

UFSC-CTC-INE

Curso de Sistemas de Informação

INE 5600 – Bancos de Dados III

BDT:

**Principais conceitos e
Manipulação de Dados**

UFSC-CTC-INE

Curso de Sistemas de Informação

INE 5600 – Bancos de Dados III

BDT:

Principais Conceitos

Banco de Dados Temporal (BDT)

- Mantém a evolução de um dado no tempo
 - manutenção de todos os estados de um dado
 - passado, presente e futuro
- Exemplos de aplicações
 - Área médica
 - quadro clínico de pacientes, diagnósticos, ...
 - Sistemas de informação geográfica
 - crescimento demográfico, desmatamento, ...
 - Área empresarial
 - evolução de vendas, ...

BD Convencional X BDT

- BD Convencional

- mantém apenas o estado corrente do dado
- gerenciamento temporal deve ser realizado pela aplicação
 - definição explícita de propriedades temporais, consultas temporais devem ser previstas, ...

- BD Temporal

- representação de estados passados, presente e futuros de um dado
- gerenciamento temporal é controlado pelo BD
 - definição implícita de propriedades temporais, linguagens de consulta estendidas, ...

Conceitos Principais

- BDs quanto ao tipo de tempo
- Granularidade
- Rótulos temporais
- Restrições de integridade temporais

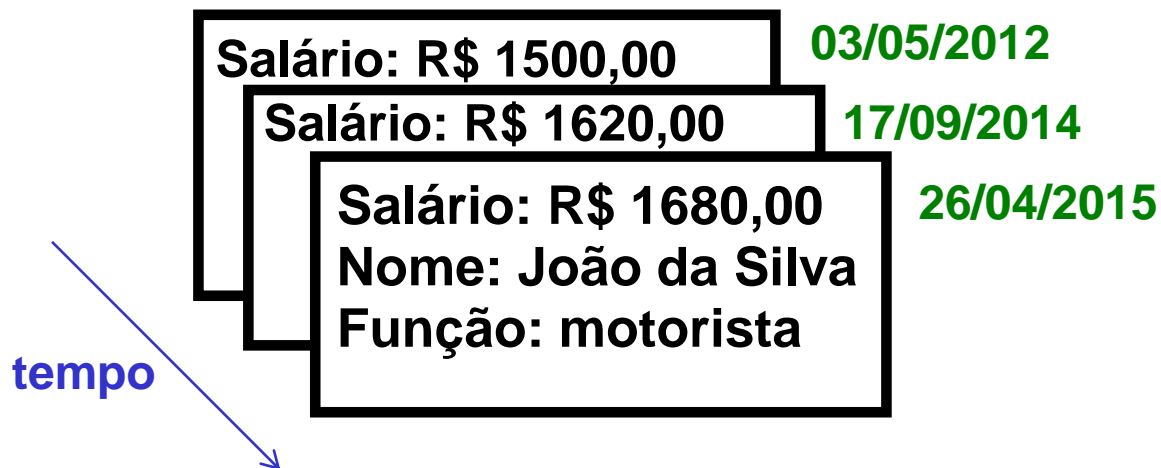
Tipos de Tempo

- Classificação
 - instantâneo, transação, validade, bitemporal
- Tempo instantâneo
 - característico de BD convencional (BD instantâneo)
 - registra apenas o dado válido no momento atual



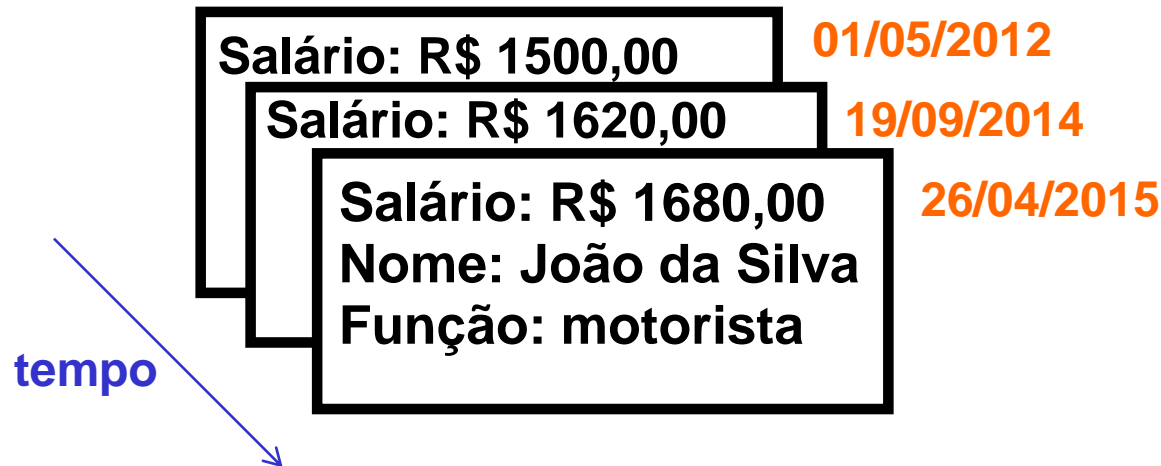
Tempo de Transação

- Tempo de definição de um dado no BD por uma transação
 - tempo fornecido pelo SGBD (*timestamp*)
 - característico de **BD de Tempo de Transação** ou **BD Rollback**



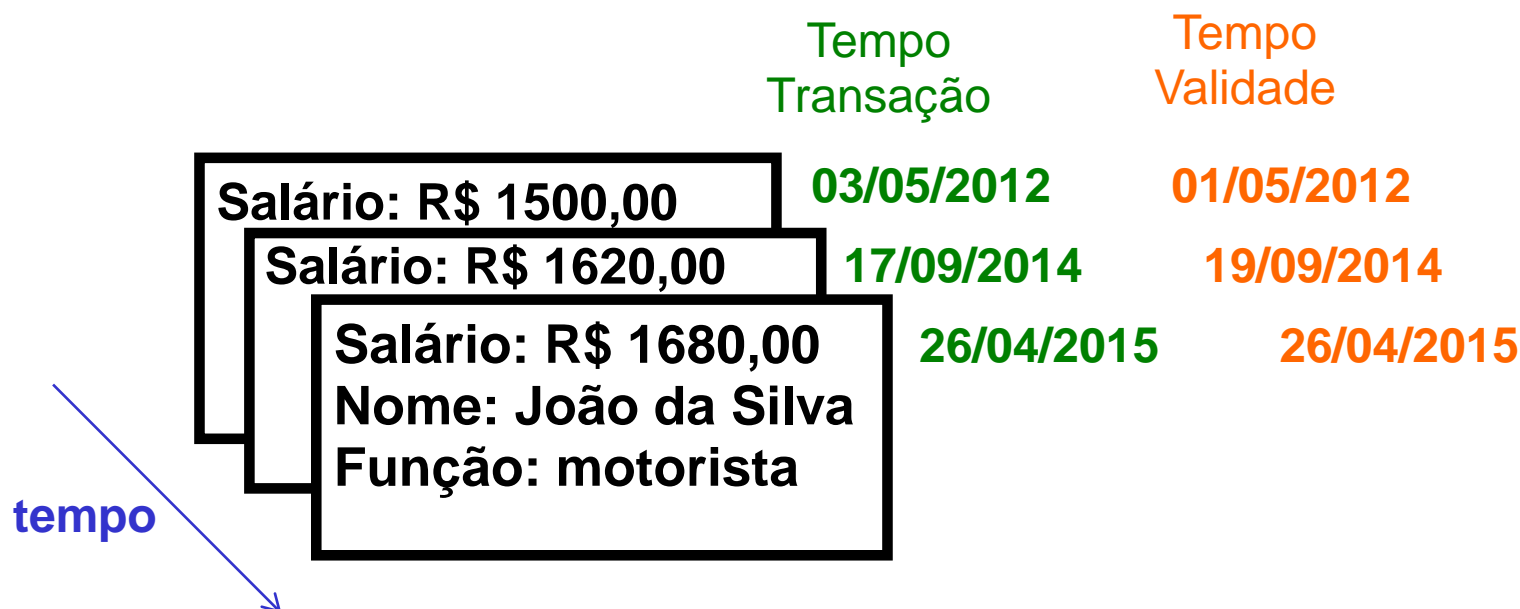
Tempo de Validade

- Tempo em que dado é válido no mundo real
 - tempo fornecido pelo usuário
 - característico de **BD de Tempo de Validade** ou **BD Histórico**



Tempo Bitemporal

- Manutenção conjunta do tempo de transação e do tempo de validade
 - não necessariamente ambos coincidem
 - característico de **BD Bitemporal**



Conceitos Principais

- BDs quanto ao tipo de tempo
- Granularidade
- Rótulos temporais
- Restrições de integridade temporais

Granularidade

- Dois aspectos a considerar em modelagens
 - granularidade temporal
 - granularidade do fato do mundo real
- Granularidade temporal (discretização)
 - duração do período de tempo (*chronon*)
 - ano, mês, dia, hora, ...
 - pode variar de dado para dado
- Granularidade do fato do mundo real
 - para qual porção do fato se deve registrar a evolução temporal
 - fato completo, alguns atributos, alguns dos seus relacionamentos, ...

Granularidade - Exemplo

Conceitos Principais

- BDs quanto ao tipo de tempo
- Granularidade
- Rótulos temporais
- Restrições de integridade temporais

Rótulos Temporais

- Formas de representação de atributos temporais
 - instante
 - intervalo
 - elemento temporal
- Constante *now*
 - indica o momento presente e separa o passado do futuro

Instante Temporal

- Representação de um **ponto** no tempo
 - relacionado à ocorrência de um evento
- Exemplos

Infrações Rodoviárias

Infrator	Local	Rodovia	Instante
João	Fpolis	SC 401	14/3/2015
Pedro	Palhoça	BR 101	18/1/2016
...

Publicações

Autor	Conferência	Instante
João	SBBD	2012
João	VLDB	2013
Ana	SBBD	2013
...

Intervalo

- Tempo decorrido **entre dois instantes**
 - composto por um conjunto finito de *chronons*
 - representado por um intervalo $[t1, t2]$
 - $t1 \leq t2$
 - $t1$ ou $t2$ podem ser *now* (intervalo com tamanho variável)
 - $t1 = \ll$ (início da contagem temporal: $-\infty$ ou um tempo predefinido)
 - $t2 = \gg$ (final da contagem temporal: $+\infty$ ou um tempo predefinido)

Intervalo – Exemplos

Empregados

<u>ID</u>	nome	salário	Início	Fim
1	João	500.00	Mai/11	Ago/12
1	João	620.00	Set/12	Mar/13
1	João	680.00	Abr/13	<i>now</i>
2	Maria	600.00	«	Mar/13
2	Maria	650.00	Abr/13	<i>now</i>
...

EscalaLimpeza

CPF	andar	Início	Fim
101	3	10/05/13	12/05/13
101	térreo	22/05/13	27/05/13
222	2	13/05/13	16/05/13
...

Elemento Temporal

- União finita de eventos ou de intervalos
 - representação mais expressiva
 - evita a fragmentação de um dado em várias tuplas, uma para cada evento ou intervalo
 - útil para modelar um fato que pode apresentar os mesmos valores em momentos distintos no tempo
 - exemplo

Publicações

Autor	Conferência	Anos
João	SBBD	2012 \cup 2014
João	VLDB	2013
Ana	SBBD	2013 \cup 2014 \cup 2015
...

Conceitos Principais

- BDs quanto ao tipo de tempo
- Granularidade
- Rótulos temporais
- Restrições de integridade temporais

Restrições Temporais (RIT)

- Restrições aplicadas a rótulos temporais
- Exemplos
 - RIT aplicada a **instantes de tempo**
 - aumentos de salário só ocorrem em FEV, JUN ou NOV
 - RIT aplicada a um **intervalo de tempo**
 - o término de uma partida de futebol só pode ocorrer 90 minutos após o seu início
 - RIT que considera **instante e intervalo de tempo**
 - o histórico do salário de um empregado (intervalos de tempo) só começa a ser registrado quando ele passar do status de *estagiário* para *efetivo* (evento)

BDT – Gerências Necessárias

- Definição de esquemas temporais
 - flexibilidade para a modelagem de conceitos temporais
 - tipo de tempo, granularidade, rótulo, ...
- Linguagem de consulta temporal
 - consultas bitemporais em qualquer tempo
- Especificação de RIs temporais
- Geração de dados históricos
 - geração automática
 - modificação de salário
 - inserção manual
 - previsões futuras

Suporte a Dados Temporais na Prática

- Suporte parcial por SGBDs tradicionais
 - exemplo1: Oracle 12c suporta tempo de validade para colunas definidas pelo usuário e consultas por tempo de validade
 - exemplo2: IBM DB2 10 suporta tempo de transação e de validade, tabelas históricas definidas pelo usuário e consultas por ambos os tempos
- Alguns protótipos acadêmicos
 - TimeDB
 - Tiger
- Importante aplicação
 - *Data Warehouse (DW)*

UFSC-CTC-INE

Curso de Sistemas de Informação

INE 5600 – Bancos de Dados III

BDT:

Manipulação de Dados

Atualização de Dados Temporais

- Modificação da história dos dados do BDT
- Premissa básica
 - atualizações preservam dados históricos
- nada é excluído! (a princípio...)
- Execução das operações depende basicamente
 - do tipo de BD
 - histórico, transação, bitemporal
 - do tipo de rótulo temporal
 - instante, intervalo ou elemento temporal

Atualização de Dados Temporais

- Não há uma política única e consolidada para gerenciamento de atualizações
- Algumas classificações de critérios
 - passado imutável ou mutável
 - pode-se modificar somente o presente ou previsões futuras OU pode-se modificar também o passado
 - conflitos de validade permitidos ou proibidos
 - se são permitidos, deve-se ajustar as validades dos dados históricos envolvidos para resolver o conflito

Exclusão de Dados

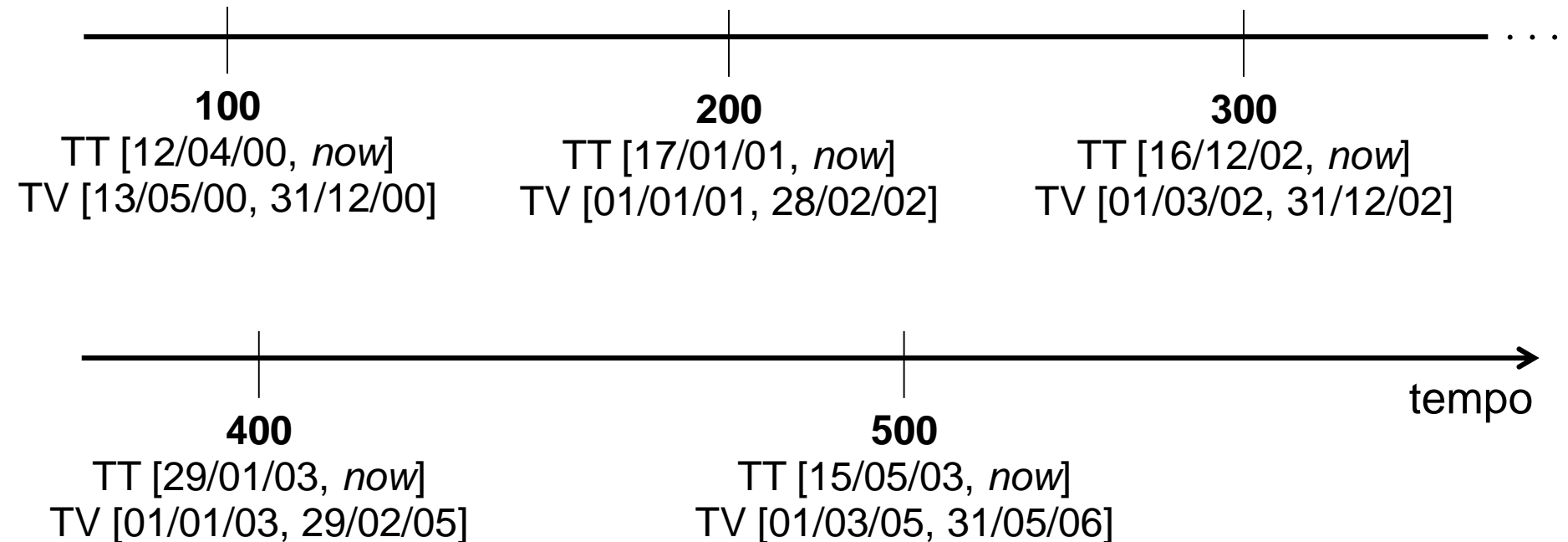
- Não remove fisicamente o dado
 - significa apenas o fim da sua validade
- Exclusão física
 - conhecida por *vacuuming*
 - executada (raramente)
 - quando a história do dado não é mais relevante para a aplicação
 - para diminuir o volume de dados

Execução de Atualizações

- Para fins de exemplo, consideraremos
 - um **BDT Bitemporal** (TT e TV)
 - tempo de validade informado pelo usuário
 - tempo de transação controlado pelo SGBDT
 - rótulo temporal do tipo **intervalo**
 - critério de atualização mais liberal
 - **passado mutável**
 - **conflitos de atualização permitidos**
 - analisaremos dois tipos de atualizações
 - **convencional** (atualiza dados válidos no presente)
 - **temporal** (atualiza dados em outros tempos)

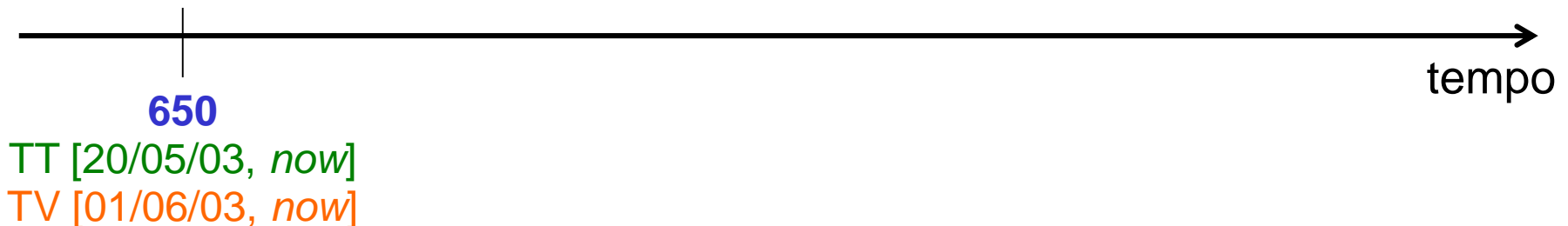
Exemplo de Contexto Temporal

- Evolução dos salários do empregado João



Inclusão Convencional

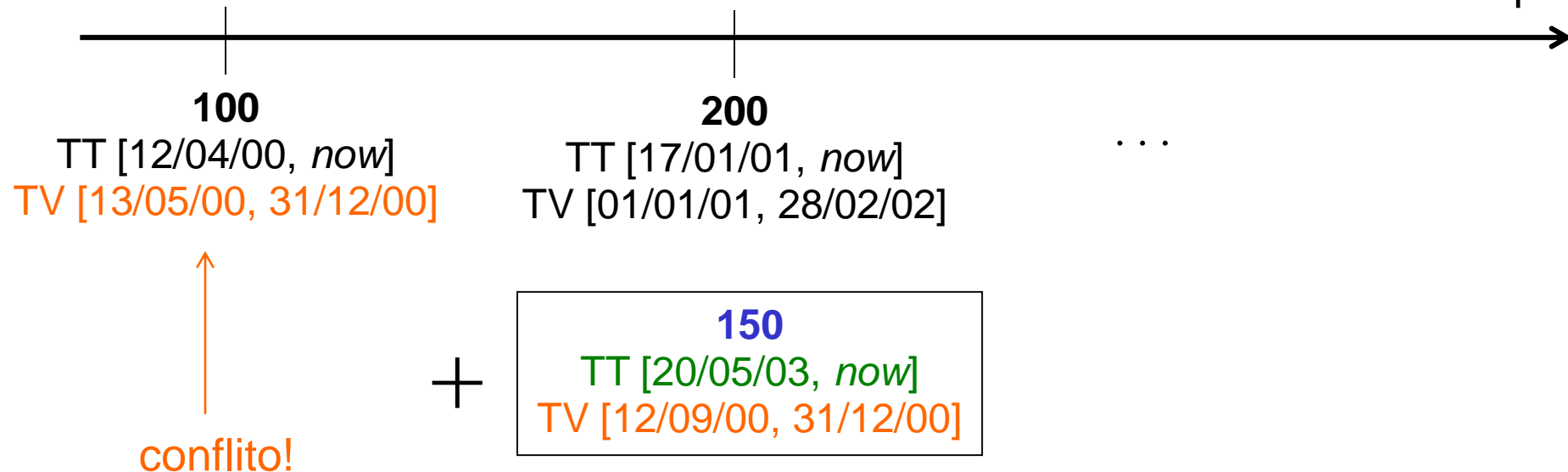
- Considerada a primeira ocorrência de um dado (no presente)
- Exemplo
 - Maria foi admitida e passa a trabalhar na empresa no próximo mês com salário de R\$ 650.00
 - observação: assumo *hoje* como 20/05/03



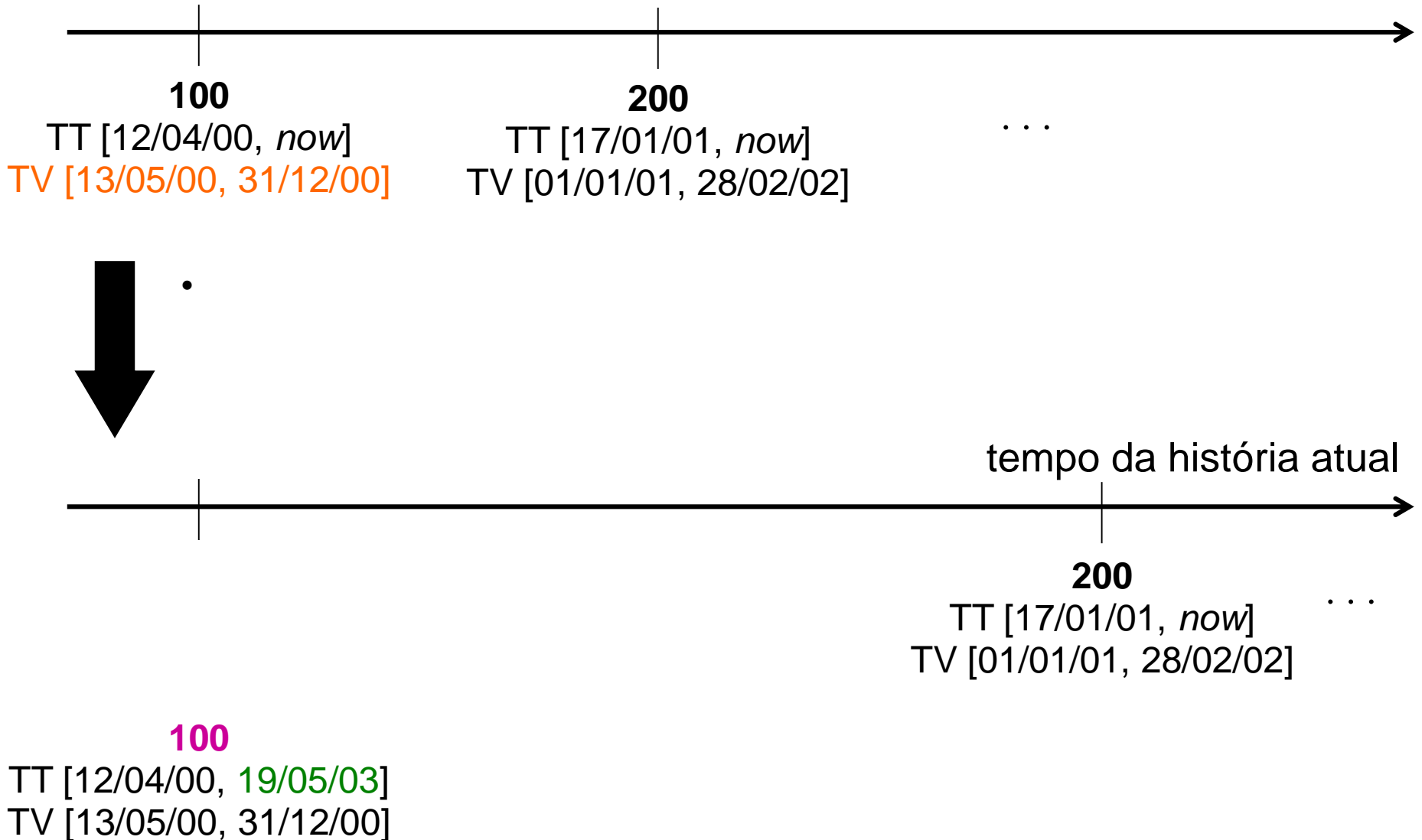
Inclusão Temporal

- Insere informações históricas sobre um dado
 - correções ou detalhamentos na história atual
- Exemplo 1
 - João recebia R\$ 150.00 no período de 12/09/00 a 31/12/00

tempo



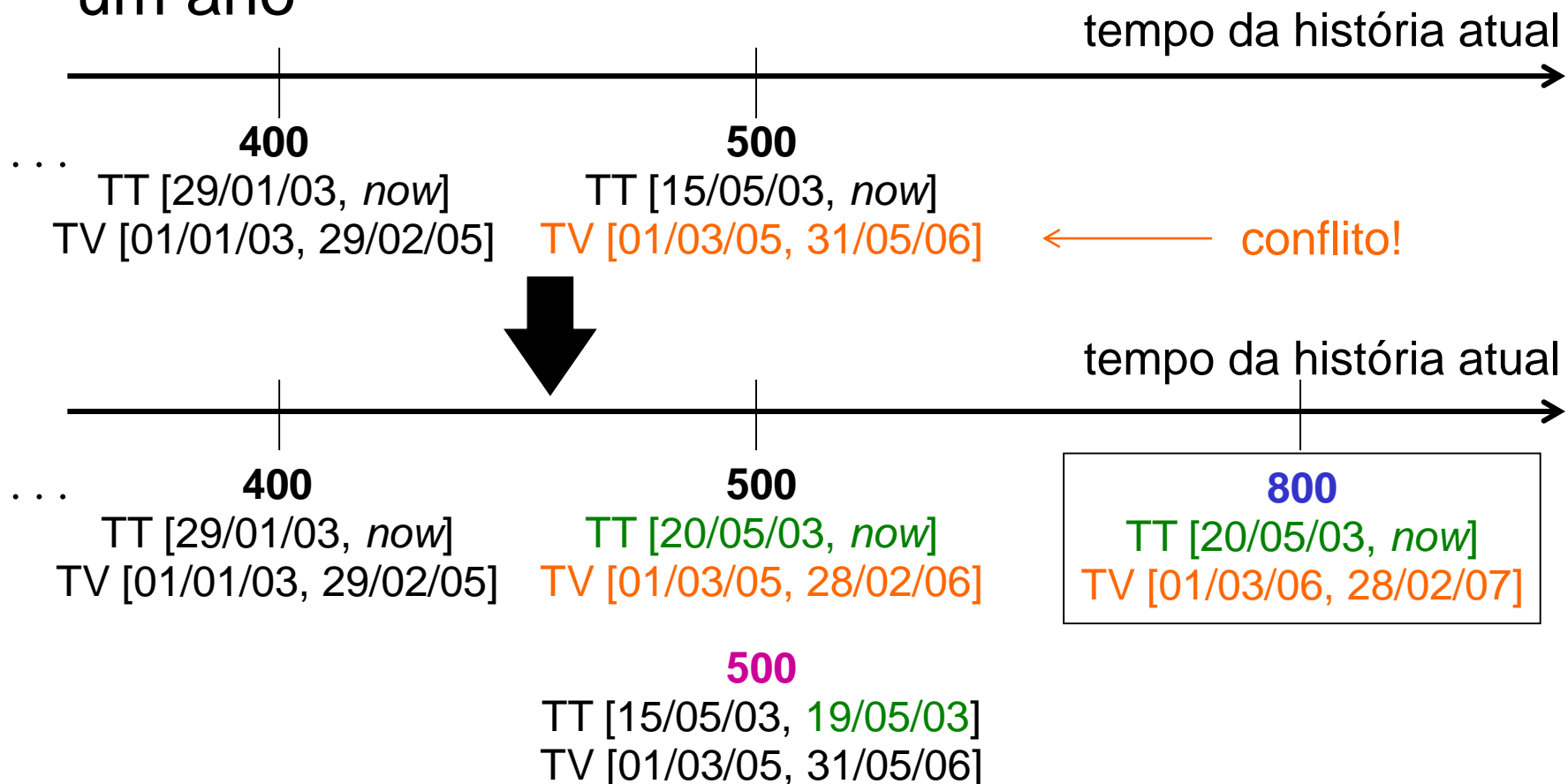
Inclusão Temporal



Inclusão Temporal

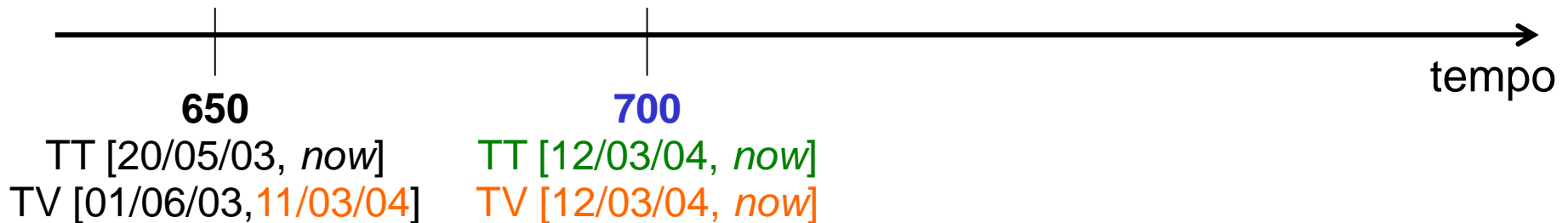
- Exemplo 2

- João receberá R\$ 800.00 a partir de 03/2006, por um ano



Alteração Convencional

- Estende o história atual do dado
 - significa final da validade dos valores correntes do dado
- Exemplo
 - Maria teve um aumento de R\$ 50.00 no salário, válido a partir de hoje (supor que hoje é 12/03/04)

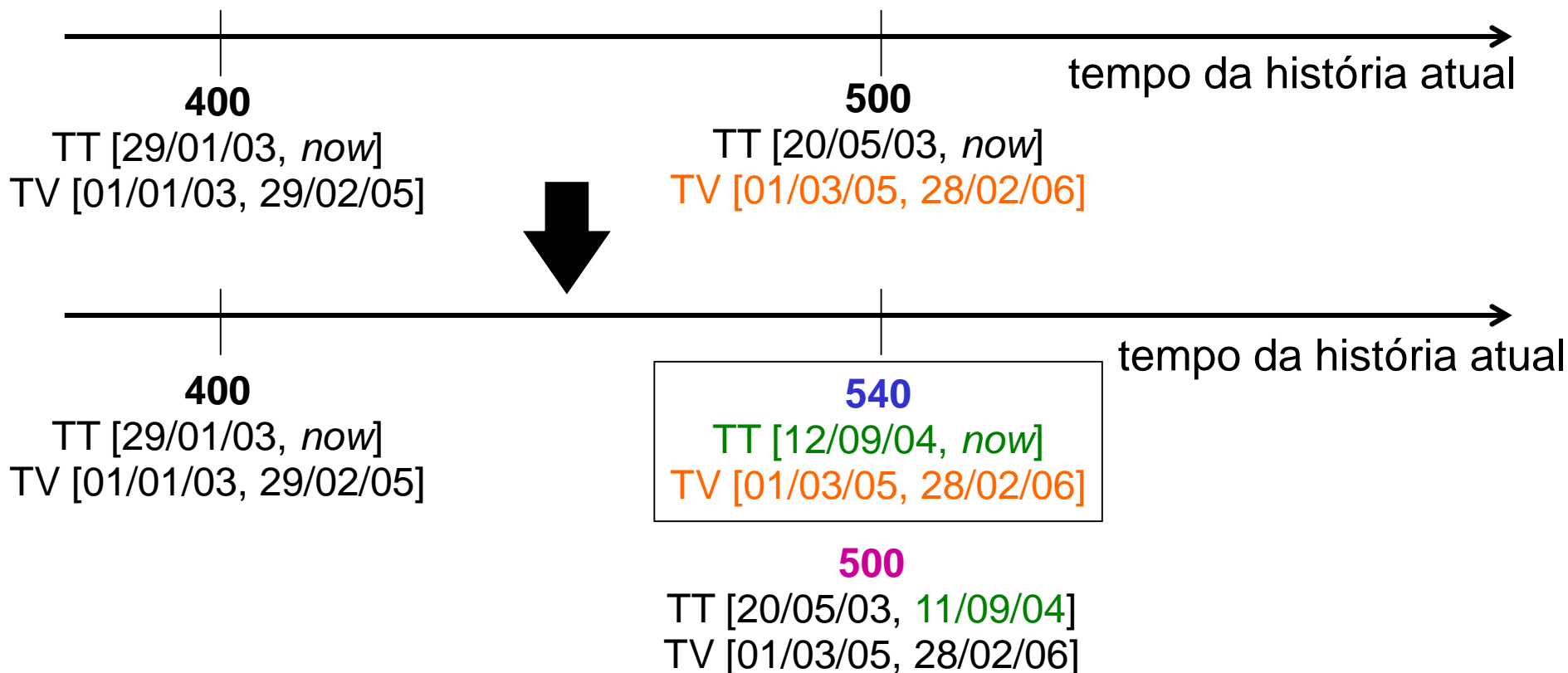


Alteração Temporal

- Preserva o história atual e a passada
- Exemplo 1

– o salário de João a partir de 01/03/05 será na verdade R\$ 540.00 (supor que hoje é 12/09/04)

- alteração do valor do dado

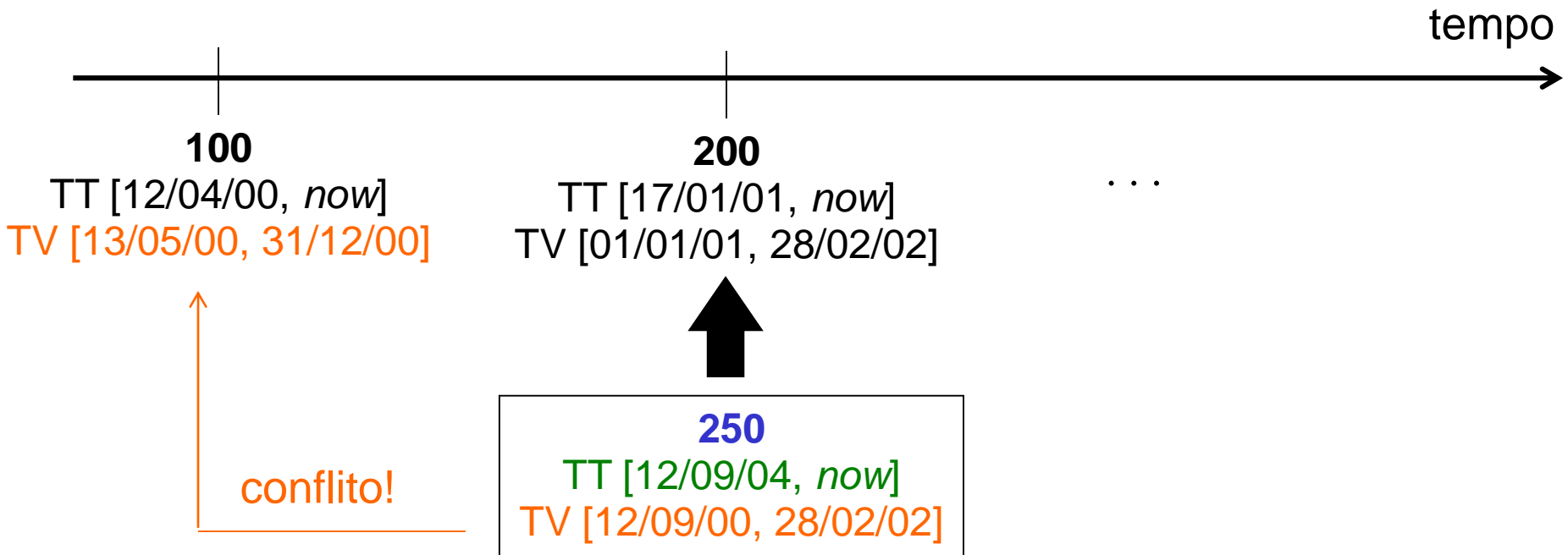


Alteração Temporal

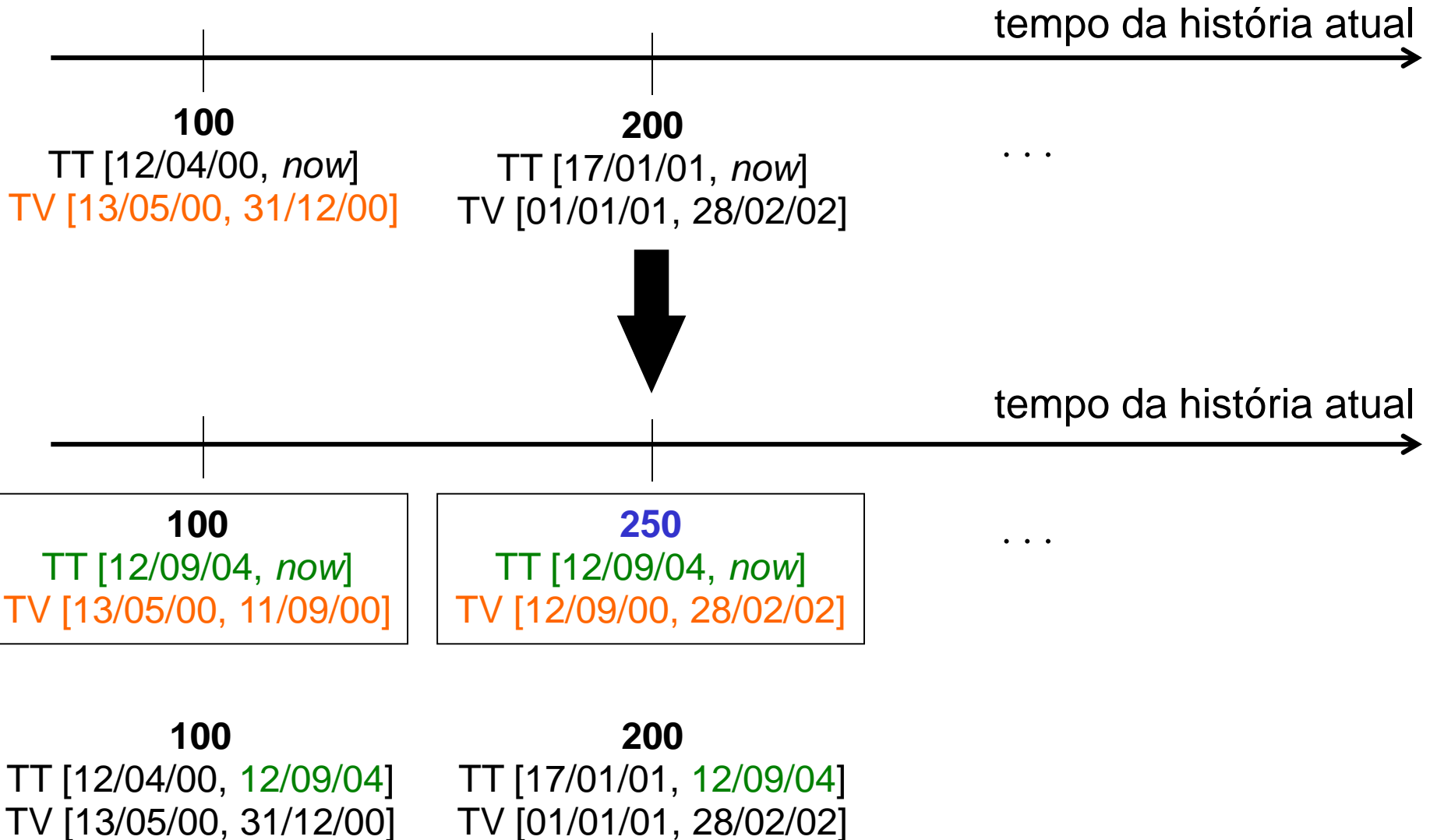
- Exemplo2

- ao invés de R\$ 200.00, João recebia R\$ 250.00 e no período de 12/09/00 à 28/02/02

- alteração do valor do dado e da validade

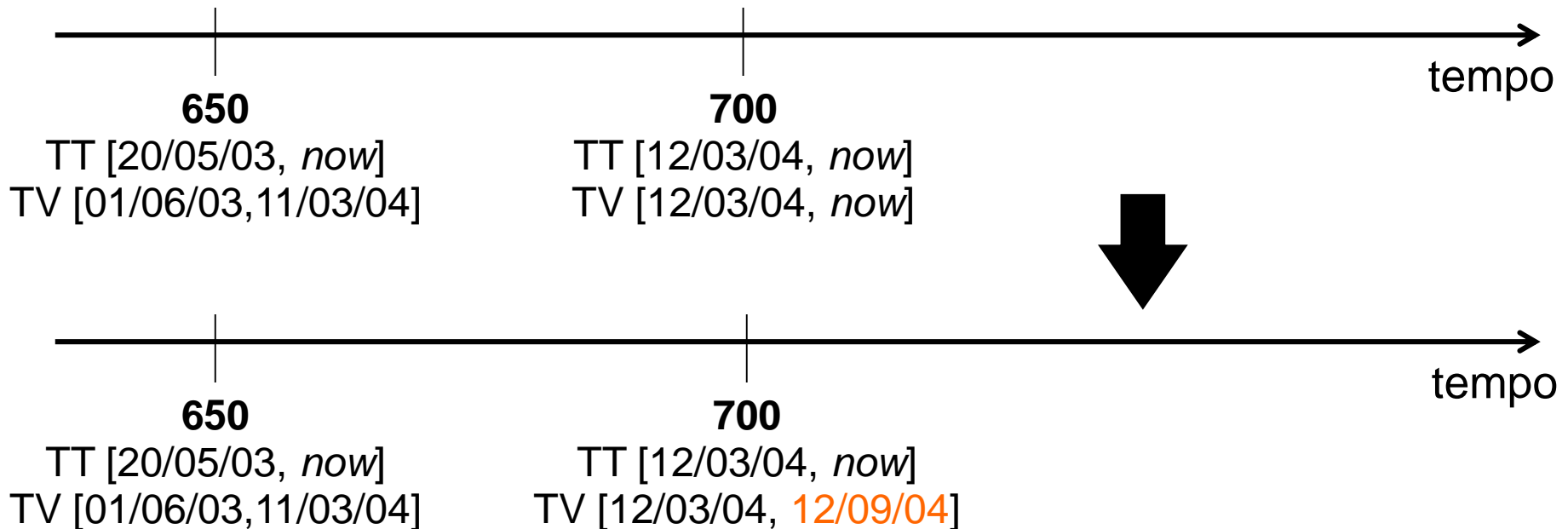


Alteração Temporal



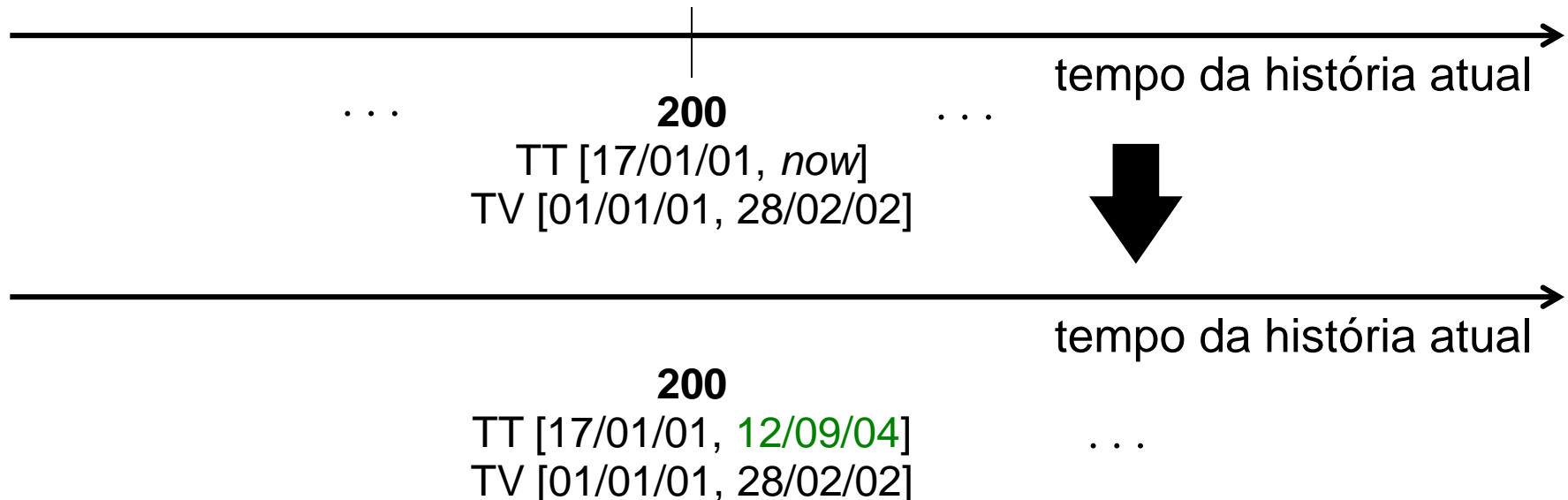
Exclusão Convencional

- Encerra o história atual do dado
 - significa final da validade do dado corrente
- Exemplo
 - Maria foi demitida hoje! (supor que hoje é 12/09/04)



Exclusão Temporal

- O dado torna-se história passada
 - significa encerrar a transação que o criou
 - geralmente deixa histórias incompletas
 - períodos em que não há valor para o dado
- Exemplo 1
 - João nunca recebeu salário de R\$ 200.00

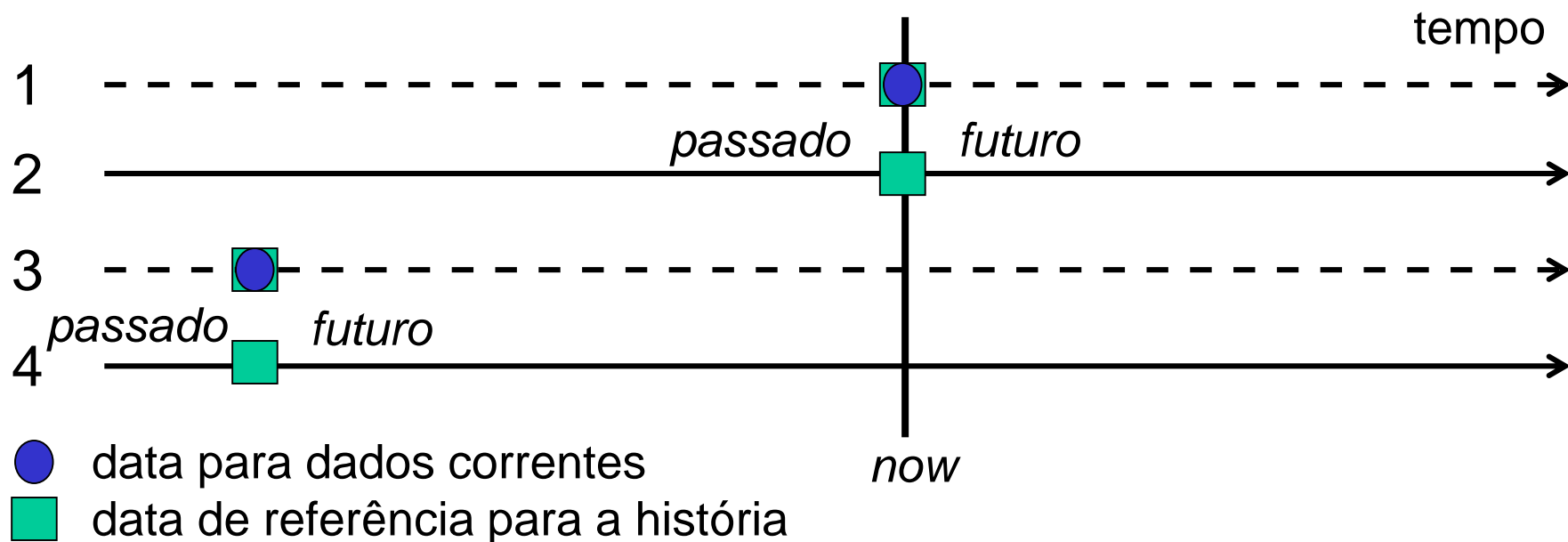


Consultas em BDT

- BDs convencionais
 - consultas a dados correntes
- BDs temporais
 - maior amplitude de consulta
 - consultas a dados em qualquer tempo
- Linguagem de Consulta temporal
 - extensão de uma linguagem convencional
 - consultas em diferentes histórias
 - manipulação de atributos e rótulos temporais

Consultas em BDTs

- Quatro possibilidades de consulta
 1. a dados correntes
 2. a dados históricos (passado e futuro)
 3. a dados correntes de uma história passada
 4. a dados históricos de uma história passada



Exemplos de Consultas

1. A dados correntes

- qual é o salário de João?

2. A dados históricos

- qual era o salário de João em 01/01/2001?

3. A dados correntes de uma história passada

- qual era o salário de João, considerando o que se acreditava como verdadeiro em 20/05/2001?

4. A dados históricos de uma história passada

- qual era o salário de João em 01/01/2001, considerando o que se acreditava como verdadeiro em 20/05/2001?

Definição de Consultas

- Resultados de consultas
 - atributos convencionais (saída de dados)
 - rótulos de tempo (saída temporal)
 - ambos (saída mista)
- Filtragem (seleção) de dados
 - exige operadores temporais adicionais
 - ordem (antes, depois), agora, no intervalo, no instante, ...
 - filtragens podem considerar um período de tempo desejado (TV) e/ou um deslocamento no tempo (TT)

Exemplos de Consultas

- Saída de dados + filtragem por instante de tempo
 - qual o salário de João em 01/01/2000?
- Saída temporal + filtragem com ordem
 - quais os períodos de validade dos salários dos empregados que foram contratados depois de João?
- Saída mista + filtragem por período de tempo
 - quais os salários que João já recebeu e seus períodos de validade, para os anos de 2001 a 2003?

Linguagem TSQL2

- Linguagem temporal de maior consenso
 - proposta em 1995 por uma equipe internacional de pesquisadores
 - extensão da linguagem SQL2
- modelo relacional estendido com rótulos temporais
 - URL: <http://www.cs.arizona.edu/people/rts/tsql2.html>
- Características principais
 - adequada à BD bitemporal (TT e TV)
 - suporta rótulos instante e intervalo temporal

Definição de Tabelas

- Possibilidade de criação de tabelas não-temporais e temporais
- Sintaxe
 - o *chronon* do tempo de transação é definido pelo SGBDT

Exemplos

Inclusão de Dados

- Sintaxe
- *Defaults*
 - intervalo
 - [data_corrente, *now*]
 - evento
 - data_corrente

Exemplos

← inclusão no presente

Exclusão de Dados

- Sintaxe
- Quando a cláusula **VALID** é usada
 - deseja-se remover dados históricos que se encontram dentro do período ou casam com o instante de tempo declarado

Exemplos

← exclusão de dados correntes

Alteração de Dados

- Sintaxe
- Uso da cláusula VALID
 - modificação da validade do dado

Exemplos

- João recebeu R\$ 380.00 entre 16/05/01 e 31/12/02
 - atualização de validade
- No período de 16/05/01 a 31/12/02, João recebia R\$ 350.00
 - atualização de dado

Consultas Conconvencionais

- Consultas sobre dados correntes
 - válidos no presente

exibe atributos temporais por *default*



não exibe atributos temporais



Busca de Atributos Temporais

← instante

início de validade



Cláusulas Temporais

- INTERSECT

- intersecção no tempo

- OVERLAPS

- sobreposição no tempo

- PRECEDS / BEFORE

- precede no tempo

- FOLLOWS / AFTER

- sucede no tempo

- MEETS

- “casa” (encontro no tempo)

- ... (para todos, exige-se *chronons* iguais)

Exemplos

- Nomes de empregados que trabalhavam na empresa no ano 2001
- CPFs de empregados que publicaram antes das publicações no SBBD 2002

Retorno a Histórias Passadas

- Consultas envolvendo tempo de transação
 - qual era o salário de João de Silva que se acreditava como válido em 20/05/1995?

Vacuuming