Objetos Distribuídos

- Java RMI
- CORBA

Objetos Distribuídos

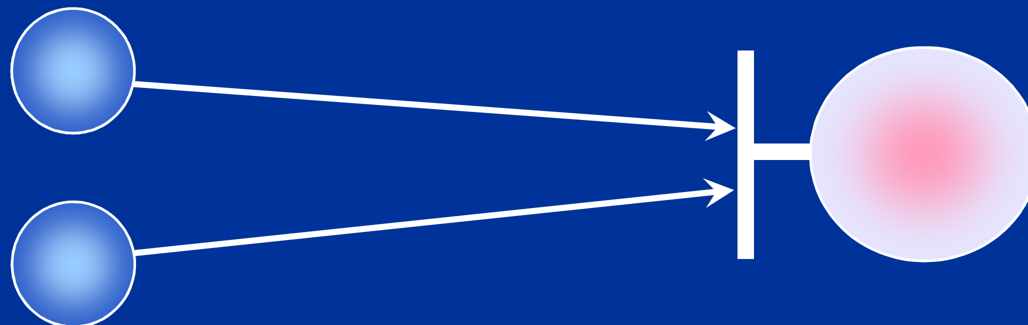
- Orientação a Objetos
  - Encapsulamento:
    - Parte interna (privada) dos objetos
      - Implementação: métodos
      - Estado: atributos, variáveis, constantes e tipos
    - Parte externa (pública) dos objetos
      - Interface: conjunto bem definido de métodos públicos que podem ser acessados externamente

Objetos Distribuídos

- Orientação a Objetos (cont.)
  - Herança: de interfaces e implementações
  - Polimorfismo: a mesma interface pode ter várias implementações
  - Interação entre objetos
    - Troca de mensagens (chamadas de métodos)
    - Mensagens podem ser locais ou remotas
      - Mensagens locais: objetos no mesmo espaço de endereçamento
      - Mensagens remotas: objetos em máquinas diferentes → distribuídos!

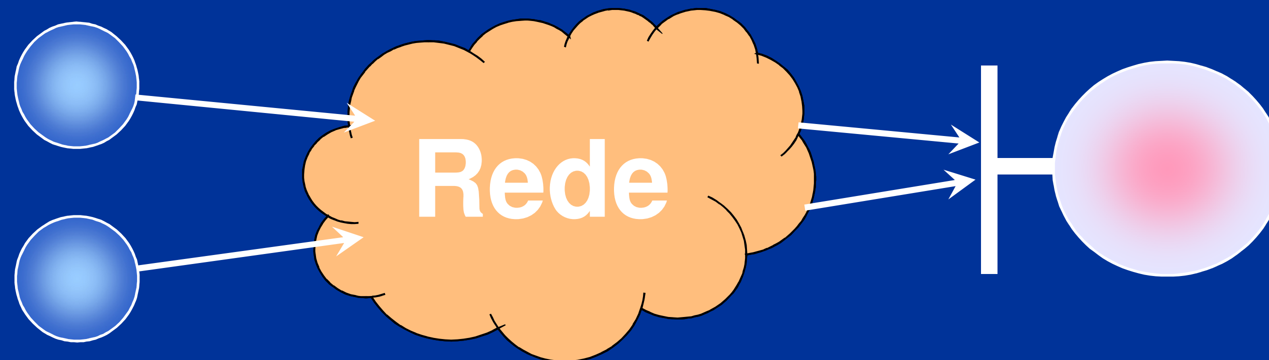
Objetos Distribuídos

- Orientação a Objetos (cont.)
  - Referência do objeto → Ponteiro de memória
  - O acesso ao estado do objeto é feito através dos métodos da interface (única parte visível do objeto)
  - Implementação independente da interface
  - Métodos são acessados por outros objetos



Objetos Distribuídos

- Objetos Distribuídos
  - Interagem através da rede
  - Colaboram para atingir um objetivo
  - Fornecem serviços (métodos) uns aos outros
  - Apenas a interface do objeto é visível
  - Referência do objeto possui endereço de rede



Objetos Distribuídos

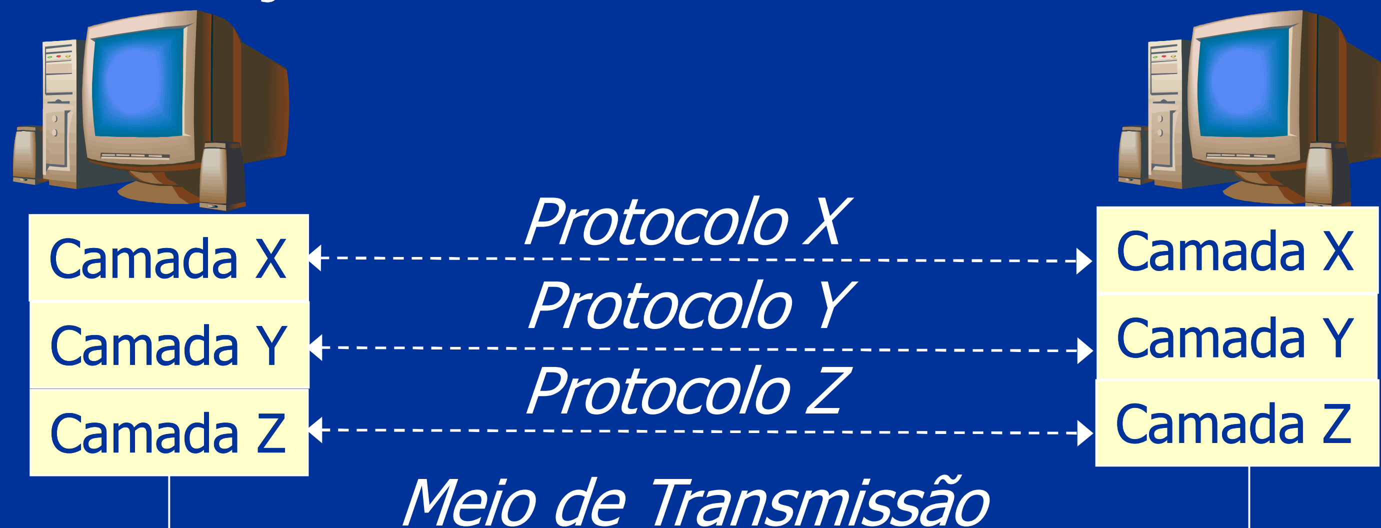
- Problemas
  - Como compartilhar referências de objetos?
  - Como gerenciar o ciclo de vida dos objetos?
  - Como gerenciar o acesso concorrente aos objetos?
  - Como trabalhar num ambiente heterogêneo?
    - Máquinas podem ter arquiteturas diferentes
    - Máquinas podem estar em redes diferentes
    - Máquinas podem rodar S.O.'s diferentes
    - Objetos podem ser implementados em linguagens diferentes

Objetos Distribuídos

- Problemas (cont.)
  - Comunicação não confiável e não-determinista: depende da dinâmica do sistema e da rede
  - Custo da comunicação: latência e largura de banda são fatores críticos em aplicações de tempo real, multimídia, etc.
  - Comunicação insegura: sem controle de autorização e sem proteção das mensagens

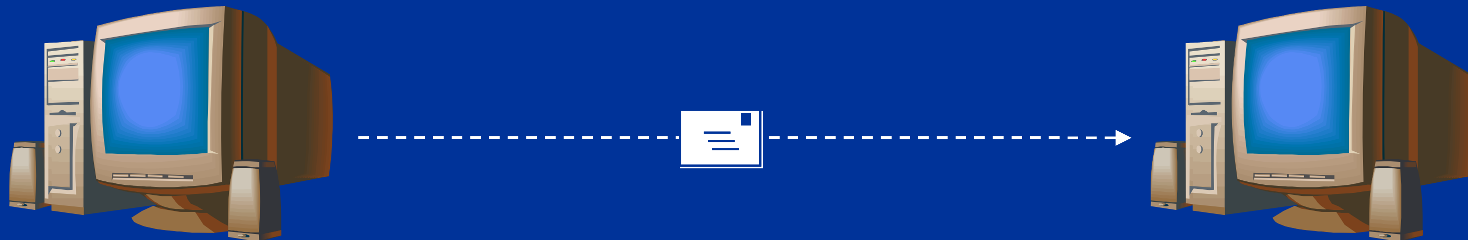
Objetos Distribuídos

- Protocolos de Comunicação
  - Estabelecem caminhos virtuais de comunicação entre duas máquinas
  - Devem usar os mesmos protocolos para trocar informações



Objetos Distribuídos

- Protocolos de Comunicação (cont.)
  - Serviço sem Conexão: cada unidade de dados é enviada independentemente das demais



  - Serviço com Conexão: dados são enviados através de um canal de comunicação

Objetos Distribuídos

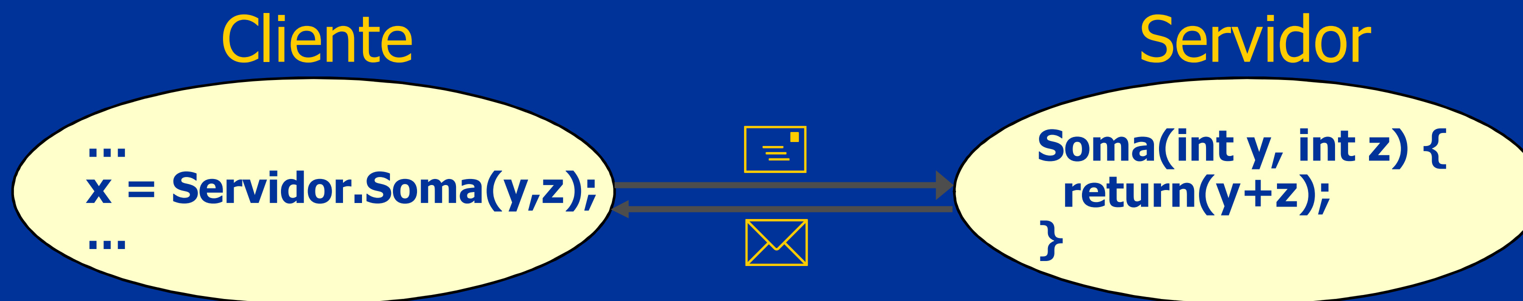
- Protocolos de Comunicação (cont.)
  - Protocolos de alto nível são necessários para interação entre objetos distribuídos
  - Escolha natural: usar TCP/IP
    - Cria conexões entre processos para trocar mensagens
    - Amplamente disponível, confiável e robusto
    - Relativamente simples e eficiente
    - Não mascara o uso da rede do programador

Objetos Distribuídos

- Protocolo de Comunicação entre Objetos
  - Trata questões não resolvidas pelo TCP/IP
    - Formato comum dos dados
    - Localização de objetos
    - Segurança
  - Oferece ao programador abstrações próprias para aplicações orientadas a objetos
    - Chamada Remota de Procedimento (RPC) ou Invocação Remota de Métodos (RMI)
    - Notificação de Eventos

Objetos Distribuídos

- RPC – Chamada Remota de Procedimento
  - Segue o modelo Cliente/Servidor
  - Muito usado na interação entre objetos
  - Objeto servidor possui interface com métodos que podem ser chamados remotamente
  - Objetos clientes usam serviços de servidores



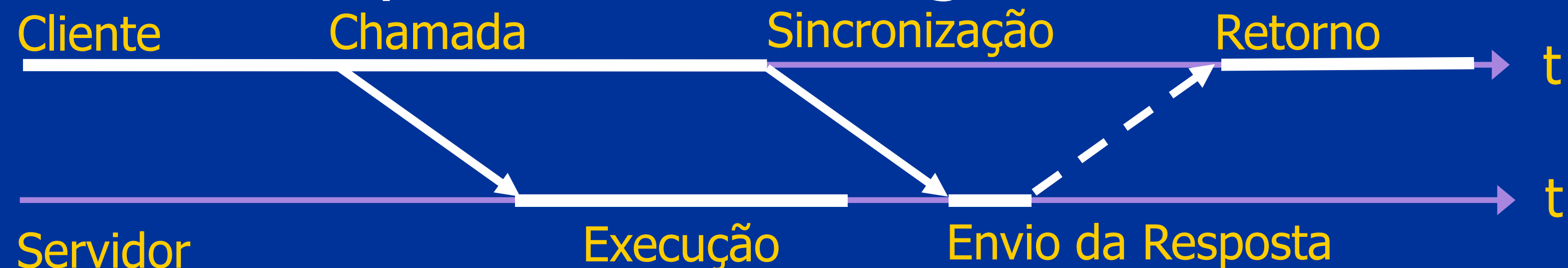
Objetos Distribuídos

- RPC – Características
  - Em geral as requisições são ponto-a-ponto e síncronas
  - Dados são tipados
    - Parâmetros da requisição
    - Retorno do procedimento/método
    - Exceções
  - Um objeto pode ser cliente e servidor em momentos diferentes

Objetos Distribuídos

- RPC – Sincronismo
  - Chamada síncrona: cliente fica bloqueado aguardando o término da execução do método

  - Chamadas semi-síncronas: sincronização é retardada; permitidas em alguns sistemas



Objetos Distribuídos

- RPC – Sincronismo (cont.)
  - Chamadas assíncronas: cliente continua a execução sem aguardar o retorno do método; permitidas em alguns sistemas

Objetos Distribuídos

- RPC – Funcionamento
  - Chamada é feita pelo cliente como se o método fosse de um objeto local
  - Comunicação é feita transparentemente por código gerado automaticamente pelo compilador (*stub, proxy, skeleton, ...*)
  - O código gerado faz a serialização e desserialização de dados usando um formato padrão, que compatibiliza o formato de dados usado por diferentes máquinas, linguagens e compiladores

Objetos Distribuídos

- RPC – Funcionamento do Cliente
  - Acessa objeto local gerado automaticamente que implementa interface do servidor remoto

```
Public class HelloServerStub {
  public String hello(String nome) {
    // Envia pela rede o identificador do método e o valor dos ...
    // ... parâmetro(s) da chamada serializados para o servidor
    // Recebe do servidor o valor do retorno da chamada pela ...
    // ... rede, o deserializa e retorna o valor recebido ao cliente
  }
  // Outros métodos ...
}
```

Objetos Distribuídos

- RPC – Funcionamento do Servidor
  - O código gerado automaticamente recebe as chamadas pela rede e as executa

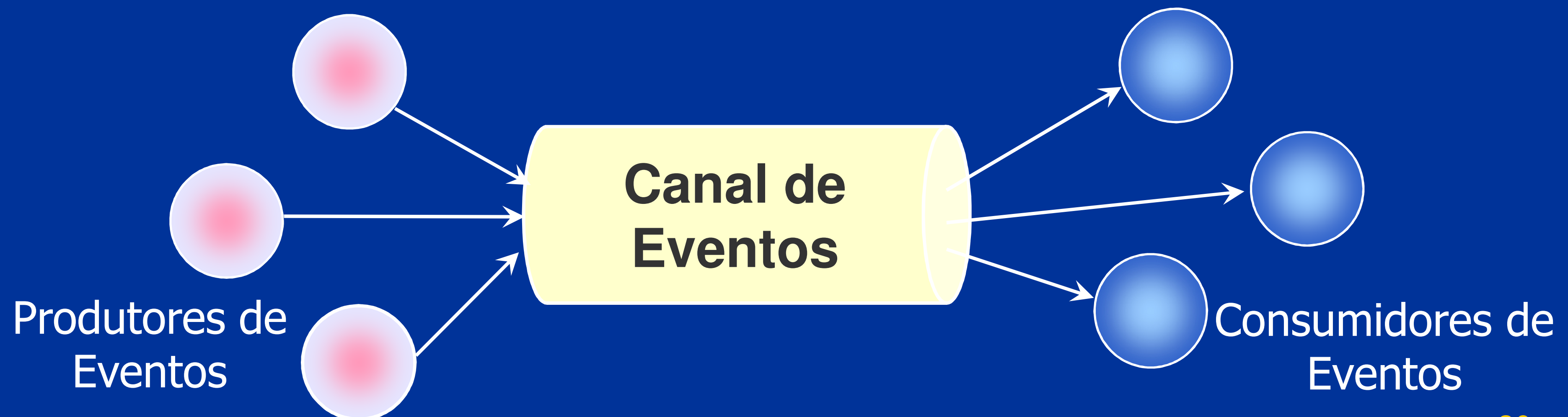
```
while (true) {
    // Recebe pela rede o identificador do método chamado ...
    // ... pelo cliente e os parâmetros da chamada serializados
    // Desserializa os parâmetros enviados pelo cliente
    // Chama o método no objeto servidor e aguarda a execução
    // Serializa o valor do retorno da chamada e envia ao cliente
}
```

Objetos Distribuídos

- RPC – Implementação
  - Descrição da interface do objeto remoto
    - Especificada na própria linguagem de programação
    - Especificada usando uma linguagem de descrição de interface (IDL)
  - Implementações de RPC de diferentes fabricantes (Sun RPC, DCE RPC, Microsoft RPC, etc.) são geralmente incompatíveis

Objetos Distribuídos

- Notificação de Eventos
  - Eventos ocorridos são difundidos por produtores e entregues a consumidores
  - Canal de eventos permite o desacoplamento – produtor e consumidor não precisam se conhecer



Objetos Distribuídos

- Notificação de Eventos – Características
  - Envio de eventos é completamente assíncrono
    - Produtor não precisa aguardar fim do envio
    - Evento é armazenado no canal de eventos
  - Comunicação pode ser feita através de UDP *multicast* ou fazendo múltiplos envios *unicast* com TCP, UDP ou com um suporte de RPC
  - Os eventos podem ter tamanho fixo ou variável, limitado ou ilimitado
  - Eventos podem ser tipados ou não

Objetos Distribuídos

- Solução: criar *Middleware* para objetos distribuídos
  - Localização transparente dos objetos
  - Invocação de métodos local e remoto idêntica
  - Criação de objeto local e remoto idêntica
  - Migração de objetos transparente
  - Facilidades para ligação (*binding*) de interfaces dinamicamente
  - Diversos serviços de suporte:
    - Nomes, Transação, Tempo, etc.

Objetos Distribuídos

- Principais suportes de Middleware para Objetos Distribuídos
  - Java RMI (*Remote Method Invocation*), da *Sun Microsystems*
  - DCOM (*Distributed Component Object Model*), da *Microsoft Corporation*
  - CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), da OMG (*Object Management Group*)

Java RMI

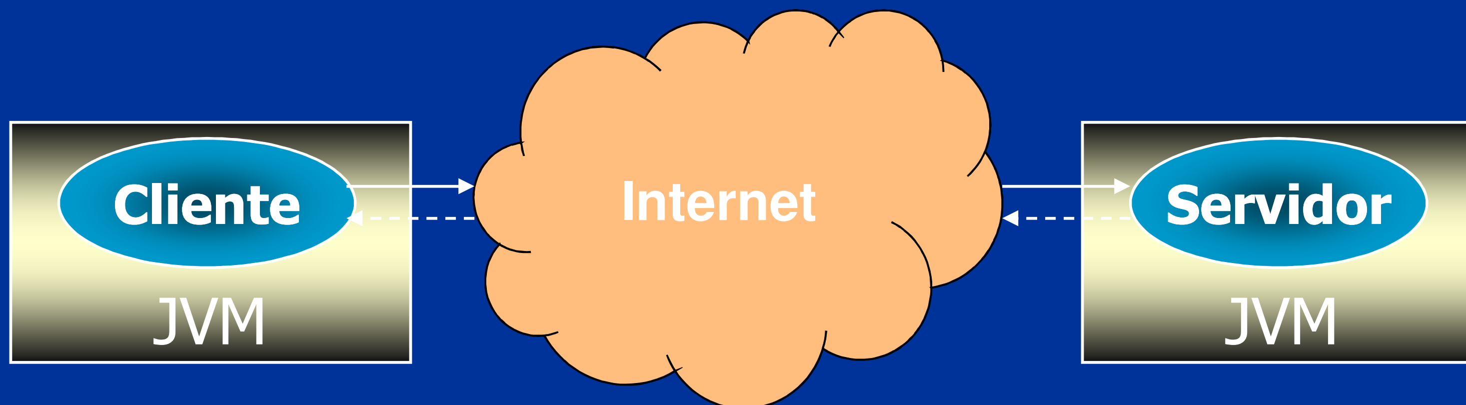
- Java
  - Orientada a objetos
  - Possui diversas APIs amigáveis
  - Multi-plataforma: *Java Virtual Machine* (JVM)
  - Integrada à Internet: *applets*, *JavaScript,* JSP e Servlets
  - Suporte a componentes: *JavaBeans* e EJB
  - De fácil aprendizagem
  - Bem aceita pelos programadores
  - Suportada por diversos fabricantes de SW

Java RMI

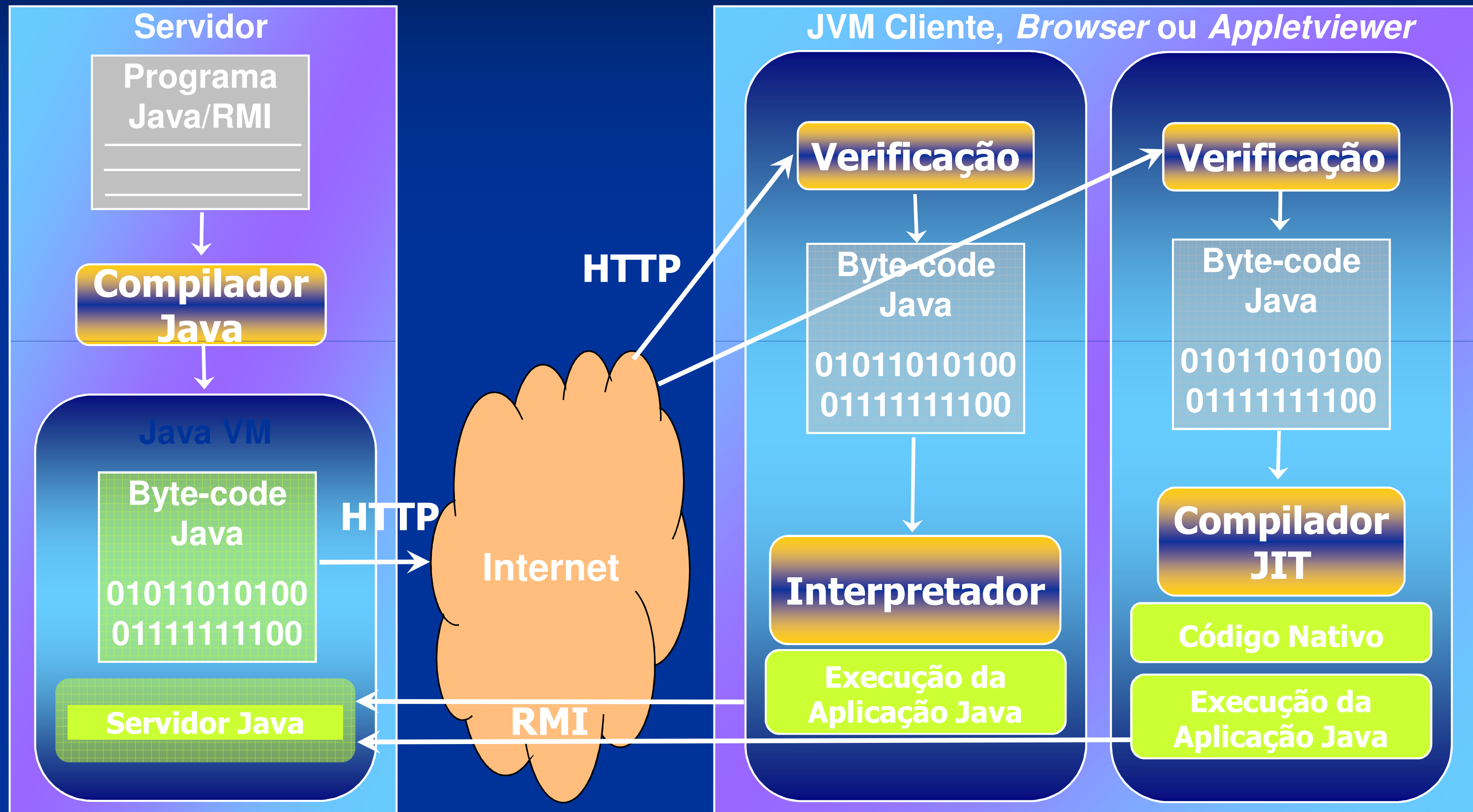
- Java é oferecida em três versões
  - J2ME (Java 2 *Micro Edition*)
    - Para celulares, PDAs, sist. embarcados, ...
  - J2SE (Java 2 *Standard Edition*)
    - Para desktops
  - J2EE (Java 2 *Enterprise Edition*)
    - Para servidores
- Versões diferem nas APIs oferecidas
- J2SE e J2EE possuem suporte para invocação remota de métodos (RMI)

Java RMI

- Java RMI (*Remote Method Invocation*)
  - Fornece um suporte simples para RPC/RMI
  - Permite que um objeto Java chame métodos de outro objeto Java rodando em outra JVM
  - Solução específica para a plataforma Java



Java RMI



Java RMI

- Arquitetura RMI
  - *Stub* e *Skeleton*
  - Camada de referência remota
  - Camada de transporte

Java RMI

- *Stub*
  - Representa o servidor para o cliente
  - Efetua serialização e envio dos parâmetros
  - Recebe a resposta do servidor, desserializa e entrega ao cliente
- *Skeleton*
  - Recebe a chamada e desserializa os parâmetros enviados pelo cliente
  - Faz a chamada no servidor e retorna o resultado ao cliente

Java RMI

- Camada de Referência Remota
  - Responsável pela localização dos objetos nas máquinas da rede
  - Permite que referências para um objeto servidor remoto sejam usadas pelos clientes para chamar métodos
- Camada de Transporte
  - Cria e gerencia conexões de rede entre objetos remotos
  - Elimina a necessidade do código do cliente ou do servidor interagirem com o suporte de rede

Java RMI

- Dinâmica da Chamada RMI
  - O servidor, ao iniciar, se registra no serviço de nomes (RMI *Registry*)
  - O cliente obtém uma referência para o objeto servidor no serviço de nomes e cria a *stub*
  - O cliente chama o método na *stub* fazendo uma chamada local
  - A *stub* serializa os parâmetros e transmite a chamada pela rede para o *skeleton* do servidor

Java RMI

- Dinâmica da Chamada RMI (cont.)
  - O *skeleton* do servidor recebe a chamada pela rede, desserializa os parâmetros e faz a chamada do método no objeto servidor
  - O objeto servidor executa o método e retorna um valor para o *skeleton*, que o desserializa e o envia pela rede à *stub* do cliente
  - A *stub* recebe o valor do retorno serializado, o desserializa e por fim o repassa ao cliente

Java RMI

- Serialização dos dados (*marshalling*)
  - É preciso serializar e deserializar os parâmetros da chamada e valores de retorno para transmiti-los através da rede
  - Utiliza o sistema de serialização de objetos da máquina virtual
    - Tipos predefinidos da linguagem
    - Objetos serializáveis: implementam interface java.io.serializable

Java RMI

- Desenvolvimento de Aplicações com RMI
  - Devemos definir a interface do servidor
    - A interface do servidor deve estender java.rmi.Remote ou uma classe dela derivada (ex.: UnicastRemoteObject)
    - Todos os métodos da interface devem prever a exceção java.rmi.RemoteException
    - O Servidor irá implementar esta interface
  - *Stubs* e *skeletons* são gerados pelo compilador RMI (rmic) com base na interface do servidor

Java RMI

- RMI/IIOP
  - A partir do *release* 1.2 do Java, o RMI passou a permitir a utilização do protocolo IIOP (Internet Inter-ORB Protocol) do CORBA
  - IIOP também usa TCP/IP, mas converte os dados para um formato padrão (seralização ou *marshalling*) diferente do Java RMI
  - Com RMI/IIOP, objetos Java podem se comunicar com objetos CORBA escritos em outras linguagens

Java RMI

- APIs úteis na comunicação remota
  - JNDI (*Java Naming and Directory Interface)*
    - Suporte para nomeação
    - Associa nomes e atributos a objetos Java
    - Objetos localizados por nome ou atributos
  - *JavaSecurity*
    - Suporte para segurança
    - Criptografa dados
    - Cria e manipula chaves e certificados
    - Emprega listas de controle de acesso

CORBA

- OMG (*Object Management Group*):
  - Formada em 1989
  - Objetivos:
    - Promover a teoria e prática de tecnologias O.O. no desenvolvimento de software
    - Criar especificações gerais e proveitosas: definir interfaces, e não implementações
  - Composta por cerca de 800 empresas interessadas no desenvolvimento de software usando tecnologia de objetos distribuídos

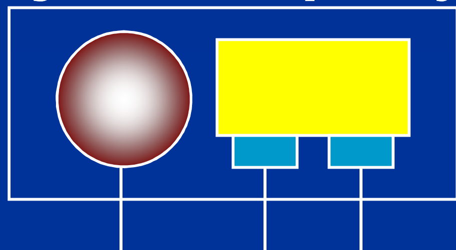
CORBA

- OMA (*Object Management Architecture*)
  - Infra-estrutura sobre a qual todas especificações da OMG estão baseadas
  - Define apenas aspectos arquiteturais
  - Permite interoperabilidade entre aplicações baseadas em objetos em sistemas abertos, distribuídos e heterogêneos
    - Diferentes máquinas
    - Diferentes sistemas operacionais
    - Diferentes linguagens de programação
  - Maior portabilidade e reusabilidade
  - Funcionalidade transparente para a aplicação

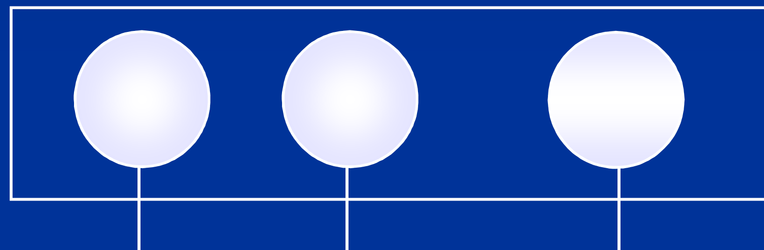
CORBA

- OMA

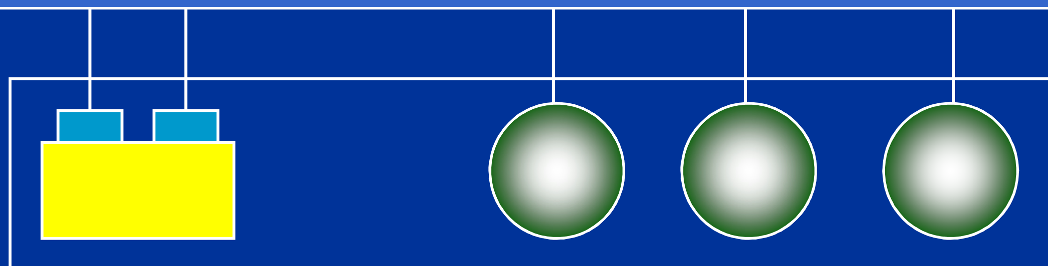
Objetos da Aplicação



Facilidades Comuns



Object Request Broker (ORB)



Objetos de Serviço

CORBA

- OMA
  - Objetos da Aplicação
    - Definidos pelos usuários/programadores
  - Facilidades Comuns
    - Grupos de objetos que fornecem serviços para determinadas áreas de aplicação
  - Objetos de Serviço
    - Serviços de propósito geral usados por objetos distribuídos
  - *Object Request Broker* (ORB)
    - Canal de comunicação entre objetos

CORBA

- CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*)
  - Define concretamente as interfaces do ORB, especificado de forma abstrata pela Arquitetura OMA
  - Permite a interação entre objetos distribuídos
  - Fornece um suporte completo para desenvolver aplicações distribuídas orientadas a objetos

CORBA

- Histórico
  - A versão 1.0 do CORBA foi proposta em 1991
  - CORBA começou a se estabelecer a partir de 1993, com o surgimento das primeiras implementações de ORBs comerciais
  - CORBA 2.0 foi lançado em 1996
    - Interoperabilidade entre implementações
  - Versão 3.0 foi lançada em 2002
    - Acrescentou suporte a componentes (CCM), invocações assíncronas de métodos (AMI), mensagens (CORBA Messaging), ...

CORBA

- CORBA proporciona total transparência para os Objetos Distribuídos
  - Transparência de Linguagem
    - Usa IDL (*Interface Definition Language*)
  - Transparência de S.O. e Hardware
    - ORB pode ser implementado em várias plataformas: Windows, UNIX, SO's embarcados e de tempo real, ...
  - Transparência de Localização dos Objetos
    - Objetos são localizados através de suas referências, que são resolvidas pelo ORB

CORBA

- IDL (*Interface Definition Language*)
  - Usada para descrever as interfaces de objetos
  - Linguagem puramente declarativa, sem nenhuma estrutura algorítmica
  - Sintaxe e tipos de dados baseados em C/C++
  - Define seus próprios tipos de dados, que são mapeados nos tipos de dados de cada linguagem de programação suportada
  - Mapeada para diversas linguagens
    - C, C++, Java, Delphi, COBOL, Python, ADA, Smalltalk, LISP, ...

CORBA

- Compilador IDL
  - Gera todo o código responsável por:
    - Fazer a comunicação entre objetos
    - Fazer o mapeamento dos tipos de dados definidos em IDL para a linguagem usada na implementação
    - Fazer as conversões de dados necessárias na comunicação (serialização/ *marshalling* dos dados)

CORBA

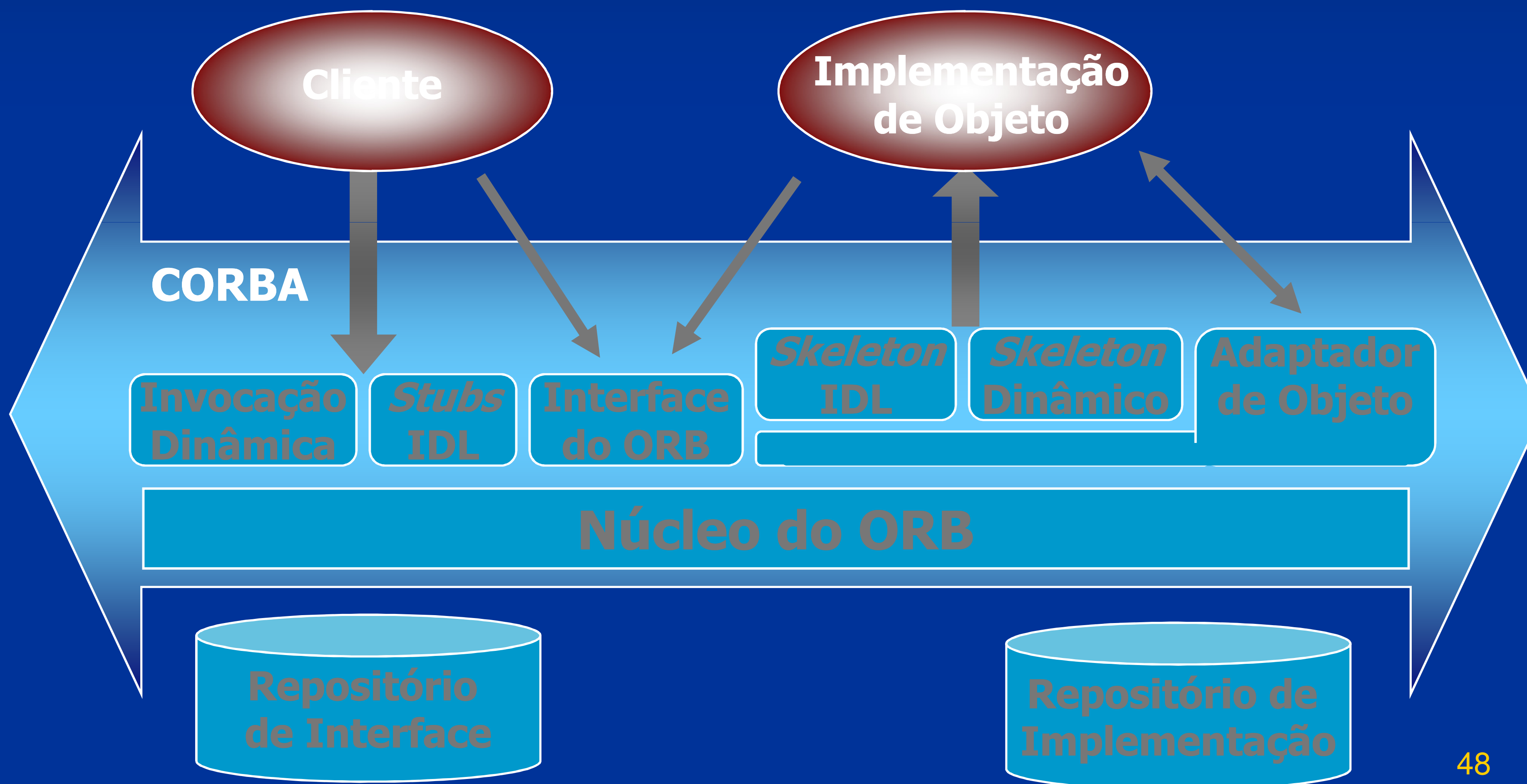
- Interação entre objetos no CORBA
  - Segue o modelo Cliente-Servidor
    - Cliente: faz requisições em objs. remotos
    - Implementação de objeto: implementa os serviços descritos na sua interface

CORBA

- Objetos CORBA possuem:
  - Atributos: dados encapsulados pelo objeto que podem ser lidos e ter seu valor modificado pelo cliente
  - Operações: serviços que podem ser requisitados pelos clientes de um objeto, que possuem:
    - Parâmetros: dados passados pelo cliente para a implementação do objeto ao chamar uma operação
    - Resultado: dado retornado pela operação
    - Exceções: retornadas quando detectada uma condição anormal na execução de uma operação
    - Contextos: carregam informação capaz de afetar a execução de uma operação

CORBA

- Arquitetura do ORB

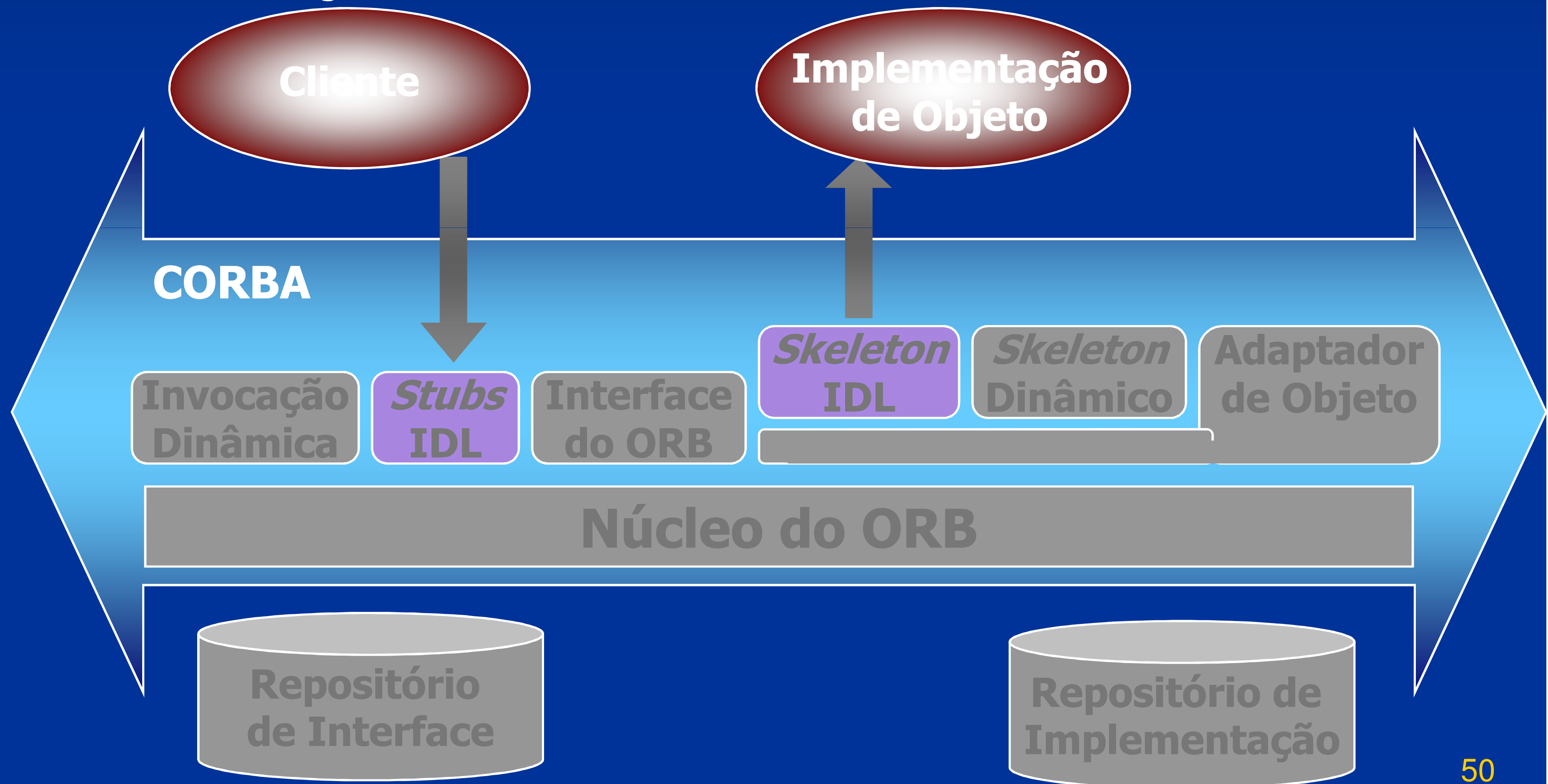


CORBA

- Invocação de Operações Remotas
  - Formas de invocação:
    - Estática: através do código gerado com base na descrição da interface do servidor em IDL; ou
    - Dinâmica: através da interface de invocação dinâmica do CORBA
  - O servidor não percebe o tipo de invocação utilizado na requisição pelo cliente

CORBA

- Invocação Estática: *Stubs* e *Skeletons* IDL

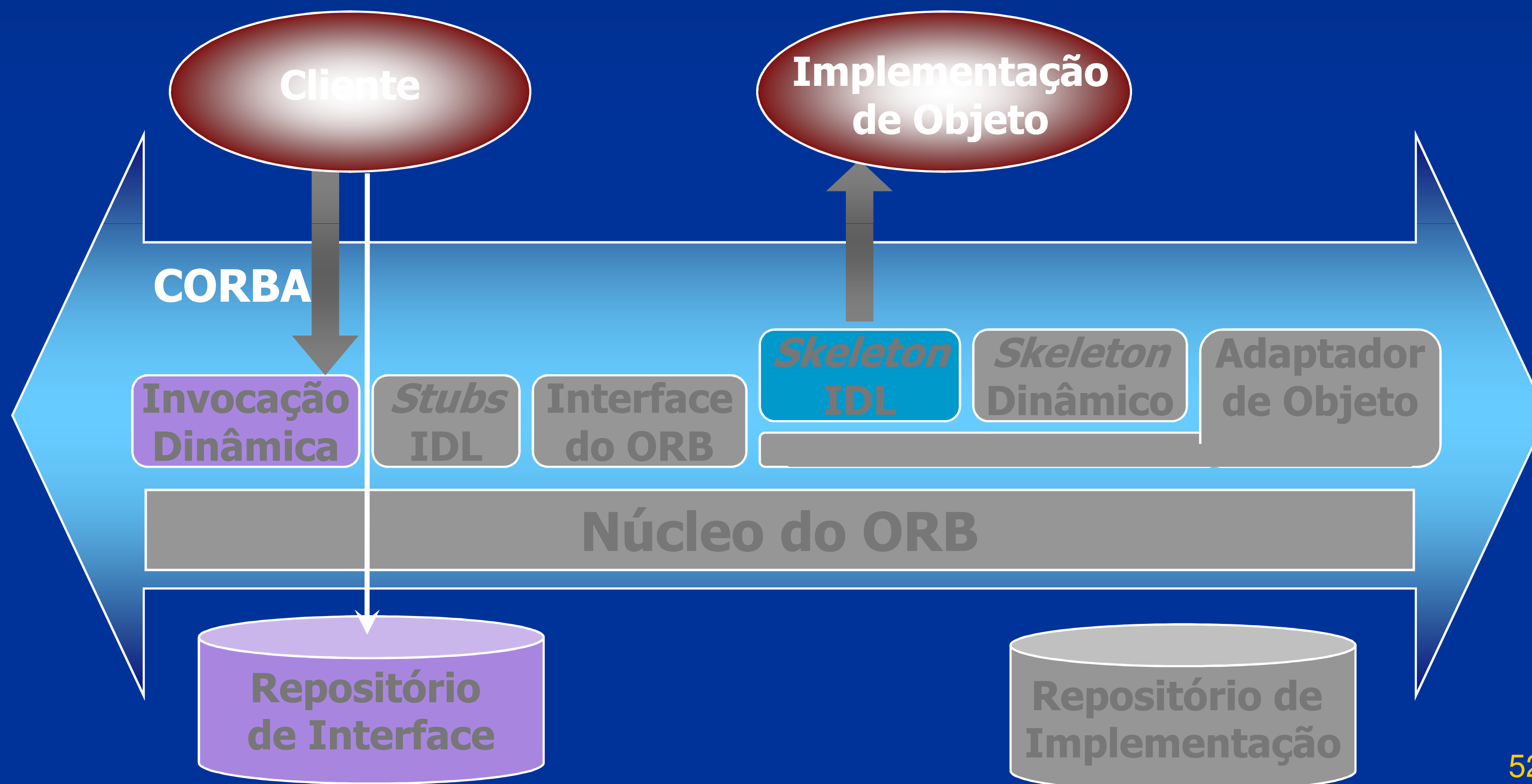


CORBA

- *Stubs* IDL
  - Geradas pelo compilador IDL com base na descrição da interface do objeto
  - Usadas na invocação estática
  - O cliente conhece a interface, o método e os parâmetros em tempo de compilação
- *Skeletons* IDL
  - Geradas pelo compilador IDL
  - Interface estática para os serviços (métodos) remotos executados pelo servidor

CORBA

- Invocação Dinâmica



CORBA

- Interface de Invocação Dinâmica (DII)
  - Permite que o cliente construa uma invocação em tempo de execução
  - Elimina a necessidade das *Stubs* IDL
  - Com a DII, novos tipos de objetos podem ser adicionados ao sistema em tempo de execução
  - O cliente especifica o objeto, o método e os parâmetros com uma seqüência de chamadas
  - O servidor continua recebendo as requisições através de seu skeleton IDL

CORBA

- Repositório de Interface
  - Contém informações a respeito das interfaces dos objetos gerenciados pelo ORB
  - Permite que os serviços oferecidos pelo objeto sejam conhecidos dinamicamente por clientes
  - Para usar a DII, a interface do objeto deve ser armazenada no repositório de interface

CORBA

- Passos de uma Invocação Dinâmica:

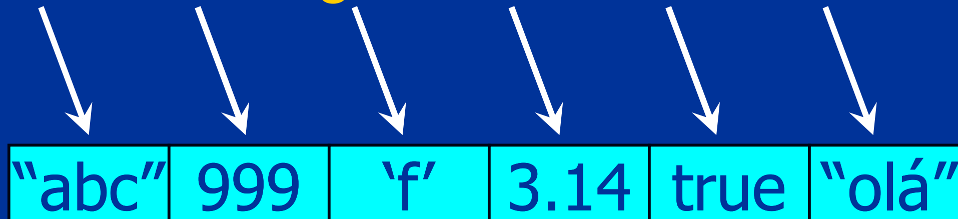
Obtém o nome da interface do servidor

Obtém a descrição dos métodos

Cria uma requisição

Cria uma lista de argumentos

Adiciona argumentos à lista

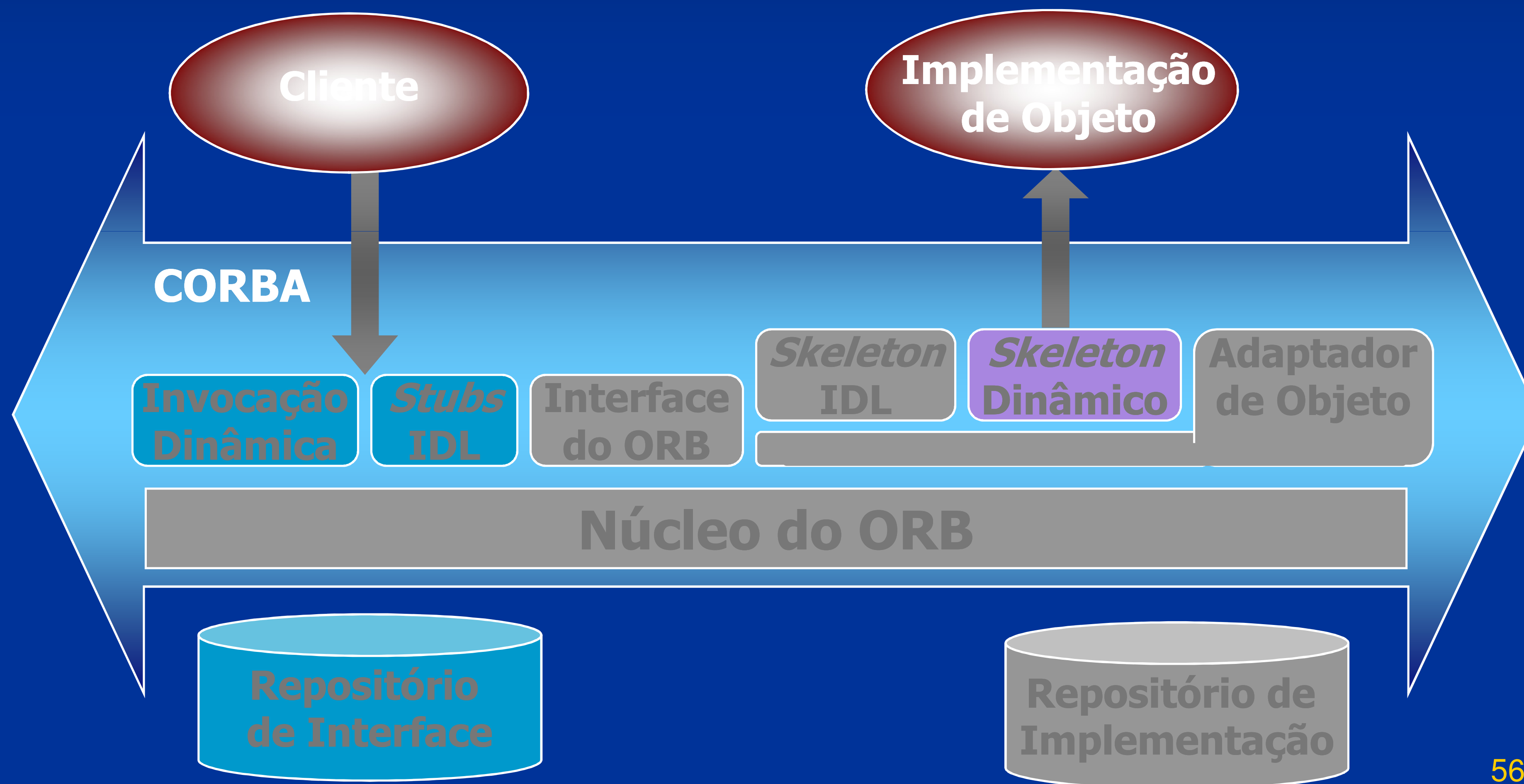


Efetua a requisição (modo síncrono, assíncrono ou semi-síncrono)

Obtém o resultado da requisição

CORBA

- Skeletons Dinâmicos

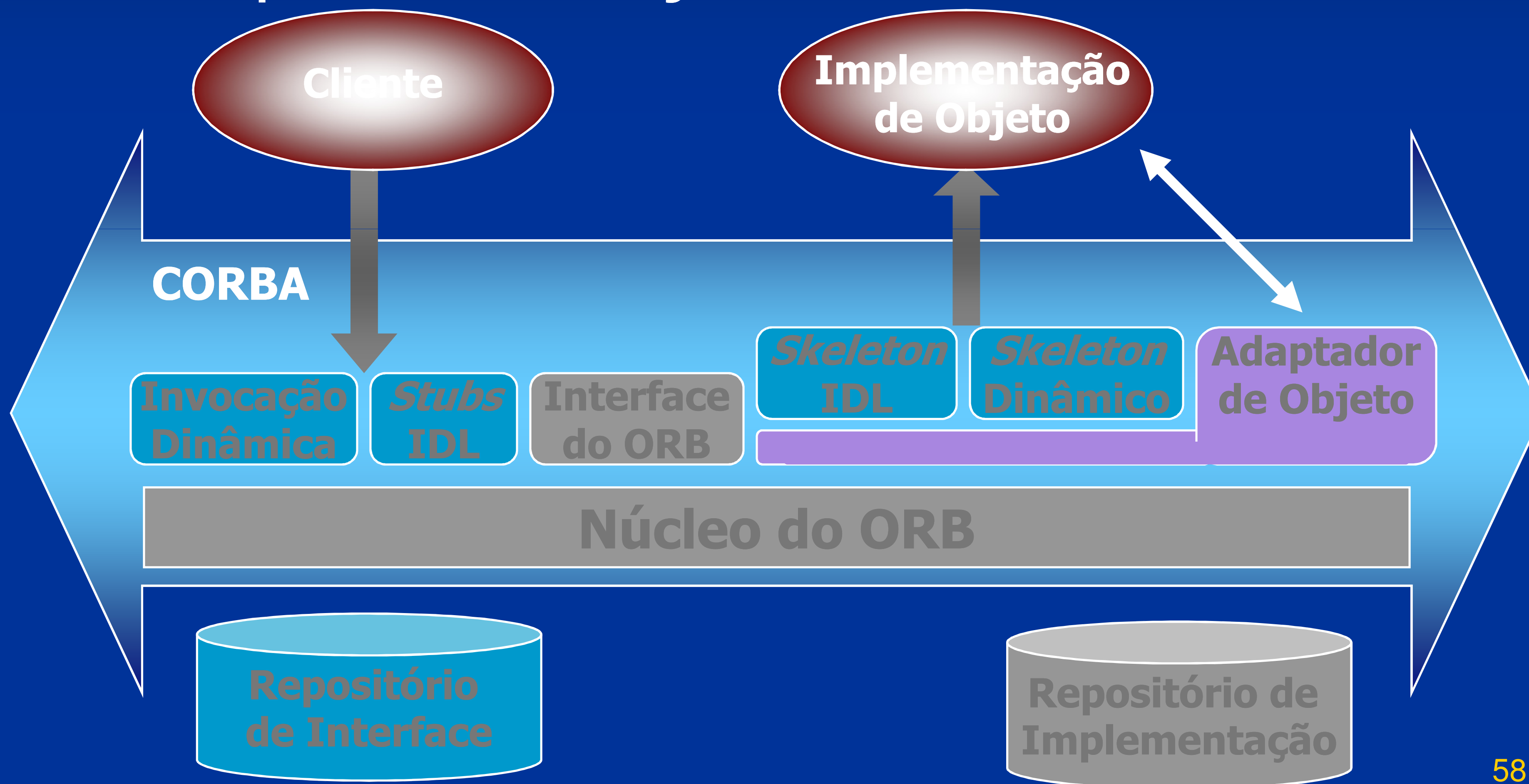


CORBA

- *Skeletons* Dinâmicos
  - Substituem os *Skeletons* IDL na ativação do objeto
  - Usados para manipular invocações de operações para as quais o servidor não possui *Skeletons* IDL
  - Fornece um mecanismo de ligação (*binding*) em tempo de execução
  - Uso: implementar pontes entre ORBs

CORBA

- Adaptador de Objetos



CORBA

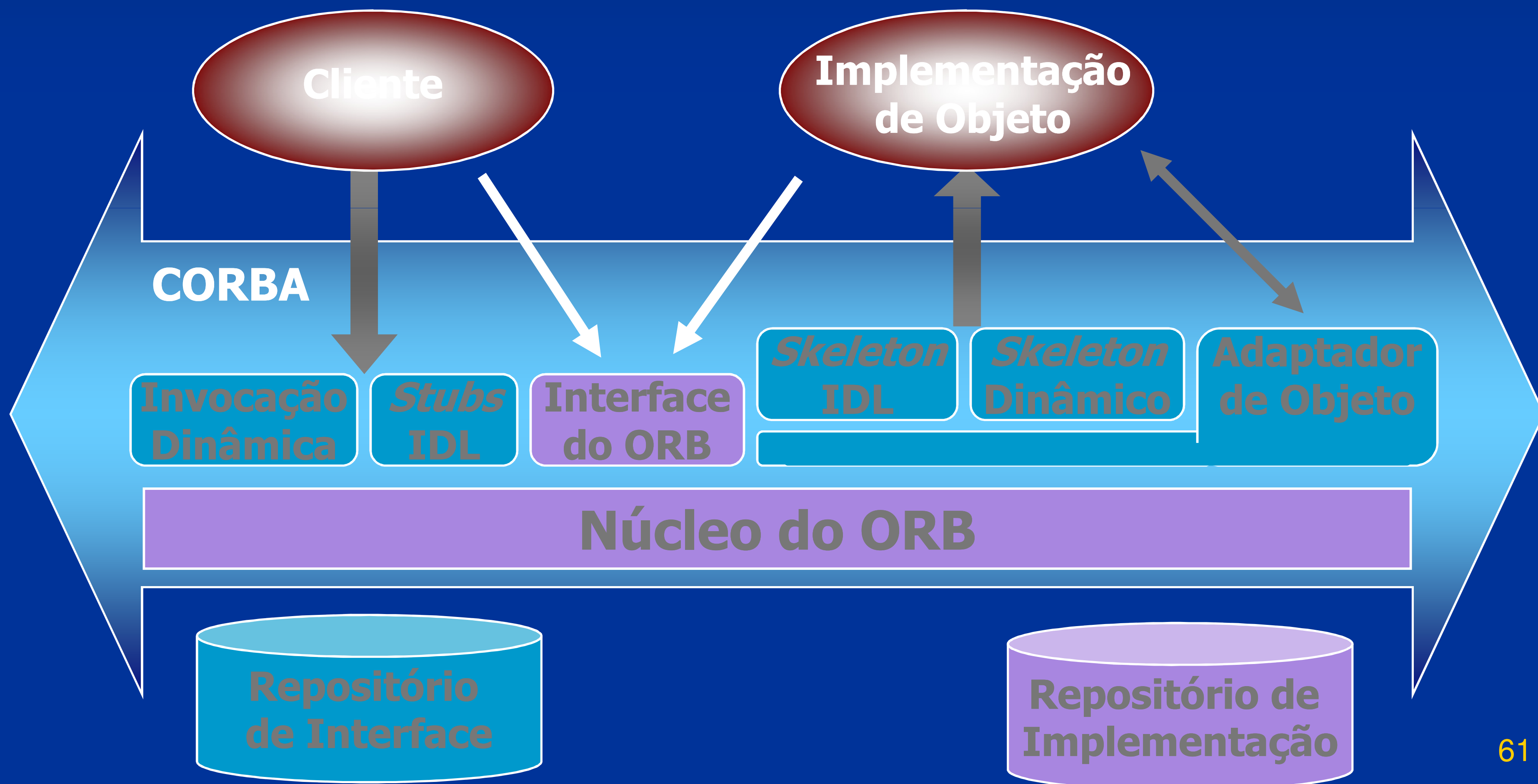
- Adaptador de Objetos
  - Interface entre o suporte e os objetos servidores
  - Transforma um objeto escrito em uma linguagem qualquer em um objeto CORBA
  - Usado para geração e interpretação de referências de objetos, invocação dos *Skeletons*, ativação e desativação de implementações de objetos, etc.
  - Existem vários tipos de adaptador de objeto

CORBA

- *Portable Object Adapter* (POA)
  - Adaptador padrão: torna o servidor portável entre implementações diferentes
  - Abstrai a identidade do objeto da sua implementação
  - Implementa políticas de gerenciamento de *threads*:
    - uma *thread* por objeto
    - uma *thread* por requisição
    - grupo (*pool*) de *threads*
    - *etc*.

CORBA

- Núcleo do ORB, Interface do ORB e Repositório de Implementação

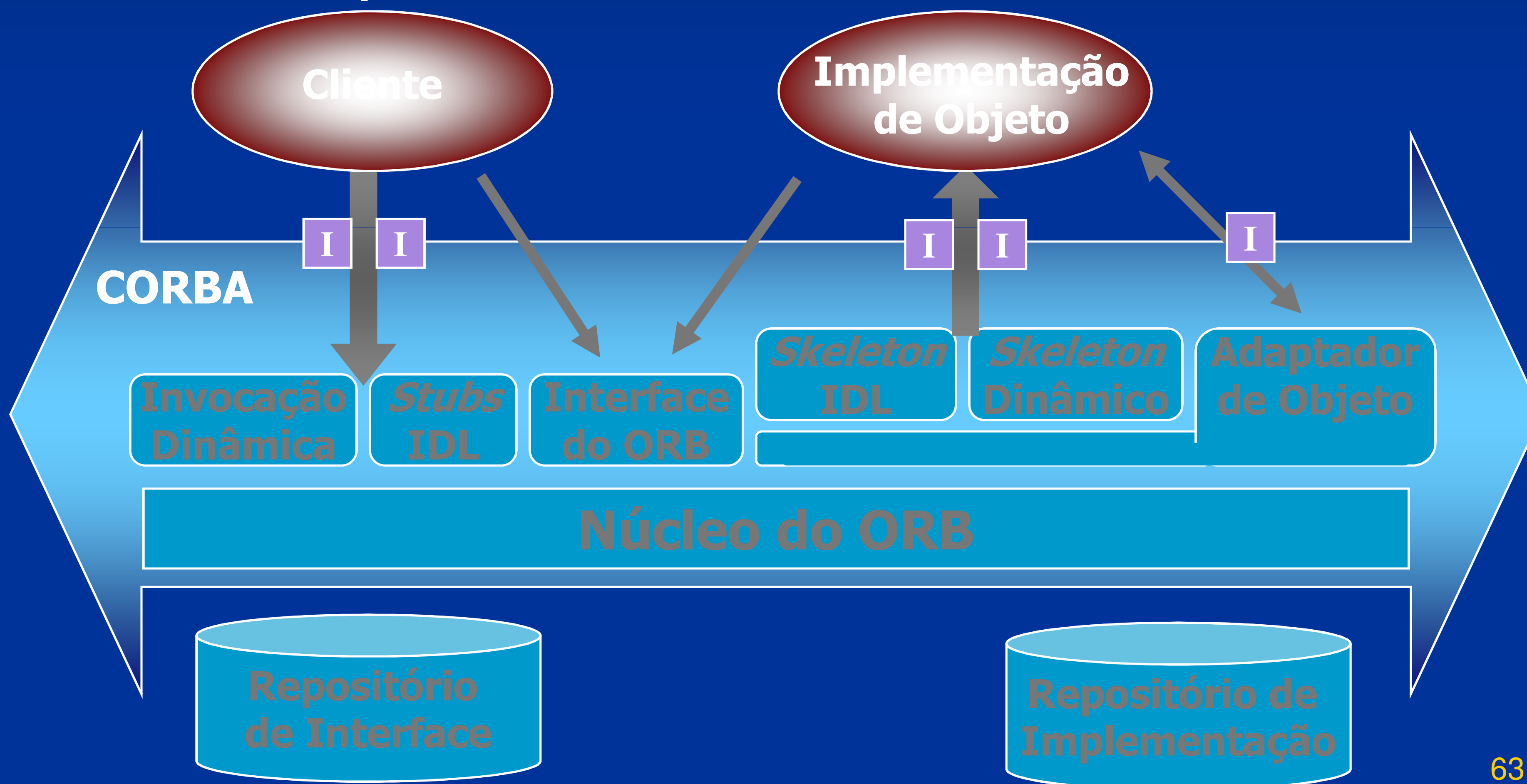


CORBA

- Núcleo do ORB
  - Implementa os serviços básicos de comunicação
  - Utilizado pelos demais componentes do ORB
- Interface do ORB
  - Fornece serviços locais de propósito geral
  - Usado tanto pelo cliente quanto pelo servidor
- Repositório de Implementação
  - Contém informações para o ORB localizar e ativar as implementações de objetos

CORBA

- Interceptadores



CORBA

- Interceptadores
  - Dispositivos interpostos no caminho de invocação, entre Cliente e Servidor
  - Permitem executar código adicional para gerenciamento/controle/segurança, etc.
  - Há cinco pontos possíveis de interceptação
    - Dois pontos de interceptação no cliente: ao enviar a chamada e ao receber a resposta
    - Dois pontos de interceptação no servidor: ao receber a chamada e ao enviar a resposta
    - Um ponto de interceptação no POA: após a criação da referência do objeto (IOR)

CORBA

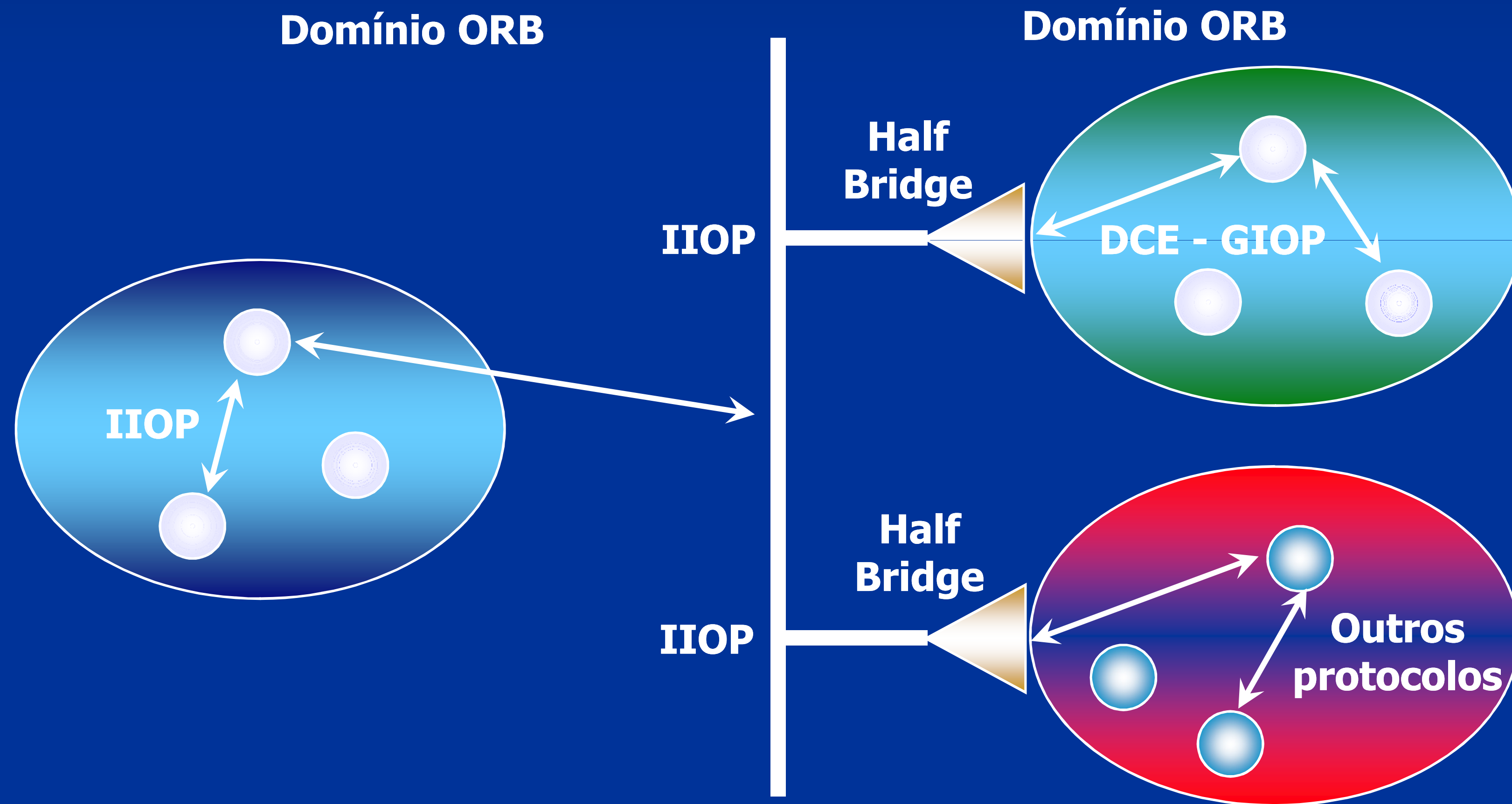
- Interoperabilidade
  - CORBA garante a interoperabilidade entre objetos que usem diferentes implementações de ORB
  - Solução adotada a partir do CORBA 2.0
    - Padronizar o protocolo de comunicação e o formato das mensagens trocadas
    - Foi definido um protocolo geral, que é especializado para vários ambientes específicos

CORBA

- Interoperabilidade (cont.)
  - Protocolo Inter-ORB Geral (GIOP)
    - Especifica um conjunto de mensagens e dados para a comunicação entre ORBs
  - Especializações do GIOP
    - Protocolo Inter-ORB para Internet (IIOP): specifica como mensagens GIOP são transmitidas numa rede TCP/IP
    - Protocolos Inter-ORB para Ambientes Específicos: permitem a interoperabilidade do ORB com outros ambientes (ex.: DCE, ATM nativo, etc.)

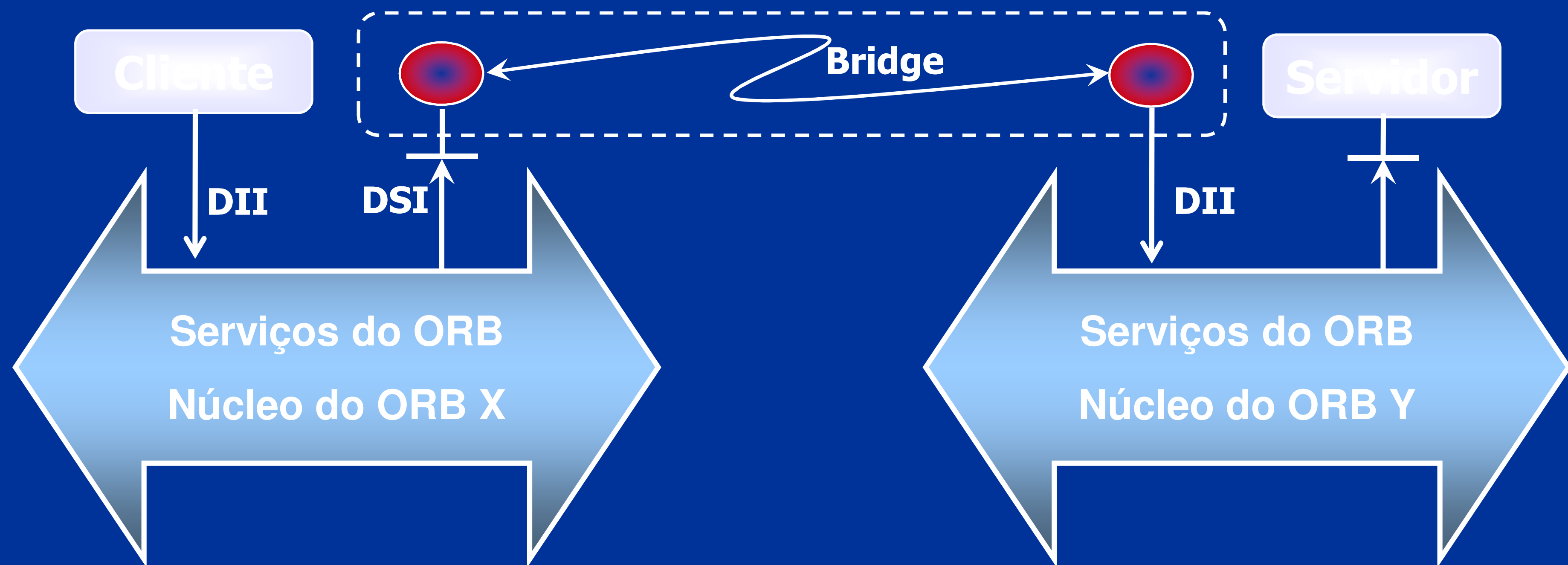
Interoperabilidade

- *Half bridge*



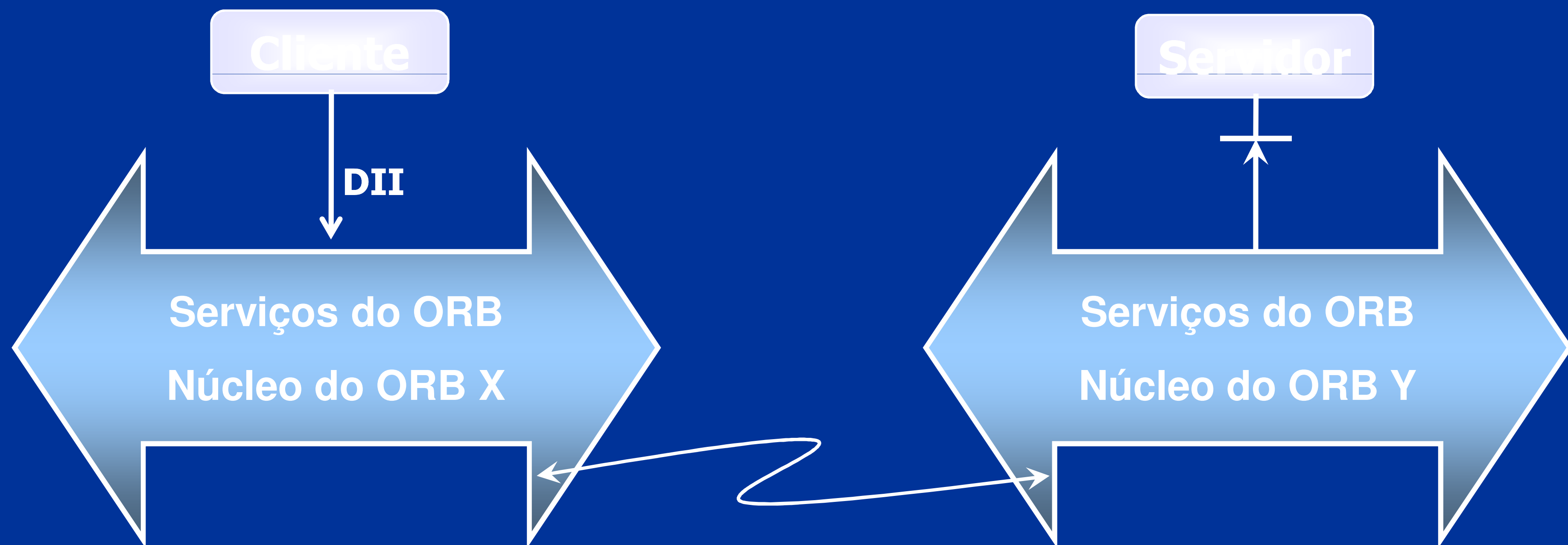
Interoperabilidade

- Interoperabilidade entre ORBs usando *Bridge request-level*



Interoperabilidade

- Interoperabilidade entre ORBs usando *Bridge In-Line*



CORBA

- Interoperabilidade entre CORBA e Java RMI
  - Une as vantagens das duas tecnologias
  - Applets, Servlets e aplicações Java podem ser clientes CORBA usando RMI/IIOP ou ORB Java
  - Mapeamentos: IDL → Java e Java → IDL
- Interoperabilidade entre CORBA e DCOM
  - Permite que objetos DCOM acessem serviços oferecidos por objetos CORBA e vice-versa
  - Bridges convertem mensagens entre os ambientes, integrando o DCOM a plataformas nas quais ele não está disponível

CORBA

- Padrões Relacionados
  - CCM: modelo de componentes CORBA
  - CORBA AV *streams*: para fluxos de áudio/vídeo
  - *Minimum* CORBA: para sistemas embarcados
  - RT CORBA: para tempo-real
  - FT CORBA: para tolerância a falhas
  - CORBASec: serviço de segurança
  - CORBA Messaging: para troca de mensagens
  - AMI: para invocação assíncrona de métodos
  - Mapeamento de UML para IDL

CORBA

- Padrões Relacionados (cont.)
  - *Model-Driven Architecture* (MDA)
  - *Unified Modeling Language* (UML)
  - *Common Warehouse Metamodel* (CWM)
  - *XML Metadata Interchage* (XMI)
- Em fase de padronização:
  - Integração de negócios, finanças, manufatura, ...
  - Integração com Web Services e .NET
  - Suporte para agentes móveis
  - Suporte para redes sem fio
  - ... e dezenas de outras especificações.

Serviços CORBA

- Serviços CORBA
  - Coleção de serviços em nível de sistema
  - Oferecem funcionalidades básicas para utilizar e implementar os objetos de aplicações distribuídas
  - Especificam as interfaces e casos de uso, deixando a implementação de lado
  - Estendem ou complementam as funcionalidades do ORB
  - Independentes da aplicação

Serviços CORBA

Aplicações Distribuídas

Serviços CORBA

Nomeação	Transação	Consulta	Segurança	Notificação
Eventos	Concorrência	Licenciamento	*Trader*	Gerenciamento
Ciclo de vida	Relacionamento	Propriedade	Coleção	....
Persistente	Externalização	Tempo	Replicação	....

Object Request Broker (ORB)

Sistema Operacional e Serviços de Rede

Serviços CORBA

- Serviço de Nomes (*Naming Service*)
  - Define as interfaces necessárias para mapear um nome com uma referência de objeto
  - O objeto que implementa o serviço de nomes mantém a base de dados com o mapeamento entre referências e nomes
  - Uma referência para este serviço é obtida através do método: `resolve_initial_references("NameService")`
  - A referência do serviço de nomes é mantida pelo ORB ou em um servidor de diretório, http, ftp, etc.

Facilidades CORBA

- Facilidades CORBA
  - Coleções de serviços de propósito geral utilizados por aplicações distribuídas
- Facilidades Horizontais
  - São utilizadas por várias aplicações, independente da área da aplicação
  - São divididas segundo quatro categorias
    - Interface do usuário
    - Gerenciamento de informação
    - Gerenciamento de sistema
    - Gerenciamento de tarefa

Facilidades CORBA

Aplicações Distribuídas

Object Request Broker (ORB)

Facilidades CORBA Horizontais

Facilidades CORBA

- Facilidades Verticais
  - São utilizadas em áreas de aplicação específicas
  - Exemplos:
    - Processamento de Imagens
    - Supervias de informação
    - Manufatura integrada por computador
    - Simulação distribuída
    - Contabilidade
    - ...

Facilidades CORBA

Aplicações Distribuídas

Object Request Broker (ORB)

Facilidades CORBA Verticais

Contabilidade	Medicina	Mapeamento	Segurança	Tempo-real
Telecomu-nicações	Simulação Distribuída	Produção e exploração de óleo e gás	Internacio-nalização	Desenvolvi-mento de Aplicações
Manufatura	Supervia da informação	Meta-objetos	Replicação	....

CORBA IDL

- IDL (Linguagem de Definição de Interface)
  - Usada para descrever as interfaces dos objetos CORBA
  - É uma linguagem declarativa, sem estruturas algorítmicas, que permite somente descrever tipos de dados, constantes e operações de um objeto CORBA
  - Uma interface descrita em IDL (arquivo .idl) especifica as operações providas pelo objeto e os parâmetros de cada operação

CORBA IDL

- IDL (cont.)
  - De posse da IDL de um objeto, o cliente possui toda a informação necessária para utilizar os serviços deste objeto
  - Interfaces definidas em IDL podem ser acessadas através de *stubs* ou da interface de invocação dinâmica (DII)
  - As regras léxicas da IDL são iguais às do C++
  - As regras gramaticais da IDL são um subconjunto das regras do C++, acrescidas de construções para a declaração de operações

CORBA IDL

- Tokens
  - Literais: 1, 2.37, ‘a’, “string”, ...
  - Operadores: + , - , * , = , ...
  - Separadores
    - Espaços
    - Tabulações
    - Quebras de linha
    - Comentários: // ou /* */
  - Palavras-chave
  - Identificadores

CORBA IDL

Escopo

- **module**
- **interface**
  - **abstract**
  - **local**

Definição de Tipos

- **const**
- **exception**
- **native**
- **typedef**
- **valuetype**
  - **supports**
  - **truncatable**
  - **factory**
  - **custom**
  - **private**
  - **public**

Tipos Básicos

- **any**
- **boolean**
- **char**
- **double**
- **fixed**
- **float**
- **long**
- **Object**
- **octet**
- **short**
- **string**
- **unsigned**
- **ValueBase**
- **void**
- **wchar**
- **wstring**

Tipos Construídos

- **enum**
- **sequence**
- **struct**
- **union**
  - **switch**
  - **case**
  - **default**

Dados e Operações

- **attribute**
  - **readonly**
- **oneway**
- **in**
- **out**
- **inout**
- **context**
- **raises**

CORBA IDL

- Identificadores
  - São seqüências de caracteres do alfabeto, dígitos e *underscores* '_'
  - O primeiro caractere deve ser uma letra
  - Todos os caracteres são significativos
  - Um identificador deve ser escrito exatamente como declarado, atentando para a diferença entre letra maiúsculas e minúsculas
  - Identificadores diferenciados apenas pelo *case*, como `MyIdent` e `myident`, causam erros de compilação

CORBA IDL

- Elementos de uma especificação IDL
  - Módulos
  - Interfaces
  - Tipos de dados
  - Constantes
  - Exceções
  - Atributos
  - Operações
    - Parâmetros
    - Contextos

CORBA IDL

- Módulos
  - Declaração de módulo:

```
module ident {
   // lista de definições
};
```

  - Pode conter declarações de tipos, constantes, exceções, interfaces ou outros módulos
  - O operador de escopo '::' pode ser usado para se referir a elementos com um mesmo nome em módulos diferentes

CORBA IDL

- Interface
  - Declaração de interface:

```
interface ident : interfaces_herdadas {
    // declarações de tipos
    // declarações de constantes
    // declarações de atributos
    // declarações de exceções
    // declarações de operações
};
```

  - Pode conter declarações de tipos, constantes, exceções, atributos e operações

CORBA IDL

- Interfaces Abstratas
  - Não podem ser instanciadas, servindo somente como base para outras interfaces
    abstract interface ident { ... };
- Interfaces Locais
  - Não são acessíveis pela rede, recebendo somente chamadas locais
    local interface ident { ... };

CORBA IDL

- Herança de Interfaces
  - Os elementos herdados por uma interface podem ser acessados como se fossem elementos declarados explicitamente, a não ser que o identificador seja redefinido ou usados em mais de uma interface base
  - O operador de escopo '::' deve ser utilizado para referir-se a elementos das interfaces base que foram redefinidos ou que são usados em mais de uma interface base

CORBA IDL

- Herança de Interfaces (cont.)
  - Uma interface pode herdar bases indiretamente, pois interfaces herdadas possuem suas próprias relações de herança
  - Uma interface não pode aparecer mais de uma vez na declaração de herança de uma outra interface, mas múltiplas ocorrências como base indireta são aceitas

CORBA IDL

- Exemplo: Servidor de um Banco

```
module banco {
    // ...
    interface auto_atendimento {
        // ...
    };
    interface caixa_eletronico: auto_atendimento {
        // ...
    };
};
```

CORBA IDL

- Tipos e Constantes
  - Novos nomes podem ser associados a tipos já existentes com a palavra-chave typedef
    typedef tipo ident;
  - Objetos descritos como valuetype podem ser enviados como parâmetros de chamadas
    valuetype ident { ... };

CORBA IDL

- Constantes
  - Definidas com a seguinte sintaxe:
    const tipo ident = valor;
  - Operações aritméticas (+, -, *, /, ...) e binárias (|, &, <<, ...) entre literais e constantes podem ser usadas para definir o valor de uma constante

CORBA IDL

- Tipos Básicos
  - boolean: tipo booleano, valor TRUE ou FALSE
  - char: caractere de 8 bits, padrão ISO Latin-1
  - short: inteiro curto com sinal; -2^{15} a $2^{15}-1$
  - long: inteiro longo com sinal; -2^{31} a $2^{31}-1$
  - unsigned short: inteiro curto sem sinal; 0 a $2^{16}-1$
  - unsigned long: inteiro longo sem sinal; 0 a $2^{32}-1$
  - float: real curto, padrão IEEE 754/1985
  - double: real longo, padrão IEEE 754/1985
  - octet: 1 byte, nunca convertido na transmissão
  - any: corresponde a qualquer tipo IDL

CORBA IDL

- Tipos Básicos (cont.)
  - Object: corresponde a um objeto CORBA
  - long long: inteiro de 64 bits; -2^{63} a $2^{63}-1$
  - unsigned long long: inteiro de 64 bits sem sinal; 0 a $2^{64}-1$
  - long double: real duplo longo padrão IEEE; base com sinal de 64 bits e 15 bits de expoente
  - wchar: caractere de 2 bytes, para suportar diversos alfabetos
  - fixed<n,d>: real de precisão fixa; n algarismos significativos e d casas decimais

CORBA IDL

- Arrays
  - Array de tamanho fixo:
    tipo ident[tamanho];
  - Array de tamanho variável sem limite de tamanho (tamanho efetivo definido em tempo de execução)
    sequence <tipo> ident;
  - Array de tamanho variável com tamanho máximo:
    sequence <tipo,tamanho> ident;

CORBA IDL

- Strings
  - Seqüência de caracteres sem limite de tamanho:
    string ident; // seqüência de char's
    wstring ident; // seqüência de wchar's
  - Seqüência de caracteres com tamanho máximo:
    string <tamanho> ident;
    wstring <tamanho> ident;

CORBA IDL

- Exemplo: Servidor de um Banco

```
module banco {
  typedef unsigned long conta;
  typedef double valor;
  const string nome_banco = “UFSC”;
  const string moeda = "R$";
  // ...
};
```

CORBA IDL

- Tipos Complexos
  - Estrutura de dados (registro)
    - Tipo composto por vários campos

```
struct ident {
    // lista de campos (tipos IDL)
};
```

  - Lista enumerada
    - Lista com valores de um tipo

```
enum ident { /*lista de valores*/ };
```

CORBA IDL

- Tipos Complexos (cont.)
  - União discriminada
    - Tipo composto com seleção de campo por cláusula switch/case; o seletor deve ser tipo IDL inteiro, char, boolean ou enum

```
union ident switch (seletor){
  case valor: tipo ident;
  // mais campos
  default: tipo ident;
};
```

CORBA IDL

- Exemplo: Servidor de um Banco

```
module banco {
  // ...
  enum aplicacao { poupanca, CDB, renda_fixa };
  struct transacao {
      unsigned long data;  // formato ddmmyyyy
      string<12> descricao;
      valor quantia;
  };
  sequence < transacao > transacoes;
  // ...
};
```

CORBA IDL

- Exceções
  - São estruturas de dados retornadas por uma operação para indicar que uma situação anormal ocorreu durante sua execução
  - Cada exceção possui um identificador e uma lista de membros que informam as condições nas quais a exceção ocorreu

```
exception ident {
  // lista de membros
 };
```

  - Exceções padrão do CORBA: CONCLUDED_YES, CONCLUDED_NO, CONCLUDED_MAYBE

CORBA IDL

- Atributos
  - São dados de um objeto que podem ter seu valor lido e/ou modificado remotamente
  - Declarados usando a sintaxe:
    attribute tipo ident;
  - Caso a palavra-chave readonly seja utilizada, o valor do atributo pode ser somente lido
    readonly attribute tipo ident;

CORBA IDL

- Exemplo: Servidor de um Banco

```
module banco {
  // ...
  exception conta_invalida { conta c; };
  exception saldo_insuficiente { valor saldo; };

  interface auto_atendimento {
    readonly attribute string boas_vindas;
    // ...
  };
  // ...
};
```

CORBA IDL

- Operações
  - Declaradas em IDL na forma:
    tipo ident (/* lista de parâmetros */)
      [raises (/* lista de exceções */)
      [context (/* lista de contextos */)] ;
  - Parâmetros
    - Seguem a forma: {in|out|inout} tipo ident
      - in: parâmetro de entrada
      - out: parâmetro de saída
      - inout: parâmetro de entrada e saída
    - Separados por vírgulas

CORBA IDL

- Contextos
  - São strings que, ao serem passadas para o servidor em uma chamada, podem interferir de alguma forma na execução da operação
  - Um asterisco, ao aparecer como o último caractere de um contexto, representa qualquer seqüência de zero ou mais caracteres

CORBA IDL

- Operações Oneway (assíncronas)
  - Declaradas em IDL na forma:
    oneway void ident (/* lista de parâmetros */);
  - Uma operação oneway é assíncrona, ou seja, o cliente não aguarda seu término.
  - Operações oneway não possuem retorno (o tipo retornado é sempre void) e as exceções possíveis são somente as padrão.

CORBA IDL

- Exemplo: Servidor de um Banco

```
interface auto_atendimento {
   readonly attribute string boas_vindas;
   valor saldo ( in conta c ) raises (conta_invalida);
   void extrato ( in conta c, out transacoes t,
      out valor saldo ) raises (conta_invalida);
   void transferencia ( in conta origem,
      in conta destino, in valor v )
      raises (conta_invalida, saldo_insuficiente);
   void investimento ( in conta c,
      in aplicacao apl, in valor v )
      raises (conta_invalida, saldo_insuficiente);
};
```

CORBA IDL

- Exemplo: Servidor de um Banco

```
interface caixa_eletronico : auto_atendimento {
  void saque ( in conta c, in valor v )
    raises ( conta_invalida, saldo_insuficiente );
};
```

CORBA IDL

- Mapeamento IDL para C++
  - Definido no documento OMG/99-07-41, disponível em http://www.omg.org
  - O mapeamento define a forma como são representados em C++ os tipos, interfaces, atributos e operações definidos em IDL

CORBA IDL

- Mapeamento de Módulos IDL para C++
  - Módulos são mapeados em namespaces
  - Se o compilador não suportar namespaces, o módulo é mapeado como uma classe
- Mapeamento de Interfaces IDL para C++
  - Interfaces são mapeadas como classes C++
    - Interface_var: libera a memória automaticamente quando sai do escopo
    - Interface_ptr: não a libera memória

CORBA IDL

Tipo IDL	Equivalente em C++
boolean	CORBA::Boolean
char	CORBA::Char
wchar	CORBA::WChar
short	CORBA::Short
long	CORBA::Long
long long	CORBA::LongLong
unsigned short	CORBA::Ushort
unsigned long	CORBA::Ulong
unsigned long	CORBA::ULongLong
float	CORBA::Float
double	CORBA::Double
long double	CORBA::LongDouble
octet	CORBA::Octet
any	CORBA::Any (classe)
fixed	CORBA::Fixed (classe)
Object	CORBA::Object (classe)

CORBA IDL

- Mapeamento de Tipos IDL para C++
  - São idênticos em C++ e IDL, e portanto não precisam de mapeamento:
    - Constantes
    - Estruturas de dados
    - Listas enumeradas
    - Arrays
  - Unions IDL são mapeadas como classes C++, pois o tipo union de C++ não possui seletor
  - Seqüências são mapeadas em classes C++
  - Strings são mapeadas como char * e Wchar *

CORBA IDL

- Mapeamento de Atributos IDL para C++
  - Um método com o mesmo nome do atributo retorna o seu valor
  - Se o atributo não for somente de leitura, um método de mesmo nome permite modificar o seu valor
- Mapeamento de Exceções IDL para C++
  - São mapeadas como classes C++

CORBA IDL

- Mapeamento de Operações IDL para C++
  - Operações de interfaces IDL são mapeadas como métodos da classe C++ correspondente
  - Contextos são mapeados como um parâmetro implícito no final da lista de parâmetros (classe `Context_ptr`)
  - Se o compilador não suportar exceções, outro parâmetro implícito é criado ao final da lista de parâmetros (classe `Exception`)
  - Os parâmetros implícitos têm valores *default* nulos, permitindo que a operação seja chamada sem especificar estes parâmetros

CORBA IDL

Data Type	In	Inout	Out	Return
short	Short	Short&	Short&	Short
long	Long	Long&	Long&	Long
long long	LongLong	LongLong&	LongLong&	LongLong
unsigned short	UShort	UShort&	UShort&	UShort
unsigned long	ULong	ULong&	ULong&	ULong
unsigned long long	ULongLong	ULongLong&	ULongLong&	ULongLong
float	Float	Float&	Float&	Float
double	Double	Double&	Double&	Double
long double	LongDouble	LongDouble&	LongDouble&	LongDouble
boolean	Boolean	Boolean&	Boolean&	Boolean
char	Char	Char&	Char&	Char
wchar	WChar	WChar&	WChar&	WChar
octet	Octet	Octet&	Octet&	Octet
enum	enum	enum&	enum&	enum
object	objref_ptr	objref_ptr&	objref_ptr&	objref_ptr
struct, fixed const	struct&	struct&	struct&	struct
struct, variable const	struct&	struct&	struct*&	struct*
union, fixed const	union&	union&	union&	union
union, variable const	union&	union&	union*&	union*
string const	char*	char*&	char*&	char*
wstring const	WChar*	WChar*&	WChar*&	WChar*
sequence const	sequence&	sequence&	sequence*&	sequence*
array, fixed const	array	array	array	array slice*
array, variable const	array	array	array slice*&	array slice*
any const	any&	any&	any*&	any*
fixed const	fixed&	fixed&	fixed&	fixed

CORBA IDL

- Mapeamento IDL para Java
  - Definido pelo documento formal/01-06-06, disponível em http://www.omg.org/
  - O mapeamento define a forma como são representados em Java os tipos, interfaces, atributos e operações definidos em IDL

CORBA IDL

- Mapeamento de IDL para Java
  - Módulos são mapeados em packages Java
  - Interfaces, Exceções e Arrays e Strings são idênticos em Java
  - Sequências são mapeadas como Arrays Java
  - Constantes são mapeadas para atributos estáticos
  - Estruturas de dados, Unions e Enums são mapeadas como classes Java

CORBA IDL

Tipo IDL	Equivalente em Java
`boolean`	`boolean`
`char`	`char`
`wchar`	`char`
`short`	`short`
`long`	`int`
`long long`	`long`
`unsigned short`	`short`
`unsigned long`	`int`
`unsigned long long`	`long`
`float`	`float`
`double`	`double`
`long double`	`(não disponível)`
`octet`	`byte`
`any`	`CORBA.Any`
`fixed`	`Math.BigDecimal`
`Object`	`CORBA.Object`

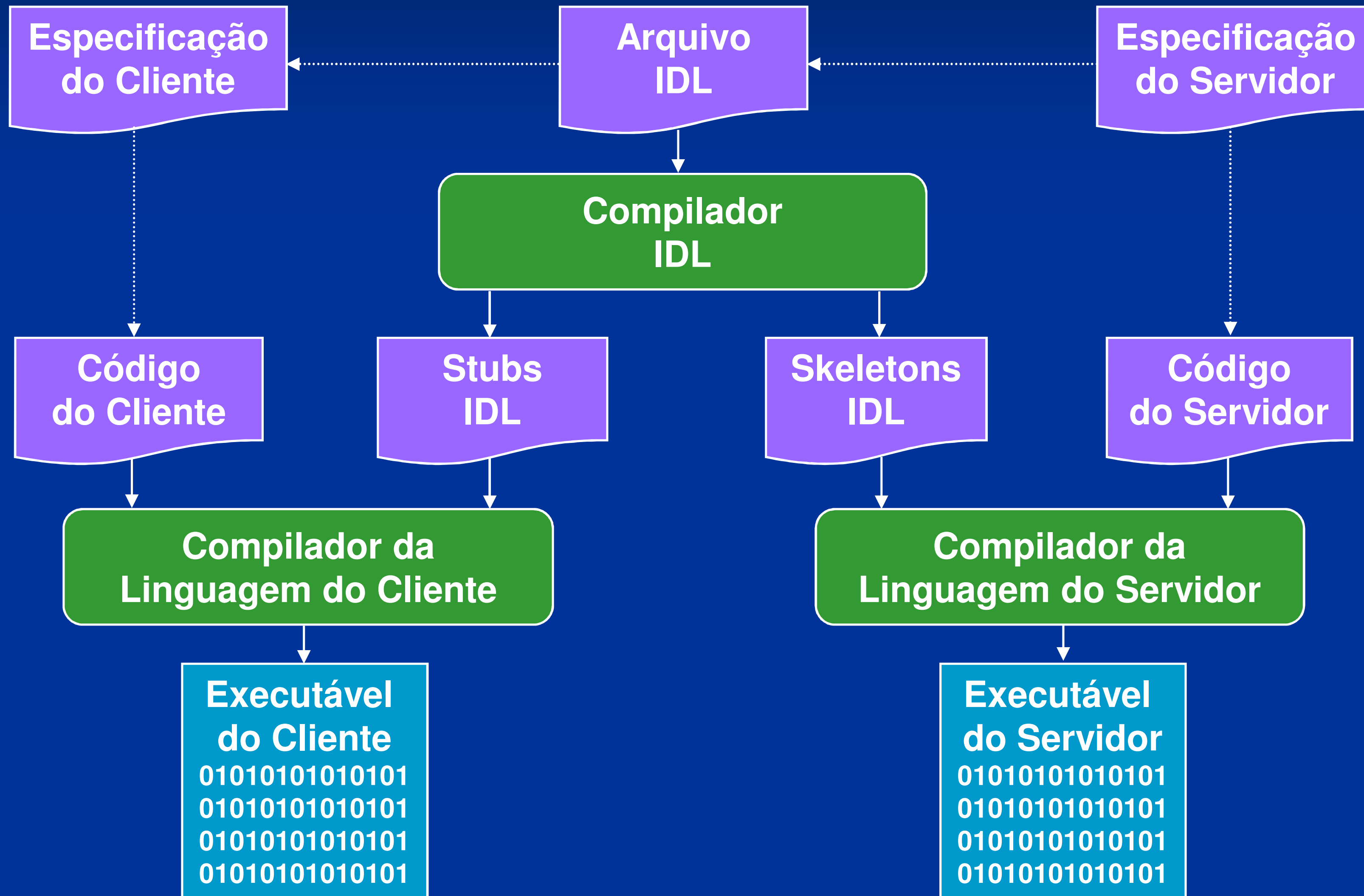
CORBA IDL

- Mapeamento de Atributos IDL para Java
  - É criado um método com o nome do atributo
  - Se o atributo não for readonly, um método de mesmo nome permite modificar o seu valor
- Mapeamento de Operações IDL para Java
  - São criados métodos na interface correspondente, com os mesmos parâmetros e exceções
  - Contexto inserido no final da lista de parâmetros

Desenvolvimento de Aplicações

- Passos para desenvolver um servidor CORBA
  - Definir a interface IDL do servidor
  - Compilar a IDL para gerar o *skeleton*
  - Implementar os métodos do servidor
  - Compilar
  - Executar
- Passos para desenvolver um cliente CORBA
  - Compilar a IDL do servidor para gerar a *stub*
  - Implementar o código do cliente
  - Compilar
  - Executar

Desenvolvimento de Aplicações



Desenvolvimento de Aplicações

- O código pode ser implementado em qualquer linguagem mapeada para IDL

Java

```
public class AutoAtendimentoImpl
  extends AutoAtendimentoPOA {

  public String boas_vindas() {
    return "Bem-vindo ao Banco";
  }
  ...
};
```

C++

```
class auto_atendimentoImpl:
  auto_atendimentoPOA { ... };

char* banco_auto_atendimentoImpl::boas_vindas()
  throws (CORBA::SystemException) {
  return CORBA::string_dup("Bem-vindo ao Banco");
}
```

Desenvolvimento de Aplicações

- Implementação do Servidor
  - O servidor deve iniciar o ORB e o POA, e disponibilizar sua referência para os clientes
  - Referências podem ser disponibilizadas através do serviço de nomes, impressas na tela ou escritas em um arquivo acessado pelos clientes usando o sistema de arquivos distribuído, um servidor HTTP ou FTP
  - Feito isso, o servidor deve ficar ouvindo requisições e as executando

Desenvolvimento de Aplicações

- Implementação do Servidor

```
package banco;
import org.omg.*;
import java.io.*;

public class servidor
{
  public static void main(String args[]) {
    try{
      // Cria e inicializa o ORB
      ORB orb = ORB.init(args, null);

    // Cria a implementação e registra no ORB
      auto_atendimentoImpl impl = new
        auto_atendimentoImpl();
```

Desenvolvimento de Aplicações

```
// Ativa o POA
POA rootpoa = POAHelper.narrow(
orb.resolve_initial_references("RootPOA"));
rootpoa.the_POAManager().activate();

// Pega a referência do servidor
org.omg.CORBA.Object ref =
   rootpoa.servant_to_reference(impl);
auto_atendimento href =
   auto_atendimentoHelper.narrow(ref);

// Obtém uma referência para o serv. de nomes
  org.omg.CORBA.Object objRef =
  orb.resolve_initial_references("NameService");
  NamingContextExt ncRef =
     NamingContextExtHelper.narrow(objRef);
```

Desenvolvimento de Aplicações

```
        // Registra o servidor no servico de nomes
        String name = "AutoAtendimento";
        NameComponent path[] = ncRef.to_name( name );
        ncRef.rebind(path, href);

        System.out.println("Servidor em execução");

        // Aguarda chamadas dos clientes
        orb.run();
      } catch (Exception e) {
         e.printStackTrace();
      }
    }
  }
```

Desenvolvimento de Aplicações

```
package banco;

import org.omg.*;

public class auto_atendimentoImpl
    extends auto_atendimentoPOA {

  public String boas_vindas () {
    return "Bem-vindo ao banco " + banco.nome_banco.value;
  }

  public double saldo (int c) throws conta_invalida {
      return CadastroBanco.getConta(c).getSaldo();
  }

  // ...
}
```

Desenvolvimento de Aplicações

- Implementação do Cliente
  - Um cliente deve sempre iniciar o ORB e obter uma referência para o objeto servidor
  - Referências podem ser obtidas através do serviço de nomes, da linha de comando ou lendo um arquivo que contenha a referência
  - De posse da referência, o cliente pode chamar os métodos implementados pelo servidor

Desenvolvimento de Aplicações

- Implementação do Cliente

```
import banco.*;
import org.omg.*;
import java.io.*;

public class cliente {

  public static void main(String args[]) {
    try {
      // Cria e inicializa o ORB
      ORB orb = ORB.init(args, null);
```

Desenvolvimento de Aplicações

```
// Obtém referência para o servico de nomes
org.omg.CORBA.Object objRef =
   orb.resolve_initial_references("NameService");
NamingContextExt ncRef =
   NamingContextExtHelper.narrow(objRef);

// Obtém referencia para o servidor
auto_atendimento server =
   auto_atendimentoHelper.narrow(
   ncRef.resolve_str("AutoAtendimento"));

// Imprime mensagem de boas-vindas
System.out.println(server.boas_vindas());
```

Desenvolvimento de Aplicações

```
      // Obtém o numero da conta
      System.out.print("Entre o número da sua conta: ");
      String conta = new BufferedReader(new
         InputStreamReader(System.in)).readLine();

      // Imprime o saldo atual
      System.out.println("Seu saldo é de R$" +
        server.saldo(Integer.parseInt(conta)));

    } catch (Exception e) {
       e.printStackTrace(System.out);
    }
  }
}
```