

Trading e Agentes em Sistemas de Informações Geográficas Distribuídos

SÔNIA VIRGÍNIA ALVES FRANÇA¹

CARLOS ANDRÉ GUIMARÃES FERRAZ²

¹ UNIT-Universidade Tiradentes - Av. Dr. José T. D. Nabuco, 300, 49030-270, Aracaju, SE
soniafranca@yahoo.com

² UFPE/Centro de Informática - Caixa Postal 7851, 50732-970, Recife, PE
cagf@cin.ufpe.br

Resumo: Este trabalho descreve um modelo que possibilita que Sistemas de Informações Geográficas heterogêneos, distribuídos em redes de longas distâncias se comuniquem, interoperando dados e serviços. O modelo baseia-se nas tecnologias de objetos distribuídos e agentes e no padrão OGIS, definindo os conceitos de GIS *Trader* e Geoagentes como componentes que tornam possível a interoperabilidade entre aplicações de geoprocessamento, bem como contribuem para um bom desempenho quando essas aplicações se encontram distribuídas em redes heterogêneas e de longa distância.

Abstract: This paper describes a model that allows heterogeneous Geographic Information Systems, distributed over wide area networks to communicate with each other, interoperating data and services. The model is based on distributed objects and agents technologies and on the OGIS standard, defining the concepts of GIS *Trader* and Geoagents as components that enable interoperability between geoprocessing applications, as well as contribute to good performance when such applications are distributed over heterogeneous and wide area networks.

1 Introdução

Os Sistemas de Informações Geográficas ou SIGs, foram adotados extensamente nas duas últimas décadas para auxiliar no planejamento urbano, agricultura, transporte e muitos outros campos [5]. No entanto, A maioria dos SIGs são implementados para executar em ambientes fechados, possuindo seu próprio modelo de dados e funções para manipular os mesmos. A troca de dados entre SIGs heterogêneos é bastante complexa ou praticamente não existe [2, 9, 14]. Para resolver esse problema são adotados padrões, diminuindo custos e tempo de aquisição de dados geográficos. Um dos padrões para troca de dados geográficos mais difundido atualmente é o OGIS (*Open Geographic Interoperability Specification*) [3, 8].

Os SIGs são desenvolvidos, muitas vezes, para uma certa comunidade de usuários, assim eles são equipados com um conjunto de funções de interesse dessa comunidade [4]. No entanto, pode ser que o usuário necessite de uma função que o seu SIG não dispõe, assim, seria interessante que ele pudesse fazer uso de funções que estivessem disponíveis em outros SIGs.

Quando esses SIGs se encontram distribuídos em redes heterogêneas e de larga escala, serão necessários mecanismos que tornem possível a comunicação entre eles de forma eficaz e eficiente. É importante ressaltar que ambientes de geoprocessamento envolvem grande volumes de dados e um grande problema em ambientes de

larga escala é saber onde encontrar esses dados ou a função desejada.

O modelo proposto neste trabalho permite que sistemas de informações geográficas distribuídos em redes heterogêneas e de longas distâncias se comuniquem, interoperando dados e serviços, e fornecendo aos usuários desses SIGs, transparência de acesso e de localização, facilidades para buscar a informação através de interfaces bem definidas, simples e claras, bem como tempos de resposta razoáveis, considerando longa distância e dados geográficos de grande volume.

2 Modelo Baseado em GIS *Trader* e Agentes Geográficos

O modelo reúne as tecnologias de objetos distribuídos [13], o padrão OGIS e agentes [7, 10, 12] com a finalidade de proporcionar a interoperabilidade entre aplicações de geoprocessamento, bem como garantir um bom desempenho quando essas aplicações se encontram distribuídas em redes heterogêneas e de longa distância.

O modelo funciona da seguinte forma: servidores cadastram seus serviços de geoprocessamento em um GIS *trader*. O GIS *trader* é responsável por fazer o anúncio desses serviços. O usuário, através da aplicação SIG, faz a requisição de um serviço que a sua aplicação não possui. A busca e invocação desse serviço é feita pelos

geoagentes que se comunicam com o GIS *trader* e com o servidor, obtendo assim o resultado para o usuário[6].

Uma visão macro do modelo é apresentada na figura 1, com os seguintes componentes: servidor, GIS *trader*, geoagentes e aplicação GIS.

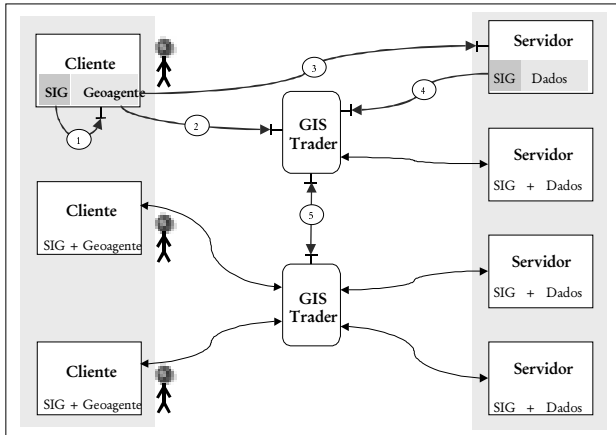


Figura 1: Visão do modelo baseado em GIS *trader* e agentes geográficos.

A comunicação entre os componentes do modelo é feita via interfaces. As setas numeradas (figura 1) mostram as diferentes interfaces necessárias para a comunicação entre os componentes. A interface 1 representa a comunicação da aplicação SIG com o geoagente; essa interface é necessária quando a aplicação deseja fazer a requisição de um serviço. A interface 2 representa a comunicação do geoagente com o GIS *trader*; o geoagente é responsável por ir buscar o serviço requisitado pela aplicação. A interface 3 representa a comunicação do geoagente com o servidor; neste momento o geoagente está fazendo a requisição do serviço. A interface 4 representa a comunicação do servidor com o GIS *trader*, usada no momento em que o servidor deseja fazer a oferta de um serviço de geoprocessamento. A interface 5 representa a comunicação entre os GIS *traders*, esta ocorre caso exista a necessidade de uma federação de *traders* [1, 17] em um sistema de larga escala.

Os componentes do modelo são objetos CORBA [13] que estão distribuídos nas redes, comunicando-se através do protocolo IIOP e sendo gerenciados por ORBs. A escolha por CORBA se dá pela independência de plataforma e de linguagem, e sua habilidade de tratar problemas de heterogeneidade. Essas facilidades trazem ganhos muito grandes, já que está se tratando de ambientes de geoprocessamento que são naturalmente heterogêneos. Outra vantagem é a facilidade de escalabilidade do sistema, ou seja, novos SIGs podem ser adicionados ao modelo a qualquer momento. O serviço *trader* [1, 13] oferecido pelo CORBA é adaptado para atender às necessidades dos usuários de SIGs, surgindo assim o conceito de GIS *trader*.

A eficiência das buscas em redes de longa distância pode se dar através dos geoagentes (ou agentes geográficos, agentes que fazem tarefas voltadas ao geoprocessamento) e do GIS *trader*. Juntos, irão localizar, buscar e invocar os serviços requisitados pelos usuários com mais rapidez, visto que no GIS *trader* são catalogados todos os serviços de geoprocessamento disponíveis para uma certa comunidade de informação. Os geoagentes se comunicam com o GIS *trader* para localizar o serviço requisitado. Se não houvesse o GIS *trader*, os geoagentes teriam que buscar o serviço requisitado entre todos os serviços disponíveis na rede.

Nos servidores encontram-se implementações de objetos CORBA. Quando um novo objeto, que faz um serviço de geoprocessamento, é instanciado, ele pode ser cadastrado no GIS *trader*, para que este faça o anúncio e, assim as aplicações podem fazer uso do serviço. O servidor é requisitado no momento em que o geoagente faz a invocação a seus objetos; ele faz o processamento do pedido e envia o resultado para o geoagente.

Nos clientes residem as aplicações/interfaces SIG e os agentes geográficos. As interfaces SIGs são as aplicações que usam os serviços de geoprocessamento disponíveis na rede. Eles têm o seu próprio modelo de dados e funções para processar esses dados, devem estar de acordo com as especificações do padrão OGIS, tornando possível a interoperabilidade dos dados geográficos. Dessa forma, não haverá problemas no formato dos dados que forem trocados entre os diferentes SIGs. Quando um usuário deseja um serviço que a sua aplicação SIG não dispõe, este interage com uma interface para fazer o pedido do serviço, informando o tipo do serviço desejado e dados de entrada. Também é através dessa interface que o usuário recebe a resposta do seu pedido ou a informação de que o pedido não pode ser atendido. A transparência de localização ao serviço é garantida por CORBA, portanto a aplicação não sabe onde é que o serviço solicitado foi encontrado.

Nos próximos tópicos, será detalhado o funcionamento do GIS *trader* e dos geoagentes, principais elementos do modelo.

2.1 GIS *Trader*

Traders atuam como um *broker*, possibilitando a clientes encontrar serviços que eles necessitam e anunciam serviços em um ambiente distribuído [1, 11, 13]. Um *trader* interage com os servidores (fornecedores de serviço), os clientes (usuários de serviço) e outros *traders*. O GIS *trader* será responsável por fazer o anúncio de serviços de geoprocessamento, ou seja, ele faz apenas o anúncio de serviços que são do interesse da comunidade de geoprocessamento à qual ele faz parte. Os exportadores (servidores) cadastram seus serviços de geoprocessamento no GIS *trader*, para que este faça o anúncio, e os importadores buscam no GIS *trader* os serviços ofertados.

Se uma entidade desejar usar um serviço oferecido dentro de uma outra comunidade, interações entre *traders* serão necessárias. Estas interações são conhecidas por federações de *traders* [17]. Uma federação de *GIS trader* é criada com o objetivo de aumentar o alcance do usuário, já que este terá acesso a mais serviços.

A figura 2 mostra uma visão detalhada do *GIS trader* com os demais componentes e interfaces. São identificados quatro componentes básicos: importador (geoagente) e exportador de serviços (servidor de geoprocessamento), o *GIS trader* e o administrador da federação.

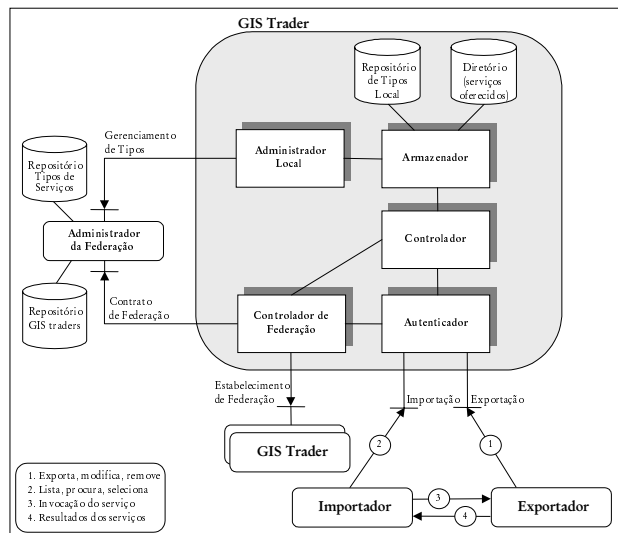


Figura 2: Detalhamento dos módulos do *GIS trader*.

2.1.1 Descrição dos Módulos

O *GIS trader* possui cinco módulos que serão descritos a seguir.

O módulo *Armazenador* armazena operações que manipulam a informação correspondente aos tipos de serviços (no *Repositório de Tipos Local*) e serviços oferecidos (no *Diretório*). Por se tratar de um *GIS trader*, os tipos de serviços ofertados são referentes a geoprocessamento, como mapeamento de uma estrada, topografia de uma área, etc. No *Diretório* são armazenados todos os serviços ofertados pelo *GIS trader*.

O módulo *Controlador* é responsável por executar as operações locais do *GIS trader*, tais como: inserir, remover e alterar ofertas de serviços. O módulo *Controlador de Federação* analisa os pedidos que chegam através da interface *Estabelecimento de Federação* considerando o contrato de federação e o envia para o módulo *Controlador*, que irá fazer a busca do pedido federado. O módulo *Controlador de Federação* também é usado para informar com quais *GIS traders* deve ser estabelecida a federação.

O *Autenticador* é o módulo que verifica a permissão do importador ou exportador para executar uma operação.

Se o exportador desejar fazer a oferta de um serviço que não seja do interesse do *GIS trader*, o *Autenticador* informa que o serviço não pode ser cadastrado. Esse é o módulo que traz a diferença entre um *trader* comum e o *GIS trader*. Nos *traders* comuns, podem ser criados e cadastrados qualquer tipo de serviço.

O *Administrador Local* gerencia a informação armazenada no *GIS trader*. É através dele que o *Administrador da Federação* informa qualquer mudança nos tipos de serviços, usando a interface *Gerenciamento de Tipos*.

2.1.2 Administrador da Federação

O *Administrador da Federação* é um módulo associado e externo ao *GIS trader* e tem como principais funções: a criação de novos tipos de serviços e o gerenciamento da federação de *GIS traders*. Vale destacar, novamente, que uma federação de *trader* integra grande número de serviços registrados e negociados, aliviando o trabalho de cada *trader* - como se fossem várias páginas amarelas integradas [13].

É no *Administrador da Federação* que são definidos os tipos de serviços de interesse dos usuários da federação. Os tipos de serviços, juntamente com sua descrição, estão armazenados no *Repositório de Tipos de Serviços* e devem ser especificados pelo *Administrador da Federação* para que não ocorram problemas de semântica nos nomes dos tipos de serviços. Ou seja, se cada *GIS trader* criasse os seus próprios tipos de serviços, como é feito normalmente em *traders* comuns, poderia ser que eles usassem nomes bastante diferentes para representar uma funcionalidade semelhante, dificultando que certos serviços fossem encontrados, por exemplo: o tipo de serviço “mapeamento” pode ter nomes bem diferentes em outros *GIS traders* da federação, como por exemplo: “desenho”, “cartograma”. Quando um tipo de serviço é criado, removido ou alterado, o *Administrador da Federação* avisa aos *GIS traders* da federação usando a interface *Gerenciamento de Tipos*.

Quando um *GIS trader* é instanciado, ele deve ser cadastrado no *Administrador da Federação*. As informações do *GIS trader* ficam armazenadas no *Repositório de GIS traders*. O *Administrador da Federação* informa quais os tipos de serviços suportados pela federação e um *GIS trader*, caso exista federação, para que ele se ligue no momento que seja necessário o estabelecimento de federação, usando a interface *Contrato de Federação*. Pode ocorrer que um *GIS trader* tenha problemas e os outros não consigam estabelecer a federação; com isso, o *GIS trader* que está tentando se integrar a federação, contata o *Administrador da Federação* para que este lhe informe um outro *GIS trader* para que a federação seja estabelecida.

2.1.3 Atividades de um GIS Trader

O GIS *trader* executa duas atividades principais: o cadastramento e o anúncio de serviços de geoprocessamento [6]. A seguir será detalhada cada uma dessas atividades.

Cadastramento de serviços

O cadastramento de um serviço é solicitado pelo exportador ao GIS *trader*. Assim, o exportador negocia com o GIS *trader*, através da interface Exportação. Primeiramente, o GIS *trader* informa os tipos de serviços suportados por ele; se o serviço for de um tipo de serviço existente, então pode ser cadastrado. O serviço é verificado no módulo Autenticador; se estiver tudo correto, isto é, o serviço é de um tipo existente no GIS *trader*, as informações do serviço são passadas para o módulo Execute, que faz o armazenamento no banco de dados de serviços oferecidos. A partir deste momento, o serviço está disponível para os importadores. O exportador também pode solicitar a remoção e atualização de um serviço.

Anúncio de Serviços

Quando um importador deseja encontrar um serviço de geoprocessamento, este procura um GIS *trader*, usando a interface Importação. O importador informa ao GIS *trader* o tipo de serviço desejado, o qual verifica se possui cadastrado algum serviço que seja do tipo procurado. Se o GIS *trader* possui o serviço, ele retorna uma lista contendo todos os serviços encontrados para o importador. A especificação CORBA fornece duas opções de resultados: o *trader* pode retornar uma lista com todos os serviços encontrados ou escolhe um dos serviços desta lista. No GIS *trader* foi adotada a opção de retornar a lista para que a escolha do serviço fique a critério do geoagente. Caso o GIS *trader* não possua o serviço, ele verifica a existência do serviço na federação. O GIS *trader* de origem (ligado ao importador) inicia a negociação com outros GIS *traders* a procura do serviço desejado; para isso é usado o módulo Execute Federação através da interface Estabelecimento de Federação. O pedido vai passando *trader* a *trader*, na tentativa de encontrar o serviço. O *trader* que está sendo visitado no momento conhece a referência do GIS *trader* de origem; assim, quando o serviço for encontrado, o resultado é enviado diretamente para o GIS *trader* de origem, que passa o resultado - referência da interface do objeto prestador do serviço requisitado - para o importador. Se o serviço não for encontrado na federação ou o tempo de consulta for expirado (*timeout*), uma exceção é enviada para o importador.

2.2 Geoagentes - Agentes Geográficos

Os geoagentes agem como elemento integrador da aplicação GIS com o restante dos componentes da arquitetura. O que justifica o uso da tecnologia de agentes no presente modelo é que eles trabalham em nome dos usuários integrando-se às aplicações GIS, auxiliando nas buscas e requisições de serviços abertos de geoprocessamento [15]. A adoção dos agentes diminuirá a interferência do usuário até que toda a informação requisitada seja recuperada.

Cada aplicação deve possuir seus próprios geoagentes. A implementação deles está vinculada ao modelo de dados e organização da aplicação, por um lado, e ao modelo OGIS, por outro, para garantir a heterogeneidade e abertura do sistema.

No atual modelo existem dois tipos de geoagentes diferentes: geoagente de importação e geoagente de composição, que se comunicam entre si para responder às necessidades dos usuários [6]. Os geoagentes conhecem o modelo de dados da aplicação e atuam como intermediadores. Os geoagentes de importação se comunicam com o GIS *trader* a procura do serviço desejado, e assim que o encontra, repassam sua referência para os geoagentes de composição, que fazem a requisição do serviço. Na figura 3 são mostrados os dois tipos de geoagentes e a comunicação entre eles e os demais componentes do modelo.

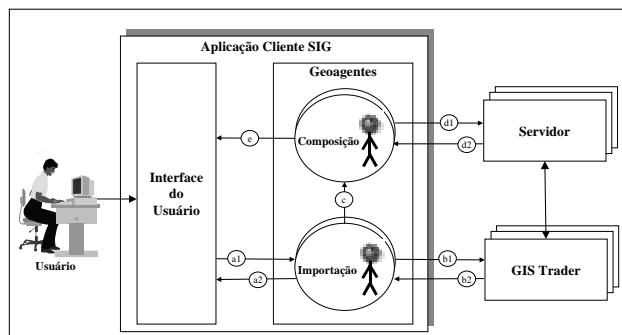


Figura 3: Modelo com detalhamento dos geoagentes.

2.2.1 Geoagente de Importação

O geoagente de importação faz interface com o GIS *trader*, para localizar serviços. Através da interface do usuário, o geoagente de importação recebe as informações necessárias para que seja feita uma requisição (fluxo a1, figura 3). De posse das informações, o geoagente de importação começa a negociar com o GIS *trader*, para importar um serviço. O geoagente de importação requisita ao GIS *trader* uma lista de serviços disponíveis, do tipo de serviço solicitado pelo usuário (fluxo b1, figura 3). Se o GIS *trader* possuir algum serviço do tipo solicitado, ele envia uma lista dos serviços encontrados (fluxo b2, figura 3). Para encontrar o serviço, pode ser necessário que o GIS *trader* estabeleça federação com outros GIS *traders*,

mas isso é transparente para o geoagente de importação. Se nenhum serviço for encontrado, uma mensagem é enviada ao geoagente de importação, que retorna a aplicação do usuário (fluxo a2, figura 3). Podem ser encontrados diversos serviços de um mesmo tipo em um único GIS *trader*, então o GIS *trader* envia uma lista com todos os serviços encontrados. Ao receber a lista de serviços, o geoagente de importação escolhe, aleatoriamente, um serviço para fazer a invocação. A escolha do serviço a ser invocado poderia ser feita de várias outras maneiras: uma delas seria mandar a lista para que o usuário escolhesse; outra forma seria escolher o primeiro serviço da lista. A opção por escolher o serviço aleatoriamente é para evitar ao máximo a interferência do usuário. O critério de escolher o primeiro serviço da lista, poderia ficar sobrecarregando um único serviço. Em um futuro, o geoagente poderá ser inteligente para fazer a escolha de forma criteriosa.

Depois de escolher um serviço, o geoagente de importação passa as informações para o geoagente de composição (fluxo c, figura 3).

2.2.2 Geoagentes de Composição

O geoagente de composição é responsável por invocar o serviço no servidor de geoprocessamento e fazer a composição dos resultados, se necessário. Ele conhece o modelo de dados da aplicação e faz os ajustes necessários para que não ocorram problemas de semântica dos dados. Portanto, quando o geoagente de composição recebe do geoagente de importação a referência do objeto, ele faz a invocação do serviço no servidor (fluxo d1, figura 3), que envia os resultados (fluxo d2, figura 3). O geoagente de composição faz os ajustes necessários no resultado e o envia para a aplicação cliente (fluxo e, figura 3). Em alguns casos pode ser necessário que vários servidores sejam invocados, por exemplo: o usuário necessita da composição de dados que estão espalhados em vários servidores. Nesse momento será necessária a composição de todos os resultados obtidos.

3 Um Exemplo

Para validar o modelo, foi feito um estudo utilizando o caso do Projeto “Corredor Atlântico do Mercosul”, ou abreviadamente CAM. O consórcio Corredor Atlântico do Mercosul é uma organização privada, sem fins lucrativos, que abrange portos, companhias de navegação e sindicatos, com o objetivo de tornar as vias costeiras mais competitivas. A iniciativa visa agilizar e facilitar a integração entre os países do Mercosul (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai), transferindo alguns milhões de toneladas de carga da rede rodoviária intra-costal para o sistema costeiro de navegação [16].

O exemplo trata do uso dos objetos básicos do modelo. Considera-se a seguinte consulta: uma carga de

milho situada em Buenos Aires - Argentina deverá ser enviada para Recife - Brasil. Neste exemplo o Administrador da Federação se localizará no Rio de Janeiro por ser um ponto central do Mercosul, otimizando o tráfego de mensagens na rede. Assim, se houver necessidade de cadastramento de novos serviços, os pedidos são enviados para este ponto, bem como, quando houver a instanciação de novos GIS *traders* no Corredor. Conforme novos pontos são adicionados ao Corredor, novos GIS *traders* são instanciados, já que a demanda e oferta de serviços aumenta.

Primeiramente, o ponto de Buenos Aires deve ter conhecimento de todas as vias pelas quais essa carga pode ser transportada. Dessa forma, são verificados quais dados são necessários para a execução da consulta. Se houver dados que o ponto não possui, por estarem distribuídos na rede, ou que necessitem ser atualizados, um pedido é enviado para o geoagente de importação para que encontre os mesmos. O geoagente de importação se comunica com o GIS *trader*, que informa uma lista de serviços de dados referentes a estradas, portos e ferrovias em que a carga poderá passar. Caso seja necessário, o GIS *trader* ao qual o ponto de Buenos Aires está ligado, se comunica com outros GIS *traders* da federação a procura dos serviços. Neste momento, podem acontecer três problemas:

1. o serviço não ser encontrado no tempo limitado: uma mensagem é retornada para o usuário avisando o *timeout*;
2. o tipo de serviço desejado ainda não foi cadastrado pelo Administrador da Federação. Neste caso, deve ser enviado um pedido para que o Administrador da Federação verifique a possibilidade da criação do novo tipo de serviço e assim, as aplicações comecem a disponibilizar esse serviço nos diversos GIS *traders* da federação;
3. algum GIS *trader* com o qual se deseja estabelecer federação está com problemas. Neste caso, pede-se ao Administrador da Federação a referência de um outro GIS *trader* para que se estabeleça uma nova federação. Dessa forma a busca de serviços não fica prejudicada pelo fato de se ter um GIS *trader* sem funcionar.

Não havendo problemas, o GIS *trader* fornece para o geoagente de importação uma lista dos serviços encontrados. O geoagente de importação escolhe, aleatoriamente, um serviço da lista e passa a referência do mesmo para o geoagente de composição que faz a invocação do serviço no devido servidor. Conforme os resultados da invocação vão sendo obtidos, o geoagente de composição vai fazendo os devidos ajustes para entregá-los ao usuário. Dessa forma, é transparente para o usuário quais servidores foram invocados para a obtenção dos dados. Estes dados se encontram distribuídos nos diversos dos pontos do Mercosul e são sendo sempre

atualizados, dessa forma as tomadas de decisões tornam-se mais precisas.

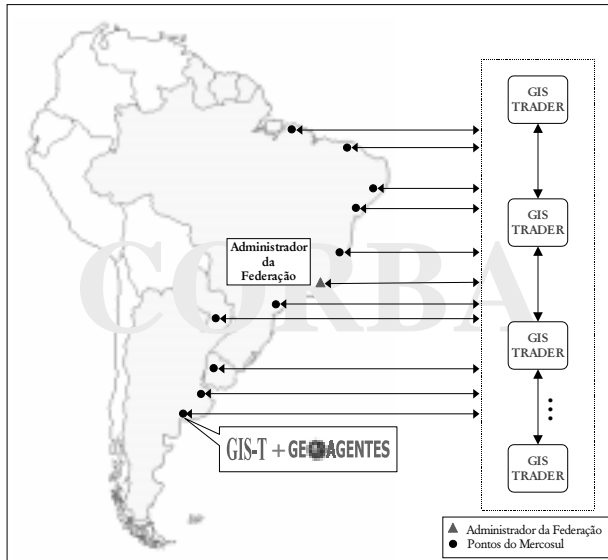


Figura 4: Exemplo de distribuição dos componentes no CAM.

Com os resultados, a aplicação SIG faz o mapeamento das estradas, ferrovias e portos, fazendo um estudo comparativo custo/benefício dos possíveis caminhos. Várias questões devem ser observadas, por exemplo:

- disponibilidade do porto;
- tempo de viagem entre as diversas cidades do percurso;
- distância entre as cidades;
- tempo que leva para descarregar a mercadoria.

Pode ser que a melhor rota necessite da utilização de vários meios de transporte, criando assim, uma rede intermodal.

4 Conclusões

Este trabalho teve por objetivo propor um modelo onde diversos sistemas de informações geográficas distribuídos pudessem se comunicar, compartilhando dados e serviços, sem se preocupar com questões relacionadas a heterogeneidade, localização dos dados e serviços e distâncias entre eles. Como resultado, foi apresentado um modelo obtido através da combinação de tecnologias emergentes nas áreas de sistemas distribuídos, sistemas de informações geográficas e agentes. Foram utilizadas as especificações CORBA e OGIS, e agentes, surgindo assim os conceitos de GIS traders e geoagentes, que formam o modelo proposto.

A interoperabilidade é alcançada tanto em nível operacional, utilizando CORBA, que garante a localização e interoperabilidade de objetos em ambiente distribuído e heterogêneo, quanto em nível de aplicação através do uso

do padrão OGIS que garante o compartilhamento de dados geográficos. Os geoagentes e o GIS trader surgem para auxiliar os usuários nas buscas dos dados e serviços que se encontram distribuídos, para facilitação de aplicações de geoprocessamento heterogêneas em ambientes de larga escala.

O GIS trader, baseado nas especificações CORBA, foi criado para organizar o cadastramento de serviços de geoprocessamento distribuídos em redes heterogêneas. O que justifica a criação de um GIS trader específico é que os serviços de geoprocessamento apresentam grande complexidade, necessitando assim de uma forma eficiente para organizá-los, para facilitar as buscas e, conseqüentemente, aumentar o compartilhamento. A federação de GIS traders é necessária quando se trata de redes de longas distâncias, pois além de não sobrecarregar um único GIS trader, o anúncio e cadastramento passa a ser distribuído, permitindo que usuários e aplicações se comuniquem com GIS traders mais “próximos”, diminuindo o tráfego na rede. Outra vantagem é que se houver um GIS trader com problemas, existem outros para executar o pedido. O Administrador da Federação foi criado para fazer o gerenciamento dos GIS traders da federação, bem como para controlar a criação de tipos de serviços, amenizando problemas de ambigüidade semântica, muito comum em geoprocessamento.

Agentes vêm sendo aplicados em várias áreas para auxiliar na execução de tarefas. Com isso, foi observada a possibilidade de agentes auxiliarem em tarefas relacionadas a geoprocessamento, surgindo assim conceito de geoagente. Os geoagentes definidos no modelo irão se comunicar com o GIS trader e com servidores de geoprocessamento, auxiliando na busca e invocação de serviços, bem como executando tarefas de conversão e composição de dados geográficos. Dessa forma, a obtenção de dados se torna mais fácil e, principalmente, transparente para o usuário, que não irá se preocupar com localização e formatos dos dados.

Como sugestões para trabalhos futuros, propõe-se a implementação do modelo para que possam ser avaliadas as suas vantagens e também verificadas questões relacionadas ao desempenho do sistema, para eventuais ajustes na implementação, bem como no modelo. Uma outra sugestão é a evolução dos geoagentes através de um estudo mais detalhado sobre inteligência artificial, para que os agentes passem a raciocinar e tomar decisões mais precisas. Também deve ser estudada a possibilidade de agentes móveis, pois esses agentes podem procurar os dados com maior facilidade, bem como ajudar no compartilhamento de recursos distribuídos. Também é sugerido um estudo mais aprofundado com relação a GIS traders e federações de GIS traders, visando encontrar melhores formas de organização para obter mais precisão e eficiência nas buscas dos serviços. Sugere-se a verificação da possibilidade de dividir os GIS traders por

contextos, onde cada GIS *trader* faz o cadastro de um tipo de serviço específico, no sentido de aumentar ainda mais as possibilidades de escalabilidade e atendimento a demandas futuras. Esses trabalhos possibilitarão melhoras e ajustes no modelo proposto, trazendo benefícios para o compartilhamento de aplicações de geoprocessamento.

5 Referências Bibliográficas

[1] Bearman, M. *Trading in Open Distributed Environments*, **Proceedings of the International Conference on Open Distributed Processing**, Brisbane, Austrália, fevereiro 1995.

<http://www.dstc.edu.au/Publications/index.html>

[2] Behrens, C., Shklar, L., Basu, C., Yeager, N., Au., E. *The Geospatial Interoperability Problem: Lessons Learned from Building the Geolens Prototype*. **Proceedings of Interop97**, Califórnia, dezembro 1997.

<http://geolens.tipandring.com>

[3] Buehler, K. **The OpenGIS™ Guide – Introduction to Interoperable Geoprocessing**. Ed. K. Buehler and L. McKee, Massachusetts, 1998.

<http://opengis.org/guide/guide1.html>.

[4] Câmara, G., Casanova, M. A., Hemerley, A. S., Medeiros, C. M. B., Magalhães, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. X Escola da Computação, Campinas: SBC, julho 1996.

[5] Filho, J., Iochpe, C. *Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados*. **XV Jornada de Atualização em Informática**, Recife, outubro 1996.

[6] França, S. V. A. **Um Modelo de Sistema de Informações Geográficas Distribuído Baseado em Traders e Agentes**. Dissertação de mestrado DI/UFPE, Recife, dezembro 1999.

[7] Franklin, S., Graesser, A. *Is it an Agent, or Just a Program?: a Taxonomy for Autonomous Agents*. **Proceeding of Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages**. Verlag, setembro 1996.

<http://www.mscl.menphis.edu/~franklin/AgentProg.html>

[8] Gardels, K. *The Open GIS Approach to Distributed Geodata and Geoprocessing*. **Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling**, pp. 21-25 Santa Fé, janeiro 1996.

<http://www.regis.berkeley.edu/gardels/envmodel.html>

[9] Lopez, X. R. *Interoperability Through Organization: The Role of Digital Libraries in Distributed Knowledge Management*. **Proceedings of Interop97**, Califórnia, dezembro 1997.

<http://bbq.ncgia.ucsb.edu/conf/interop97/program/papers>

[10] Jennings, N. R. e Wooldridge, M. **Agent Technology Foundations, Applications, and Markets**, UNICOM, 1ª edição, 1998.

[11] Macêdo, R. C. *Internet Trader: Um Trader para localização de objetos em um ambiente distribuído na Internet*. Plano de Dissertação, DI/UFPE, março 1999.

<http://www.di.ufpe.br/~rcdm/mestrado/index.html>

[12] Nwana, H. S. *Software Agents: An Overview*. Knowledge Engineering Review. Vol. 11, No 3, pp.1-40, setembro 1996.

<http://www.sce.carleton.ca/docs/AgentsOverview/ao.html>

[13] Orfali, R., Harkey, D., Edwards, J. **The Essential Distributed Objects - Survival Guide**. John Wiley & Sons, Inc, 1.a edição, 1996.

[14] Perez, C., Salgado, A., Ferraz, C. *Processamento de Informações Geográficas Distribuídas: Arquiteturas para as Redes de Serviços Públicos*. **XXIII Conferência Latino Americana de Informática (CLEI'97)**, pp. 157-167, Valparaíso, Chile, novembro 1997.

[15] Rodrigues, A., Grueau, C., Raper, J. Neves, N. *Research on Spatial Agents*. **Proceedings of the Third Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information (JEC-GI'97)**, Viena, Austria, abril 1997.

<http://helios.cnig.pt/~armanda/>

[16] Vivacqua, P. A., Stehling, S. M. F. *A Logistic Project for South America's Integration*. **Seminário de La OCDE sobre Redes de Transporte Intermodal y Logística**, México, junho 1997.

[17] Vogel, A., Bearman, M., Beitz, A. *Enabling Interworking of Traders*, **Proceedings of the International Conference on Open Distributed Processing**, Brisbane, Austrália, Fevereiro, 1995.

<http://www.dstc.edu.au/Publications/index.html>