Tipos Básicos de Dados

TIPOS INTEIROS

Judson Santos Santiago

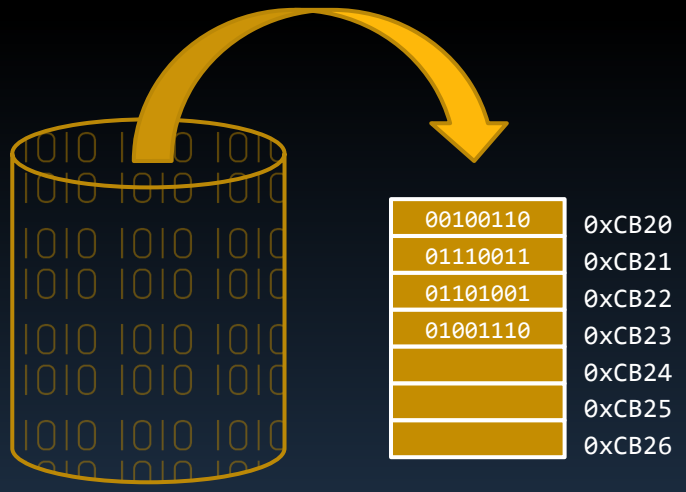
Introdução

- Computadores trabalham com diversos tipos de dados:
  - Texto (letras, números, pontuação, etc.)
  - Números (naturais, reais, complexos, etc.)
  - Áudio (wav, mp3, ogg, etc.)
  - Imagem (bmp, jpg, gif, png, tga, etc.)
  - Vídeo (avi, mpg, wmv, etc.)

- Todos estes dados são representados pelo computador como um conjunto de bits

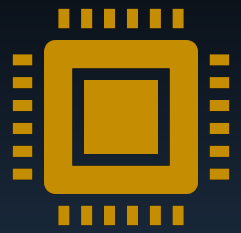
Introdução

- Os dados são gravados em unidades de armazenamento e carregados na memória para execução



HDD / SSD

Memória



A CPU só trabalha com dados que estão na memória

Introdução

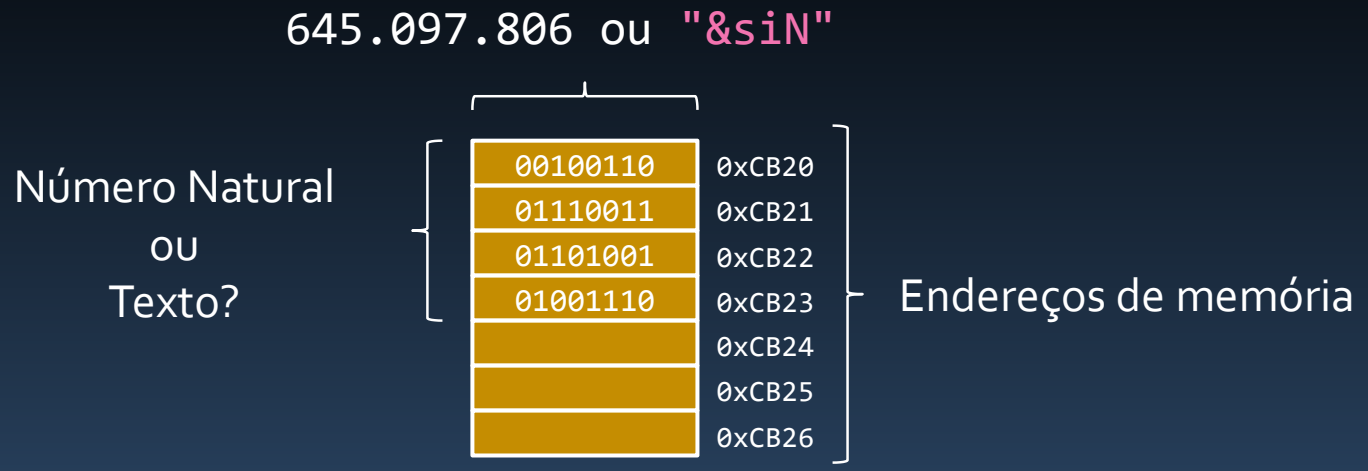
- Os programas obtêm dados:
  - Lendo-os da unidade de armazenamento
  - Transferindo-os para a memória

  opcional
  - Lendo-os da entrada (teclado) para a memória
- Os programas geram dados:
  - Armazenando-os na memória
  - Transferindo-os da memória para arquivos

  opcional
  - Escrevendo-os na saída (tela)

Introdução

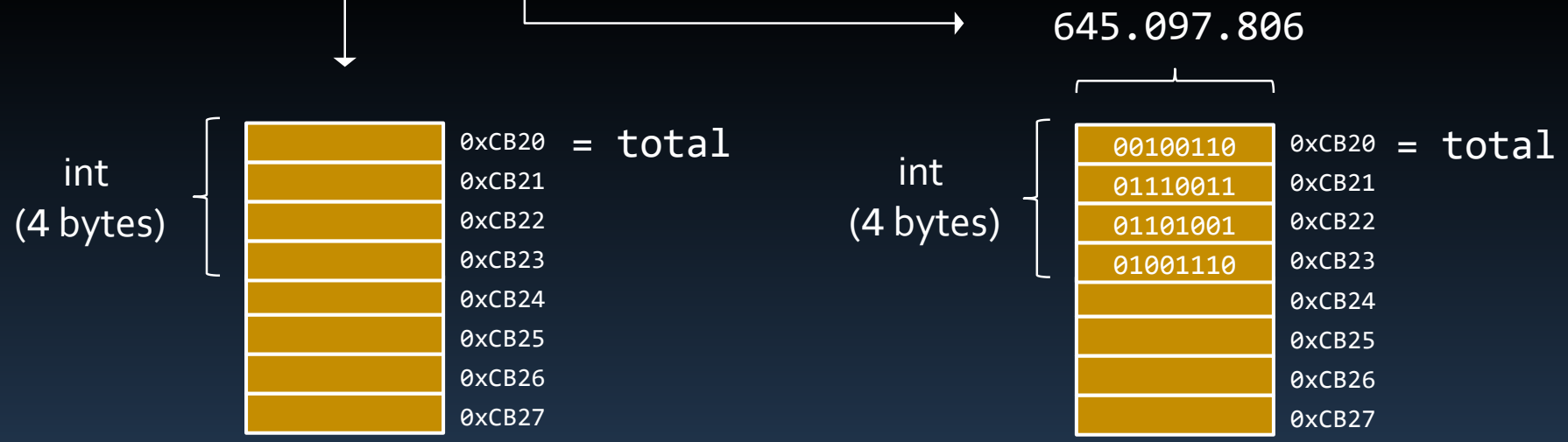
- Para guardar dados na memória um programa precisa definir:
  1. Onde os dados serão guardados
  2. Que tipo de dado será armazenado
  3. O valor a ser armazenado



Introdução

- A criação de variáveis fornece as informações necessárias

```
int total;           // declaração de variável
total = 645097806;   // atribuição de valor
```



Introdução

- Toda variável precisa de:
  - Um nome: um rótulo para uma posição de memória
  - Um tipo: define o que pode ser guardado naquela variável
  - Um valor: é fornecido através da instrução de atribuição de valor

Nomes de Variáveis

- C++ impõe as seguinte regras:
  - Os caracteres válidos são caracteres do alfabeto, dígitos numéricos e o caractere sublinhado

```
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
0123456789
_
```

  - O primeiro caractere de um nome não pode ser um dígito numérico

```
int 4ever; X
int 7a1;   X
```

Nomes de Variáveis

- C++ impõe as seguinte regras:
  - Caracteres maiúsculos são diferentes de caracteres minúsculos

```
int total;     // variável válida
int Total;     // outra variável diferente
```

  - Uma palavra-chave não pode ser usada

```
int using;     X
int return;    X
```

Nomes de Variáveis

- C++ impõe as seguinte regras:
  - Nomes iniciando com um ou dois sublinhados são reservados para a implementação do compilador

```
int _tamanho;  // reservado, deve-se evitar
int __inicio;  // reservado, deve-se evitar
```

  - Usando um nome de variável como _tamanho ou __inicio não constitui um erro, mas o comportamento do compilador é indefinido

Nomes de Variáveis

- Em C++ não existe limite para o tamanho de um nome

```
// nome grandes são permitidos
int custoDeManutencaoDoSistemaPorHoradeFuncionamento;
```

  - A linguagem C reconhece apenas os 63 primeiros caracteres
  - A linguagem C++ estimula a utilização de nomes significativos
    - Use `custo_da_viagem` ou `custoDaViagem`
    - No lugar de `x` ou `custo`

Nomes de Variáveis

- Existem vários estilos para nomear variáveis
  - Usar iniciais maiúsculas ou sublinhado é o mais comum

```
int total_geral;  // estilo antigo usado em C
int totalGeral;   // tendência mais moderna do C++
```

  - Alguns estilos usam um prefixo para indicar o tipo da variável (Hungarian Notation)

```
int xlMax;     // xl indica posição x do layout
int xwMax; // xw indica posição x da window

int iMax;      // i indica um número inteiro
```

Tipos de Dados

- Os tipos básicos de dados se distinguem pela natureza dos valores armazenados:
  - Tipo Inteiro: números inteiros positivos e negativos.
    Ex.: `30; -20; 0; -1; 390065`
  - Tipo Caractere: letras, símbolos, números, pontuação.
    Ex.: `a, x, k, {, ], !, $, 3, #`
  - Tipo Ponto-Flutuante: números reais positivos e negativos.
    Ex.: `1.25; -30.54; 0.003; 2x10`$^{-8}$
  - Tipo Booleano: verdadeiro ou falso.
    Ex.: `true, false, 0, 1`

Tipos Inteiros

- Inteiros são números sem parte fracionária
  - Exemplo: `2, 98, -5286, 0`
  - Existem infinitos números inteiros, nenhuma memória de computador pode representar todos os inteiros possíveis
  - Uma linguagem representa apenas um subconjunto destes números

- C++ oferece vários tipos inteiros
  - Eles diferem pela quantidade de memória utilizada

Tipos Inteiros

- A unidade fundamental do computador é o bit
  - Representa os valores 0 ou 1

8 bits
representam
256 valores

1 bit	2 bits	3 bits
0 - 0	00 - 0	000 - 0
1 - 1	01 - 1	001 - 1
	10 - 2	010 - 2
	11 - 3	011 - 3
		100 - 4
		101 - 5
		110 - 6
		111 - 7

Cada bit adicional duplica a capacidade de armazenamento.

Tipos Inteiros

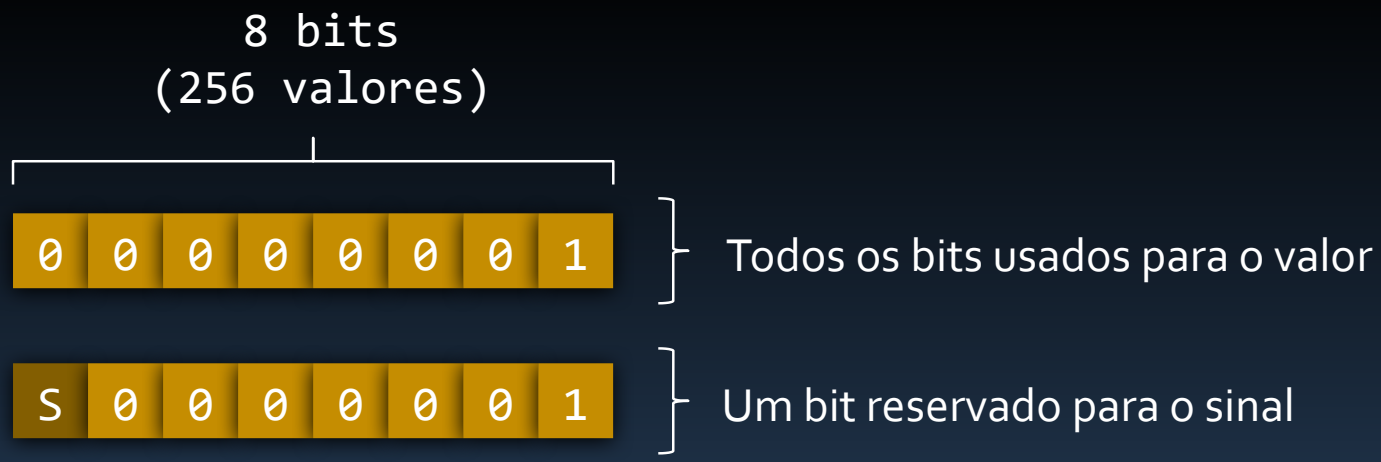
- Um byte corresponde a 8 bits de memória

1 byte = 8 bits

  - 8 bits (1 byte) representam 256 valores
  - 16 bits (2 bytes) representam 65.536 valores
  - 32 bits (4 bytes) representam 4.294.672.296 valores
  - 64 bits (8 bytes) representam 18.446.744.073.709.661.615 valores

Tipos Inteiros

- Um conjunto de bits pode representar números:
  - Apenas positivos ou
  - Positivos e negativos



Tipos Inteiros

- Os tipos inteiros da linguagem C++ são:
  - char (8 bits)
  - short int (16 bits)
  - int (32 bits)
  - long int (32 bits)
  - long long int (64 bits)

- Todos os tipos inteiros são tipos com sinal, ou seja, podem representar números positivos e negativos

Tipos Inteiros

- Os tipos derivados do int podem ser encurtados
  - short int
  - int
  - long int
  - long long int

Dificilmente se encontra a forma longa em códigos C++ mas elas podem ser usadas.

```
short placar;          // variável de tipo short int
int temperatura;       // variável de tipo int
long posicao;          // variável de tipo long int
long long populacao;   // variável de tipo long long int
```

Tipos Inteiros

- Não existe uma padronização da quantidade de bits que os tipos inteiros devem usar em cada plataforma
  - O padrão da linguagem C++ estipula apenas tamanhos mínimos:
    - short é pelo menos 16 bits
    - int é pelo menos tão largo quanto short
    - long é pelo menos 32 bits e tão largo quanto int
    - long long é pelo menos 64 bits e tão largo quanto long

Tipos Inteiros

- Muitos sistemas usam os valores mínimos para: short (16 bits) e long long (64 bits)

- Porém existem várias possibilidades para o `int`:
  - int tem 16 bits (o mesmo que short) para as implementações antigas do PC: DOS, Windows 3.11, OS2
  - int tem 32 bits (o mesmo que long) para as implementações mais recentes: Windows 10, Linux, MacOS

Tipos Inteiros

- E existem várias possibilidades para o `long`:
  - `long` tem 32 bits (o mesmo que `int`):
    - Windows (32 bits e 64 bits)
    - Linux (32 bits), MacOS (32 bits)
  - `long` tem 64 bits (o mesmo que `long long`):
    - Linux (64 bits), MacOS (64 bits)

- Existem sobreposições por razões históricas
  - Tentativa de manter compatibilidade entre sistemas

Tipos Inteiros

- Para saber o tamanho dos tipos inteiros em uma determinada plataforma pode-se utilizar:
  - O operador sizeof
    - Ele retorna o número de bytes ocupados por um tipo ou uma variável
  - O arquivo de cabeçalho climits
    - Contém informações sobre os limites dos tipos inteiros:
      - INT_MAX: o maior valor int possível
      - INT_MIN: o menor valor int possível

Tipos Inteiros

```
#include <iostream>
#include <climits>
using namespace std;

int main()
{
    int n_int = INT_MAX;
    short n_short = SHRT_MAX;
    long n_long = LONG_MAX;
    long long n_llong = LLONG_MAX;

    cout << "short tem " << sizeof n_short << " bytes." << endl;
    cout << "int tem " << sizeof(int) << " bytes." << endl;
    cout << "long tem " << sizeof n_long << " bytes." << endl;
    cout << "long long tem " << sizeof n_llong << " bytes.\n" << endl;

    cout << "Valores Máximos:\n";
    cout << "short: " << n_short << endl;
    cout << "int: " << n_int << endl;
    cout << "long: " << n_long << endl;
    cout << "long long: " << n_llong << endl << endl;
}
```

Tipos Inteiros

- A saída do programa usando o compilador Borland C++ no MS-DOS:

```
short tem 2 bytes.
int tem 2 bytes.
long tem 4 bytes.
long long tem 8 bytes.


Valores Maximos:
short: 32767
int: 32767
    long: 2147483647
long long: 9223372036854775807
```

Tipos Inteiros

- A saída do programa usando o compilador Visual C++ no Windows 10:

```
short tem 2 bytes.
int tem 4 bytes.
long tem 4 bytes.
long long tem 8 bytes.

Valores Máximos:
short: 32767
int: 2147483647
    long: 2147483647
long long: 9223372036854775807
```

Tipos Inteiros

- A saída do programa usando o compilador g++ no Linux:

```
short tem 2 bytes.
int tem 4 bytes.
long tem 8 bytes.
long long tem 8 bytes.

Valores Máximos:
short: 32767
int: 2147483647
    long: 9223372036854775807
long long: 9223372036854775807
```

O Operador sizeof

- O operador sizeof pode trabalhar tanto com tipos quanto com variáveis

```
cout << "int tem " << sizeof(int) << " bytes." << endl;
cout << "short tem " << sizeof n_short << " bytes." << endl;
```

- Os parênteses são obrigatórios quando o operando é um tipo
- Os parênteses são opcionais quando o operando é um nome de variável

O Arquivo climits

- O arquivo de cabeçalho climits define constantes simbólicas

Constante	Representa
SHRT_MAX	Valor máximo para **short**
SHRT_MIN	Valor mínimo para **short**
INT_MAX	Valor máximo para **int**
INT_MIN	Valor mínimo para **int**
LONG_MAX	Valor máximo para **long**
LONG_MIN	Valor mínimo para **long**
LLONG_MIN	Valor mínimo para **long long**
LLONG_MAX	Valor máximo para **long long**

Constantes Simbólicas

- O arquivo climits contém linhas como esta:

```
#define INT_MAX 2147483647
#define INT_MIN -2147483648
```

- `#define` é uma outra diretiva de pré-processamento
  - Ela funciona como um "localizar e substituir"
    - O pré-processador procura pelas ocorrências de `INT_MAX` no código fonte e substitui por 21476483647

Constantes Simbólicas

```
// horasseg.cpp – converte horas em segundos
#include <iostream>
using namespace std;

#define SEGPORHORA 3600

int main()
{
    cout << "Digite uma quantidade de tempo em horas: ";
    int horas;
    cin >> horas;

    int segundos = horas * SEGPORHORA;
    cout << "Isso equivale a " << segundos << " segundos.\n";
    return 0;
}
```

Inicialização de Variáveis

- A inicialização combina a declaração com a atribuição de valor em uma única instrução

```
int n_int = INT_MAX;
```

- A inicialização pode ser feita com constantes, variáveis e expressões

```
int alunos = 5;
int alunas = alunos;
int cadeiras = alunos + alunas + 4 + converte(10);
```

Inicialização de Variáveis

- C++ possui formas alternativas para inicializar variáveis que não são válidas em C

```
int num = 101;      // válido em C/C++
int num(101);       // válido somente em C++
int num = {101};    // válido a partir do C++11
int num{101};       // válido a partir do C++11
```

- Uma variável não inicializada contém um valor indefinido (lixo da memória)

```
short ano; // valor indefinido
cout << ano;   // mostrará lixo da memória
```

Tipos Sem Sinal

- Cada um dos tipos inteiros possui uma versão sem sinal que guarda apenas números positivos

```
unsigned short tam;       // tipo unsigned short
unsigned int mesas;       // tipo unsigned int
unsigned alunos;          // mesmo que unsigned int
unsigned long cadeiras;   // tipo unsigned long
unsigned long long pop;   // tipo unsigned long long
```

  - Eliminando os negativos sobra mais espaço para os positivos:
    - short representa números de -32768 a 32767
    - unsigned short representa números de 0 a 65535

Overflow e Underflow

```
#include <iostream>
#include <climits>
using namespace std;

int main()
{
    short pedro = SHRT_MAX;
    unsigned short maria = SHRT_MAX;

    cout << "Pedro tem " << pedro << " Reais." << endl;
    cout << "Maria tem " << maria << " Reais." << endl;

    cout << endl << "Adicionando 1 Real para cada um..." << endl << endl;
    pedro = pedro + 1;
    maria = maria + 1;

    cout << "Agora Pedro tem " << pedro << " Reais." << endl;
    cout << "Agora Maria tem " << maria << " Reais." << endl;
}
```

Overflow e Underflow

- A saída do programa:

```
Pedro tem 32767 Reais.
Maria tem 32767 Reais.

Adicionando 1 Real para cada um...

Agora Pedro tem -32768 Reais.
Agora Maria tem 32768 Reais.
```

Overflow e Underflow

```
#include <iostream>
#include <climits>
#define ZERO 0
using namespace std;
int main()
{
    short pedro = ZERO;
    unsigned short maria = ZERO;

    cout << "Pedro tem " << pedro << " Reais." << endl;
    cout << "Maria tem " << maria << " Reais." << endl;

    cout << endl << "Tirando 1 Real de cada um..." << endl << endl;
    pedro = pedro - 1;
    maria = maria - 1;

    cout << "Agora Pedro tem " << pedro << " Reais." << endl;
    cout << "Agora Maria tem " << maria << " Reais." << endl;
}
```

Overflow e Underflow

- A saída do programa:

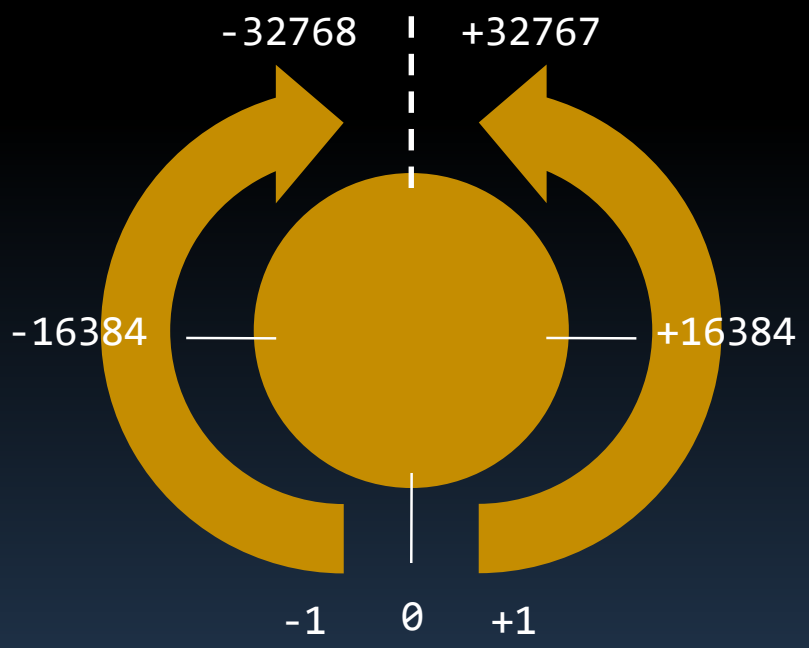
```
Pedro tem 0 Reais.
Maria tem 0 Reais.

Tirando 1 Real de cada um...

Agora Pedro tem -1 Reais.
Agora Maria tem 65535 Reais.
```

Overflow e Underflow

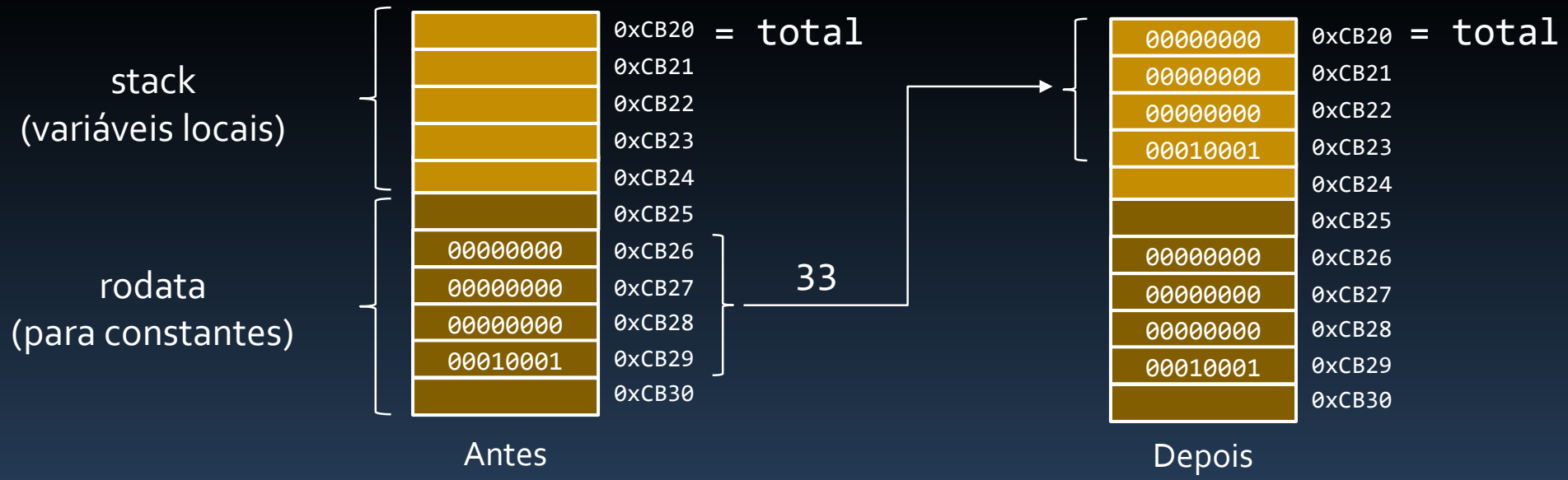
- Os tipos inteiros se comportam como um odômetro analógico



Constantes Inteiras

- Uma constante também ocupa espaço na memória

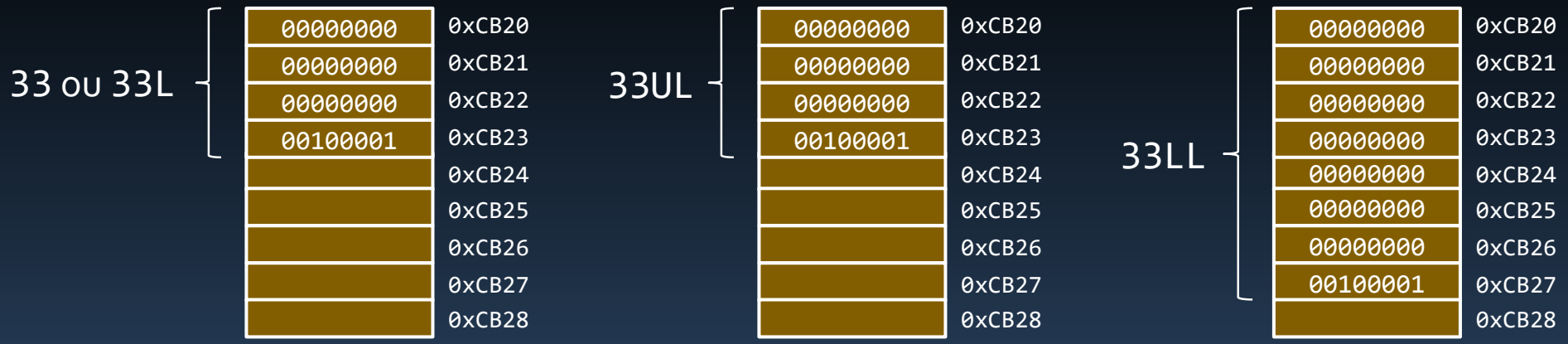
```
int total;      // declaração de variável
total = 33;     // atribuição de valor
```



Constantes Inteiras

- É possível indicar a quantidade de espaço a ser usado

```
int total = 33;     // constante int
int total = 33L;    // constante long
int total = 33UL;   // constante unsigned long
int total = 33LL;   // constante long long
```



Constantes Inteiras

- Por que o programa abaixo não exibe o resultado correto?

```
//
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
	int total = 100000000 + 200000000;
	int multi = 100000000 * 200000000;

	cout << "Total: " << total << endl;
	cout << "Multi: " << multi << endl;

	return 0;
}
```

Qual Tipo Inteiro Escolher?

- Com essa variedade de tipos disponíveis na linguagem C++, quando usar cada tipo?
  - int normalmente oferece o melhor desempenho
  - Use unsigned para valores que nunca podem ser negativos
  - Se compatibilidade com plataformas antigas é importante, utilize long para representar valores maiores que 32767
  - Utilize short apenas para conservar memória, especialmente em um vetor de inteiros
  - Se 2 bilhões é pouco, use long long

Qual Tipo Inteiro Escolher?

Tipos Inteiros	Bits	Faixa
short	16	-32.768 a 32.767
unsigned short	16	0 a 65.535
int	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647
unsigned int	32	0 a 4.294.967.295
long	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647
unsigned long	32	0 a 4.294.967.295
long long	64	-9.223.372.036.854.775.808 a 9.223.372.036.854.775.807
unsigned long long	64	0 a 18.446.744.073.709.661.615

Tabela válida para o compilador do Visual Studio no Windows (x86 e x64)

Resumo

- A linguagem C++ conta com diversos tipos de dados para representar valores inteiros:
  - short (16 bits)
  - int (16, 24 ou 32 bits)
  - long (32 bits ou 64 bits)
  - long long (64 bits)
- Cada um destes tipos possui uma versão com sinal (signed) e outra sem sinal (unsigned)