 3 | 50 3 | 50 5 | 50 10 |
| 3201 a | 10 000 | n Ac | 315 0 | 315 1 | 200 1 | 200 3 | 200 5 | 125 5 | 80 5 | 80 10 | 80 18 |
| 10 001 a | 35 000 | n Ac | 500 1 | 315 1 | 315 3 | 315 5 | 315 10 | 200 10 | 125 10 | 125 18 | ↑ |
| 35 001 a | 150 000 | n Ac | 500 1 | 500 3 | 500 5 | 500 10 | 500 18 | 315 18 | 200 18 | ↑ | ↑ |
| 150 001 a | 500 000 | n Ac | 800 3 | 800 5 | 800 10 | 800 18 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 500 001 e | maiores | n Ac | 1250 5 | 1250 10 | 1250 18 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |

PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Tamanho da Amostra – Teste de significância

Por se tratar de amostragem, a porcentagem de inconformidade não é comparada diretamente com o LQA. Os valores de rejeição são baseados em teste de hipótese unicaudal.

Exemplo: de uma base de 2400 objetos, são selecionados 125 como amostra para atender LQA de 4%.

Se 8 objetos inspecionados são não conformes, isso corresponderia a 6.4% da amostra, o que levaria à rejeição da amostra.

Contudo, a distribuição estatística empregada indica como limite de rejeição 10 objetos não conformes.



DOCUMENTAÇÃO DA
QUALIDADE





DOCUMENTAÇÃO DA QUALIDADE

Entre as razões para documentar a qualidade de dados podem ser destacadas:

- Critério para descoberta e seleção dos dados;
- Comprovar a conformidade do produto às especificações técnicas e aos requisitos dos usuários;
- Inferir a qualidade da informação extraída dos dados empregados;
- Potencializar as tomadas de decisão, conhecidas as limitações e imperfeições do conjunto de dados usado no processo.

DOCUMENTAÇÃO DA QUALIDADE

A informação quantitativa de qualidade deve ser documentada como metadados, conforme a ISO 19115: documentação objetiva e estruturada para consumo por serviços web, preferencialmente.

Podem, também, ser acrescentados relatórios individuais de qualidade, contendo descrição detalhada dos processos de avaliação e seus resultados numéricos e de conformidade, preferencialmente para leitura humana direta.

A informação não quantitativa de qualidade deve ser documentada como metadados, conforme a ISO 19115.

METAQUALIDADE

Conjunto de atributos relacionados ao processo de avaliação do processo de qualidade e seus resultados.

Confiabilidade (Confidence): credibilidade do resultado em termos de desvio-padrão ou intervalo de confiança;

Representatividade (Representativity): define o quanto a amostra usada na avaliação é representativa em relação ao escopo avaliado;

Homogeneidade (Homogeneity): uniformidade dos resultados obtidos na avaliação. Os resultados obtidos em várias amostras são comparados com o resultado global. Tal comparação pode ser expressa pelo erro médio quadrático dos erros.




PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA

PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA

DECRETO Nº 89.817, DE 20 DE JUNHO DE 1984.

Art 8º - As cartas quanto à sua exatidão devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica - - PEC, seguinte o critério abaixo indicado:

1. Noventa por cento **(90%)** dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - *Planimétrico* - estabelecido.
2. Noventa por cento **(90%)** dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas-de-nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - *Altimétrico* - estabelecido.



§ 1º - Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos.

§ 2º - A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão - PEC = 1,6449 EP.

§ 3º - O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica.

§ 4º - Para efeito das presentes Instruções, consideram-se equivalentes as expressões Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro-Médio-Quadrático.

Art 9º - As cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, segundo os critérios seguintes:

Classe A

PEC Planimétrico: 0,5 mm, na escala da carta,

Erro-Padrão 0,3 mm na escala da carta

PEC Altimétrico: metade da equidistância entre as curvas-de-nível,

Erro-Padrão de um terço desta equidistância.

Classe B

PEC Planimétrico: 0,8 mm na escala, da carta,

Erro-Padrão de 0,5 mm na escala da carta

PEC Altimétrico: três quintos da equidistância entre as curvas-de-nível,

Erro-Padrão de dois quintos da equidistância.

Classe C

PEC Planimétrico: 1,0 mm na escala da carta,

Erro-Padrão de 0,6 mm na escala da carta.

PEC Altimétrico: três quartos da equidistância entre as curvas-de-nível,

Erro-Padrão de metade desta equidistância.


| ESCALA | EQÜIDISTÂNCIA | CURVAS MESTRAS |
|--------------|---------------|----------------|
| 1: 25.000 | 10 m | 50 m |
| 1: 50.000 | 20 m | 100 m |
| 1: 100.000 | 50 m | 250 m |
| 1: 250.000 | 100 m | 500 m |
| 1: 1.000.000 | 100 m | 500 m |

Considerando uma carta na escala de 1:100.000:

Classe A: PEC Planimétrico = 50m $\sigma_p = 30m$
PEC Altimétrico = 25m $\sigma_A = 16,67m$

Classe B: PEC Planimétrico = 80m $\sigma_p = 50m$
PEC Altimétrico = 30m $\sigma_A = 20m$

Classe C: PEC Planimétrico = 100m $\sigma_p = 60m$
PEC Altimétrico = 37,5 m $\sigma_A = 25 m$



| | Terreno | | | Carta | | |
|-----|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| Pto | E (m) | N (m) | H (m) | E (m) | N (m) | H (m) |
| 1 | 745642,82 | 250203,99 | 800,28 | 745634,94 | 250201,19 | 798,95 |
| 2 | 745264,45 | 250196,64 | 809,05 | 745265,06 | 250187,32 | 808,22 |
| 3 | 745808,26 | 249324,48 | 776,37 | 745805,67 | 249319,14 | 775,05 |
| 4 | 747967,65 | 251886,44 | 1016,47 | 747977,51 | 251893,74 | 1011,85 |
| 5 | 747771,40 | 250789,19 | 857,21 | 747779,10 | 250785,57 | 861,27 |
| 6 | 747137,97 | 250631,77 | 892,66 | 747144,90 | 250624,70 | 890,63 |
| 7 | 747237,37 | 249573,26 | 831,48 | 747247,00 | 249570,74 | 833,76 |
| 8 | 747746,58 | 249305,93 | 817,64 | 747747,20 | 249313,06 | 821,19 |
| 9 | 747284,84 | 248263,85 | 1004,32 | 747275,60 | 248269,95 | 1003,02 |
| 10 | 747747,94 | 247406,50 | 907,87 | 747737,99 | 247415,83 | 910,96 |

Exemplo – Carta 1:25.000

Ponto 1

Terreno:

$$E \text{ (m)} = 745642,82$$

$$N \text{ (m)} = 250203,99$$

$$H \text{ (m)} = 800,28$$

Carta:

$$E \text{ (m)} = 745634,94$$

$$N \text{ (m)} = 250201,19$$

$$H \text{ (m)} = 798,95$$

Erro Altimétrico

$$[(745642,82 - 745634,94)^2 + (250203,99 - 250201,19)^2]^{1/2} = 8,36\text{m}$$

Erro Altimétrico:

$$800,28 - 798,95 = 1,33\text{m}$$