

# Redes Inteligentes: Alternativas para Introdução dos Sistemas Distribuídos

Rosane Bodart Soares e Anilton Salles Garcia  
Centro Tecnológico - UFES  
[rbsd@escelsa.com.br](mailto:rbsd@escelsa.com.br) e [anilton@inf.ufes.br](mailto:anilton@inf.ufes.br)

## Resumo

O processo de evolução das Redes Inteligentes convencionais para o modelo TINA está sendo fortemente baseado em dois cenários complementares principais: O primeiro emprega um *gateway* para a interação entre os elementos da RI distribuída com o Ponto de Acesso aos Serviços da RI convencional, enquanto o segundo utiliza a estrutura do Sistema de Sinalização por Canal Comum No. 7 (SS7) como transporte para a comunicação de ilhas de objetos CORBA, valendo-se da robustez e eficiência dessa rede de pacotes. Tomando-se por base a necessidade de interação entre as aplicações RI baseadas num ambiente distribuído com tecnologia CORBA, juntamente com os conceitos básicos da arquitetura TINA, apresentamos neste artigo uma comparação entre os dois cenários, destacando-se os prós e contras de cada tipo de implementação, assim como uma proposta de abordagem visando eliminar as deficiências apontadas. Finalmente, apresentamos também as principais áreas ainda não contempladas ou em fase de estudos.

## 1 Introdução

Há cerca de 20 anos, o mercado de Telecomunicações deu um grande salto, com a implantação das Redes Inteligentes (RI). Muitos serviços de valor agregado foram criados, gerando grande aporte de capital para as operadoras de rede. Os serviços, que antes eram programados dentro das centrais de comutação digitais, passaram a ser ofertados separadamente em pontos centralizados denominados Pontos de Controle de Serviços (PCSs), que se interligam à Rede de transporte através do Sistema de Sinalização por Canal Comum No. 7 (SS7). Não obstante os avanços alcançados com a introdução da RI, o crescimento esperado no mercado de serviços não ocorreu devido a, dentre outros, os seguintes fatores:

- A lentidão no processo de padronização da RI, que levou a uma diversidade de interfaces e equipamentos que não se comunicam eficientemente;
- Problema de escalabilidade dos PCSs, que são grandes sistemas centralizados;
- Dificuldade de introdução de novos serviços devido às diferentes versões de Centrais de Acesso a RI.

Problemas como esses levaram ao desenvolvimento recente de uma nova abordagem de criação e distribuição de serviços na rede, originária do conceito TINA (Telecommunications Information Networking Architecture) [1].

Essa nova abordagem constitui-se principalmente de:

- Um padrão comum para todas as interfaces que ligam os nós da RI, baseado em IDL (Interface Definition Language) e denominado ODL (Object Definition Language);
- Distribuição dos PCSs e dos outros componentes da RI através das técnicas de programação orientada a objetos e da introdução de um ambiente de processamento distribuído compatível com CORBA (Common Object Request Broker Architecture);
- Desenvolvimento de serviços independente do tipo de central de comutação que os acessa.

Os altos investimentos feitos até agora pelas operadoras de rede na implantação e expansão de suas RIs, pode se constituir num forte argumento para retardar essas novas mudanças. Outra dificuldade quanto à implementação da abordagem TINA na RI é a diferença entre as duas filosofias de oferta de serviços, o que redundará em muitas adaptações no processo de substituição das funcionalidades centralizadas em direção a uma versão distribuída. Portanto, levando-se em conta os altos investimentos que têm sido feitos por parte das operadoras de rede na implantação dos sistemas que compõem a RI, em particular da rede SS7, tais mudanças só virão a acontecer se a relação custo/desempenho for compensadora.

Uma medida chave para se preservar os investimentos na RI instalada é manter a SS7, utilizado-a também como uma Rede de Transporte Kernel para os nós com tecnologia TINA. Tal medida ainda minimiza os possíveis problemas de atrasos e de falhas que possam ocorrer, visto que a SS7 tem altos índices de performabilidade. Deve-se ter em mente também que:

- O ambiente distribuído da RI será implementado sobre uma plataforma baseada na tecnologia CORBA, conforme especificação do consórcio TINA;

- Que os nós CORBA se comunicarão através do protocolo GIOP (General Inter-Orb Protocol);
- Que a rede telefônica pública (RTP) usa o protocolo INAP (Intelligent Network Application Part) da SS7 para se comunicar com os atuais nós da RI.

Portanto, a adaptação entre a RI distribuída e a RTP não será uma tarefa trivial. Assim sendo, é de suma importância desenvolver ferramentas de conversão de protocolos (INAP/ODL) e avaliar de que forma a rede SS7 poderá transportar as requisições entre os nós com tecnologia CORBA.

Neste trabalho apresentamos uma comparação entre as duas abordagens que estão sendo propostas para a adequação do ambiente RI aos paradigmas de sistemas distribuídos, uma proposta de abordagem visando eliminar as deficiências apontadas e os principais pontos, ainda em aberto, que possibilitarão tal evolução. Essas duas abordagens estão ilustradas nos exemplos da figura 1.

O lado esquerdo da figura representa a interação entre CORBA e a RI usando um gateway como ponte para as comunicações. No lado direito, a SS7 é usada como rede de transporte *kernel* para as mensagens entre os elementos distribuídos em diferentes nós com tecnologia CORBA.

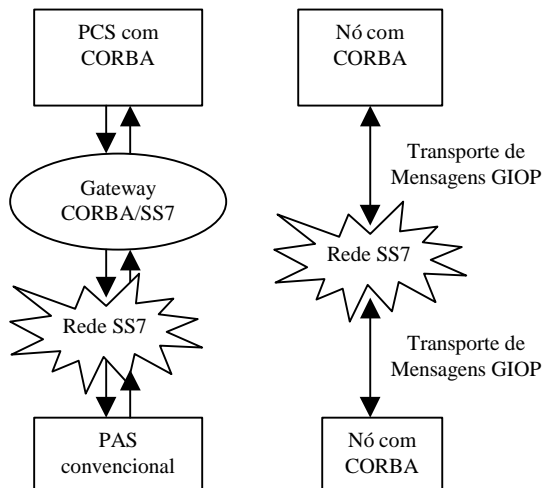


Figura 1 – Interação entre CORBA e a RI

Para maior facilidade de compreensão de nossa proposta, organizamos o artigo da seguinte forma:

- Na sessão 2 apresentamos uma síntese de como se processa a comunicação dos elementos da RI utilizando-se da estrutura da SS7.
- A sessão 3 contém a descrição, também resumida, e as características básicas do ambiente de processamento distribuído

padronizado pelo OMG (Object Management Group).

- Para interligar um nó da RI convencional com uma ilha de um sistema distribuído utiliza-se um processo de conversão de protocolos, que apresentamos na sessão 4.
- Na sessão 5 mostramos que é possível utilizar a estrutura da SS7 como rede de transporte para um RI implementada sobre uma plataforma distribuída. Basicamente existem duas alternativas, as quais são avaliadas na sessão 6.
- Descrevemos, na sessão 7, nossa proposta de abordagem para a efetiva integração dos conceitos TINA nas novas versões da RI.
- Algumas áreas ainda não exploradas ou em fase de estudos são apresentadas na sessão 8.
- As conclusões são apresentadas na sessão 9.

## 2 O Sistema SS7

Os serviços são providos através de interações entre os componentes da RI, usando o protocolo INAP. Os elementos da RI são considerados como aplicações para a SS7 (figura 2). A parte esquerda da figura representa a abordagem genérica para todas as aplicações que se utilizam TCAP. O lado direito da figura representa a especificação para as aplicações da RI. Tais aplicações são usuárias de INAP que é definido como um conjunto de ASEs (Application Service Elements). Por sua vez, INAP é usuário do protocolo ROSE (Remote Operations Service Element) da sub-camada de componente de TCAP (CSL – Component Sub\_Layer). ROSE é um paradigma genérico que se baseia em um modelo simples do tipo requisição/resposta.

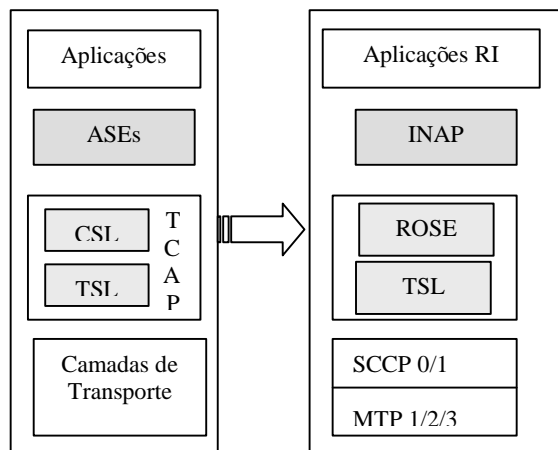


Figura 2 – As camadas do sistema SS7

Tal modelo contém muitas construções, as quais são usadas para descrever as interações entre objetos remotos, que por sua vez usam as definições de classes de objetos contidas na ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) [2]. ROS

oferece tanto serviços síncronos quanto assíncronos, porém somente os serviços assíncronos são usados por TCAP.

### 3 CORBA

Toda base dos trabalhos do grupo OMG está voltada para CORBA, que foi planejada para permitir que os objetos de aplicação encontrem e interajam com outros objetos sobre um barramento denominado Object Request Broker (ORB). Essas interações são suportadas por uma gama de serviços genéricos bem definidos. O conjunto de todas as especificações foi agrupado na Object Management Architecture (OMA) [3], como ilustra a figura 3.

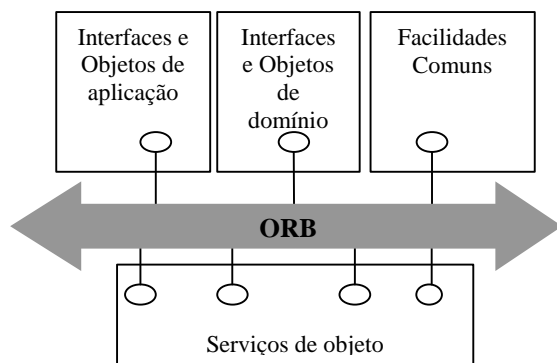


Figura 3 – A arquitetura OMA

Nessa arquitetura, um objeto cliente não precisa conhecer a implementação nem a localização do objeto servidor. Ele só precisa de um conjunto de especificações de interfaces.

Essas especificações são escritas em IDL, cujo papel é descrever a interface e a estrutura do componente. CORBA oferece serviços estáticos e dinâmicos para as interfaces clientes. No caso de interfaces estáticas, o cliente acessa os serviços via *stubs* que são as partes do código no lado cliente que executam a codificação e decodificação das mensagens trocadas entre objetos cliente e servidor. Esses stubs são gerados pelos próprios compiladores IDL. A interface de invocação dinâmica possibilita que um objeto encontre métodos que ele possa invocar em tempo real.

O ORB é a parte central de CORBA, que facilita o estabelecimento de uma relação entre cliente e servidor. Quando um cliente invoca um servidor, o ORB resolve todas as questões, independente da localização, da linguagem em que os objetos foram programados e do sistema operacional.

As requisições são passadas entre diferentes ORBs pelo General Inter-ORB Protocol (GIOP), o qual especifica os formatos das mensagens e dos dados que devem ser obedecidos nas interações entre os

ORBs. GIOP pode trabalhar (e ser instanciado) sobre qualquer protocolo de transporte *orientado a conexão*. Quando ele é usado sobre TCP/IP, passa a ser denominado Internet Inter-ORB Protocol (IIOP), o qual tem sido muito comercializado. Para redes bem específicas também é possível criar um protocolo GIOP apropriado para o ambiente em questão, quando passa a ser denominado Environment Specific Inter-ORB Protocol (ESIOP).

O ambiente de processamento distribuído idealizado pelo TINA-C para as RIs tem por base um ORB compatível com as especificações do OMG. Este ORB é complementado com servidores que fornecem os elementos necessários para as aplicações de telecomunicações tais como: notificações, transações, etc, os quais são em grande parte compatíveis com os serviços de objeto CORBA. Por outro lado, a Interface Definition Language (IDL) é enriquecida nas especificações do TINA-C, de forma a descrever a lógica interna dos objetos, tanto quanto dos agrupamentos de objetos. Ela foi chamada de Object Definition Language (ODL) [4] e está sendo adotada pelo IUT-T nas aplicações de telecomunicações.

### 4 Conversão INAP/IDL

A introdução dos conceitos TINA nas RIs, pressupõe a implementação de sistemas distribuídos com tecnologia CORBA, como ilustra a figura 4.

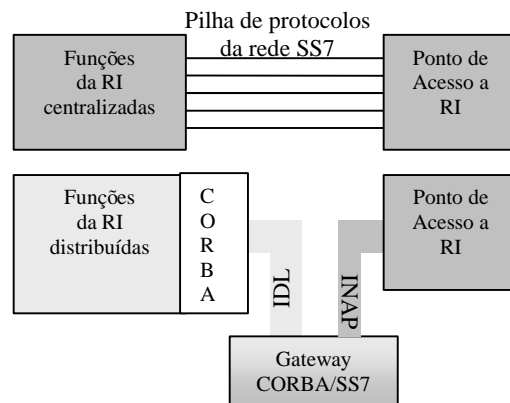


Figura 4 – Função do gateway CORBA/SS7

Torna-se necessário, portanto, se desenvolver um conversor de protocolos INAP/IDL (dentro do gateway CORBA/SS7) entre os nós com CORBA e as centrais de comutação da RTP com função de acesso á RI. Visto que em uma rede típica de telecomunicações existem comutadores de diferentes fornecedores que implementam diferentes dialetos INAP, é preciso identificar como deverá ser o comportamento do gateway para converter todos os dialetos em IDL (ou ODL) e vice-versa. Deve-se ter em mente, no entanto, que os tempos de resposta desse mecanismo devem ser

relativamente baixos, dado que uma das motivações de se implementar a tecnologia TINA na RI é acelerar o processo de introdução de novos serviços.

Como TCAP e CORBA definem um modelo cliente/servidor para computação distribuída, isso facilita a especificação de uma função de interação entre CCS7 e CORBA.

A figura 5 ilustra um modelo de gateway, o qual terá como função básica a conversão das especificações ROSE existentes (em ASN.1 e ROS) em IDL-OMG. Tal Gateway deverá ser independente das aplicações com as quais ele interage de modo a não afetar a introdução de novos serviços. Portanto, qualquer dependência de protocolo precisa ser colocada fora dele.

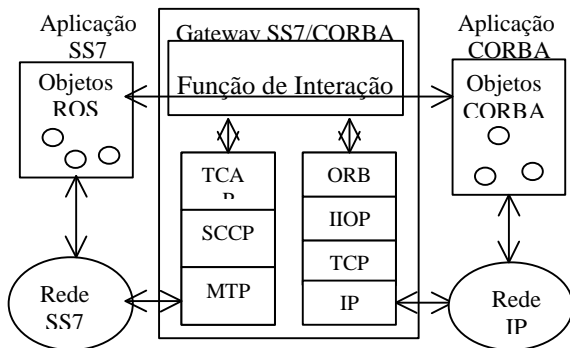


Figura 5 – Modelo do Gateway

O esforço de especificação das traduções de protocolos executadas por tal gateway já foi realizado em dois trabalhos de Mazumdar e Mitra [5] [6]. No primeiro trabalho, foram definidos os aspectos estáticos realizados pelo gateway [ROS-to-CORBA], que representam basicamente os algoritmos de mapeamento dos vários conceitos e construções ROS definidos em ASN.1 para aqueles de CORBA. O segundo, corresponde à especificação dos aspectos dinâmicos de mapeamento, que são responsáveis pelas interações realizadas no gateway e os incrementos que precisam ser feitos para suportar os conceitos ROS que não tem semântica correspondente no domínio CORBA. Essas especificações tomaram por base a metodologia seguida por X/OPEN JIDM [7] na integração de CORBA com TMN.

## 5 Utilização da SS7 para Transportar as Mensagens GIOP

O alto custo para equipar uma rede telefônica com o sistema SS7 foi, no nosso ponto de vista, o principal motivo que levou o TINA-C a escolher a SS7 como a rede de transporte kernel para a comunicação entre os nós RI distribuídos. Entretanto, existem incompatibilidades que

precisam ser resolvidas a um baixo custo para que a idéia seja atrativa técnica e economicamente.

Estudos realizados pelo EURESCOM [8] levaram a duas possíveis realizações técnicas de implementação de GIOP na rede CCS7: GIOP sobre a camada TCAP e GIOP sobre a camada SCCP (Signalling Connection Control Part), como ilustra a figura 6.

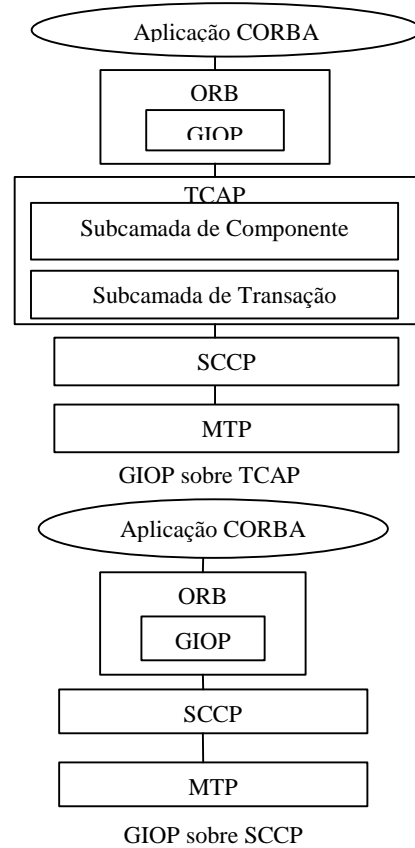


Figura 6 – Formas de mapear GIOP sobre a SS7

Para implementar GIOP na SS7 é preciso que o protocolo de transporte atenda aos seguintes requisitos:

- Seja orientado a conexão, mantendo a ordem das mensagens enviadas;
- Seja confiável relativamente aos mecanismos de controle de fluxo, indicando erros de transmissão;
- Não ter limitação nos tamanhos das mensagens.

Cabe ressaltar, entretanto, que nenhum dos dois métodos de implementação propostos atende de forma adequada aos requisitos acima.

## 6 Análise Comparativa entre os cenários envolvendo TCAP e SCCP como Camadas de Transporte

Visto que TCAP é um serviço do tipo ROSE, ele pode ser usado como mecanismo de transporte para mensagens GIOP. Os serviços que utilizam TCAP precisam definir suas operações usando módulos ASN.1. Sendo assim, deve-se considerar a possibilidade de usar as macros de ASN.1 para definir os conjuntos de operações que correspondem às primitivas de GIOP: Request, Reply, CancelRequest, LocateRequest, LocateReply, CloseConnection e MessageError.

O gateway, portanto, terá que converter o formato Common Data Representation (CDR) que é usado em GIOP, numa forma transportável usando tipos ASN.1.

Existem, fundamentalmente, dois aspectos que podem tornar a tarefa de mapear GIOP sobre TCAP difícil e, talvez, não aplicável:

1. As semânticas de erro de GIOP e TCAP são muito diferentes; conseqüentemente, será imprescindível encontrar uma forma de integrá-las.
2. As regras de codificação de GIOP e TCAP são distintas. GIOP usa CDR, enquanto que TCAP usa Basic Encoding Rules (BER) de ASN.1.

Como o protocolo SCCP fornece serviços que são aplicáveis no ambiente CORBA, torna-se possível o transporte confiável de dados, preservando sua ordem, além de ter flexibilidade no endereçamento de um ponto de sinalização. Tal endereçamento pode ser realizado usando um código de ponto de sinalização ou um título global [9]. Este último mecanismo de endereçamento é usado juntamente com uma conversão do título global. Essa forma de conversão transforma o título global que é transparente para o usuário em um código de ponto de sinalização do destino.

Apesar de ser possível usar o modo Título Global de SCCP para realizar os endereçamentos dos nós CORBA, deve-se considerar que os objetos CORBA terão que ser nomeados na rede SS7, e, portanto, faz-se necessário definir como deverá ser realizado.

Nas redes SS7 instaladas, somente estão disponíveis as classes 0 e 1 de SCCP, as quais são serviços não orientados a conexão. O serviço classe 0 não garante que a ordem das mensagens enviadas seja mantida. Entretanto o serviço classe 1 mantém o sequenciamento das mensagens, o que é essencial

para GIOP. Uma outra característica de SCCP é a detecção de falhas. Nesse contexto, os recursos de SCCP classe 1 podem, portanto, ser usados como transporte para as mensagens GIOP.

No entanto, pelo fato de existirem variações internacionais do padrão SCCP surge a questão de como contemplar todos esses tipos de implementação.

## 7 Requisitos Básicos de Implementação

Em função do que foi descrito acima, estamos propondo a seguinte abordagem de implementação para minimizar / eliminar as limitações apresentadas pelas propostas em curso:

- Especificação de um modelo funcional de um Adaptador de Protocolos tomando por base o gateway SS7/CORBA. A grande dificuldade nos parece que é o fato de haver diferentes dialetos INAP a ser convertidos em IDL.
- Avaliação das condições em que as camadas TCAP e SSCP poderão transportar seguramente o protocolo GIOP. Tal avaliação, pelo exposto, acima é bastante complexa.
- Especificação Funcional de um mecanismo de interoperabilidade entre os nós distribuídos, usando o sistema SS7 como rede de transporte kernel para as mensagens GIOP. Essa parte é consequência da fase anterior descrita acima.

A partir dos resultados obtidos poderemos apontar as dificuldades de implementação dos cenários propostos, identificar os possíveis reflexos sobre os programadores de serviços e avaliar as possíveis implicações sobre as redes convencionais.

## 8 Áreas em Aberto

As soluções referentes aos cenários de interoperabilidade entre os sistemas RI distribuídos e entre esses e os sistemas convencionais, ainda não estão devidamente amadurecidas e, possivelmente, muitos ajustes serão feitos. De acordo com os caminhos que estão sendo tomados pelas pesquisas em torno desse tema, entendemos que algumas áreas ainda estão em aberto para estudos e debates, a saber:

- *Modo de invocação de operações:* TCAP especifica que todas as invocações de operações sejam assíncronas, enquanto CORBA permite, até o momento, os modos de invocação síncrono e síncrono deferido. O modo síncrono deferido, mais próximo do

modo assíncrono de TCAP só está disponível para utilização com Interface de Invocação Dinâmica. Portanto, será necessário definir um mecanismo que permita às aplicações usuárias de TCAP acessarem corretamente o domínio CORBA. Existe uma proposta nesse sentido de usar as facilidades providas pelo Serviço de Mensagens do padrão OMG[10]. Tal recurso também poderá ser utilizado para realizar os requisitos de QoS das aplicações ROSE no domínio CORBA, referentes aos tempos de resposta das invocações de operações.

- *Serviços classe 2 e 3:* Nossa opinião é de que ainda não foi estudada a possibilidade de definir um protocolo sobre SCCP orientado a conexão (serviço classe 2 e 3), os quais poderiam ser disponibilizados nas redes SS7. Tal possibilidade, portanto, implica em mudanças na estrutura dos ambientes SS7, o que nos parece inviável em princípio, pois um dos objetivos é não alterar as redes instaladas. Quaisquer mudanças e implementações a mais devem ser feitas fora dos ambientes existentes.
- *Comunicação de PAS distribuídos com PCS centralizado:* Até o momento discute-se proposta de interação entre a camada RI distribuída e os Pontos de Acesso aos Serviços (PASs) convencionais. Entretanto, a tendência é de que a longo prazo todos elementos da RI, inclusive os PASs, também sejam construídos sobre uma plataforma CORBA. Assim sendo, poderá ocorrer uma situação em que um PAS-CORBA tenha que se comunicar com um PCS convencional. Essa comunicação ocorrerá quando um determinado serviço seja ofertado apenas pela RI convencional local. Parece-nos que este aspecto ainda não foi explorado.

## 9 Conclusões

Apresentamos neste trabalho dois aspectos distintos envolvendo a interação entre os sistemas RI e CORBA.

O primeiro aspecto envolveu a utilização de um gateway qual tem por funcionalidade básica a conversão de protocolos. Assumimos uma arquitetura em que um PCS distribuído é acessado por um PAS convencional. A situação inversa, envolvendo um PAS distribuído e um PCS centralizado não foi analisada e, parece-nos que deverá ser tratada de forma diferente, visto que as requisições de serviço na RI são realizadas sempre via PAS.

Uma das dificuldades apontadas na implementação desse dispositivo é possibilitar que qualquer dialeto INAP possa ser convertido em IDL.

O outro aspecto envolveu a SS7 como mecanismo de transporte para as mensagens GIOP entre os objetos CORBA. Não abordamos a possibilidade de criação de um novo GIOP (ESIOP) para ser mapeado sobre a SS7, o que corresponderia a um tratamento diferente do que foi descrito e envolveria a forte atuação do grupo OMG para viabilizar tal procedimento.

Em princípio é possível usar TCAP ou SCCP como base para GIOP. Entretanto, é preciso levar em consideração vários fatores, tais como complexidade de implementação, sobrecarga na camada de rede usada e a natureza do protocolo, na especificação do modelo de interoperabilidade. Um outro aspecto a ser analisado é o novo tipo de tráfego que será transportado pela SS7, que não foi projetada para tal.

## Referências

- [1] Overall Concepts and Principles of TINA, TINA-C Deliverable, 1995.
- [2] Recomendação X.680, Information Technology – Open Systems interconnection – Abstract Syntax Notation One (ASN.1).
- [3] OMG, Object Management Architecture Guide, Revision 3.0, June 1995.
- [4] TINA Object Definition Language MANUAL, TINA-C Deliverable, Version 2.3, July 22 1996.
- [5] Interworking Between CORBA and Intelligent Network Systems, OMG Document, Subrata Mazumdar and Nilo Mitra.
- [6] ROS-to-CORBA Mappings: first Step towards Intelligent Networking using CORBA, Proceedings of the Conference on Intelligence in Services and Networks, Lake Como, May 1997.
- [7] X/Open, Inter-domain Management Specifications: Specification Translation, X/Open Specifications, draft dated August 9, 1995.
- [8] Project P508, EURESCOM, Evolution, Migration Paths and Interworking to TINA, deliverable 3, December 1997.
- [9] Recomendação Q.711 do ITU-T, Specifications of Signalling System No. 7 – Signalling connection control part, 07/1996.
- [10] Interworking Between CORBA and TC Systems, OMG Document Number: telecom/98-10-93, October 19, 1998.