

ITALO LOPES OLIVEIRA

**ADEQUAÇÃO DO MODELO FORMAL DA ASSOCIAÇÃO CARTOGRÁFICA
INTERNACIONAL E SUA AVALIAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE
INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS CORPORATIVAS: ESTUDO DE
CASO IDE-CEMIG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

O48a
2015
Oliveira, Italo Lopes, 1990-
Adequação do modelo formal da associação cartográfica
internacional e sua avaliação no desenvolvimento de
infraestruturas de dados espaciais corporativas : estudo de caso
IDE- Cemig / Italo Lopes Oliveira. – Viçosa, MG, 2015.
viii, 102f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Jugurta Lisboa Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.83-85.

1. Informática. 2. Linguagem de programação
(Computadores) - Semântica. 3. Representação do conhecimento
(Teoria da informação). 4. Cartografia - Semântica.
5. Cartografia - Terminologia. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Informática. Programa de
Pós-graduação em Ciência da Computação. II. Título.

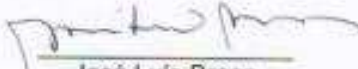
CDD 22. ed. 005.13

ITALO LOPES OLIVEIRA

**ADEQUAÇÃO DO MODELO FORMAL DA ASSOCIAÇÃO
CARTOGRÁFICA INTERNACIONAL E SUA AVALIAÇÃO NO
DESENVOLVIMENTO DE INFRAESTRUTURAS DE DADOS
ESPACIAIS CORPORATIVAS: ESTUDO DE CASO IDE-CEMIG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

AFROVADA: 31 de agosto de 2015.


José Luis Braga


Karla Albuquerque de V. Borges


Jucyeta Lisboa Filho
Orientador

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.2 O Problema e sua Importância.....	2
1.3 Hipótese	3
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Infraestrutura de Dados Espaciais.....	4
2.2 Modelo de Referência para Processamento Aberto Distribuído (RM-ODP).....	6
2.3 Modelo para Desenvolvimento de IDE da ICA	11
2.3.1 Perspectiva Empresarial	11
2.3.2 Perspectiva Informação	26
2.3.3 Perspectiva Computação.....	28
2.4 Trabalhos Relacionados	30
2.4.1 Modelo de descrição IDE para a CGDI.....	30
2.4.2 Modelo de descrição de IDE para a INSPIRE.....	31
2.4.3 Uso do modelo da ICA no desenvolvimento da IDE nacional da Namíbia	32
2.4.4 Uso do modelo da ICA na especificação da IDE nacional de Gana.....	33
3 ADEQUAÇÃO DOS ATORES E POLÍTICAS DA PERSPECTIVA EMPRESARIAL DO MODELO FORMAL DA ICA	35
3.1 Comparação e Unificação dos atores da IDE.....	35
3.2 Comparação e Unificação das Políticas da IDE.....	44
4 APLICAÇÃO DO MODELO DA ICA ADAPTADO NA ESPECIFICAÇÃO DE UMA IDE CORPORATIVA: ESTUDO DE CASO IDE-CEMIG	48

4.1 Perspectiva Empresarial	48
4.1.1 Componentes da IDE-Cemig.....	48
4.1.2 Comunidades e seus papéis na IDE-Cemig.....	50
4.2 Perspectiva Informação	60
4.2.1 Modelagem Conceitual da Base de Dados	61
4.3 Perspectiva Computação.....	68
4.3.1 Objetos Computacionais da IDE-Cemig e suas Interfaces.....	70
4.4 Comparativo entre a IDE-Cemig e o modelo formal da ICA adaptado.....	78
5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	81
BIBLIOGRAFIA	83
APÊNDICE A	86
APÊNDICE B.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia das IDEs.....	1
Figura 2 – Componentes básicos de uma IDE.....	5
Figura 3 – Componentes básicos de uma IDE atualizados.....	6
Figura 4 – Perspectivas do framework RM-ODP.....	7
Figura 5 – Especificação da comunidade Reparo Telefone.....	8
Figura 6 – Processos que compõem a comunidade Reparo Telefone.....	9
Figura 7 – Interações entre as interfaces dos objetos computacionais Operações Usuário e Corporação DataMgmt.....	11
Figura 8 – Atores de uma IDE.....	12
Figura 9 – Especialização do ator Criador de Políticas.....	13
Figura 10 – Especialização do ator Produtor.....	15
Figura 11 – Especialização do ator Fornecedor.....	16
Figura 12 – Especialização do ator Broker.....	18
Figura 13 – Especialização do ator Revendedor de Valor Agregado.....	19
Figura 14 – Especialização do ator Usuário.....	19
Figura 15 – Diagrama de classes para a perspectiva Empresarial de uma IDE.....	20
Figura 16 – Especializações da classe Políticas.....	21
Figura 17 – Descrição de alguns membros da IDE INSPIRE.....	22
Figura 18 – Políticas da IDE no UML4ODP.....	25
Figura 19 – Diagrama de classes para a perspectiva Informação.....	26
Figura 20 – Diagrama de componentes para os objetos computacionais da IDE.....	29
Figura 21 – Principais atores após a unificação.....	40
Figura 22 – Ator Diretoria do modelo da ICA após a unificação.....	41
Figura 23 – Ator Produtor do modelo da ICA após a unificação.....	43
Figura 24 – Ator Corpo Operacional após a unificação dos atores.....	44
Figura 25 – Representação simplificada das comunidades e seus papéis na IDE-Cemig	52
Figura 26 – Comunidade Comitê e seus respectivos papéis.....	53
Figura 27 – Processo de Gestão de Políticas.....	54
Figura 28 – Comunidade Analista de GeoProcessamento e seus respectivos papéis.....	56
Figura 29 – Processo de Gestão de Produtos.....	57
Figura 30 – Grupos Geração, Transmissão e Distribuição com suas respectivas comunidades e papéis.....	58

Figura 31 – Comunidades externas que interagem com a IDE-Cemig.....	60
Figura 32 – Pictogramas utilizados pelo OMT-G para representar objetos geográficos e topológicos.....	62
Figura 33– Pictogramas utilizados pelo OMT-G para representar geo-campos.....	63
Figura 34 – Classes relacionadas às referências cartográficas e dados ambientais do estado de Minas Gerais, além da divisão político-administrativa do Brasil e de Minas Gerais do modelo conceitual da base de dados da IDE-Cemig.....	64
Figura 35 – Classes relacionadas ao sistema de energia e a malha de distribuição do estado de Minas Gerais do modelo conceitual da base de dados da IDE-Cemig.....	67
Figura 36 – Visão simplificada dos objetos computacionais da IDE-Cemig.....	71
Figura 37 – Visão detalhada dos objetos computacionais da IDE-Cemig.....	72
Figura 38 – Objetos computacionais e interfaces utilizados pelo ator Usuário.....	76
Figura 39 – Objetos computacionais e interfaces utilizados pelo ator Fornecedor.....	76
Figura 40 – Objetos computacionais utilizados pelo ator Catalogador.....	77
Figura 41 – Objetos computacionais utilizados pelo ator Corpo Operacional.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre os atores e suas possíveis atividades em uma IDE.....	27
Tabela 2 – Comparação entre os atores do modelo da ICA e os papéis de atores propostos por Béjar et al. (2012).....	36
Tabela 3 – Comparação entre as políticas da extensão de Béjar et al. (2012) e do modelo da ICA.....	46
Tabela 4 – Unificação das políticas da IDE.....	47
Tabela 5 – Comparativo entre o modelo formal da ICA para IDEs adaptado e a IDE-Cemig.....	79

RESUMO

OLIVEIRA, Italo Lopes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto, 2015. **Adequação do modelo formal da Associação Cartográfica Internacional e sua avaliação no desenvolvimento de infraestruturas de dados espaciais corporativas: estudo de caso IDE-Cemig.** Orientador: Jugurta Lisboa Filho.

A *International Cartographic Association* (ICA) propôs um modelo para a descrição de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) através de três das cinco perspectivas do *framework* RM-ODP (*Reference Model for Open Distributed Processing*). Posteriormente, este modelo foi estendido por outros pesquisadores para descrever de maneira mais adequada os atores e políticas da IDE, além de descreverem o relacionamento hierárquico entre as IDEs e as interações relacionadas com as políticas que regem o funcionamento da mesma. Entretanto, existem diferenças semânticas e terminológicas entre os atores e políticas do modelo da ICA e suas extensões. Além disso, o modelo da ICA não foi validado para IDEs de nível corporativo. O objetivo desta dissertação foi verificar se o modelo proposto pela ICA seria adequado para descrever IDEs de nível corporativo, utilizando como estudo de caso a IDE-Cemig. Inicialmente, os atores e políticas propostos pela ICA e pelos demais pesquisadores foram unificados, permitindo que os mesmos sejam utilizados por outros projetistas, sem que haja diferenças semânticas ou terminológicas entre eles. O modelo da ICA adaptado se mostrou adequado para descrever a IDE-Cemig, cujas diferenças apresentadas se devem às peculiaridades da IDE. Apesar de um único trabalho não ser capaz de validar o modelo da ICA para todo um nível de IDE, esta dissertação mostra que é possível utilizar o modelo da ICA para descrever IDEs corporativas. Outro resultado importante desta pesquisa é o próprio estudo de caso servir de exemplo para a especificação e implantação de novas IDEs, contribuindo principalmente para o fortalecimento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), uma vez que IDEs corporativas começam a ser implantadas e integradas à INDE.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Italo Lopes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2015. **Adaptation of International Cartographic Association formal model and its evaluation in development of corporate spatial data infrastructure: IDE-Cemig case study.** Adviser: Jugurta Lisboa Filho.

The International Cartographic Association (ICA) has proposed a model to describe Spatial Data Infrastructure (SDI) through three of five viewpoints of the framework Reference Model for Open Distributed Processing (RM-ODP). Later, this model was extended by other researchers to describe more adequately the SDI's actors and policies, as well as describe the hierarchical relationship between the SDIs and the interactions related to policies governing the operation of it. However, exist semantic and terminological differences between the actors and policies of the ICA model and its extensions. Further, the ICA model wasn't validated for corporate SDIs. This dissertation objective was verify whether the model proposed by the ICA was adequate to describe corporate SDI, using as a study case the IDE-Cemig. Initially, the actors and policies proposed by the ICA and the other researchers were unified, allowing that them can be used by others designers, without semantic or terminological differences between them. The ICA model adapted was adequate to describe the IDE-Cemig, whose differences appear due to SDI's peculiarities. Although a single work is not capable of validate the ICA model for an entire SDI level, this dissertation shows that is possible use the ICA model to describe corporate SDIs. Another important result from this research is the study case can be used as an example of the new SDIs specification and implantation, contributing mainly to the Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) strengthening, as corporate IDEs begin to be deployed and integrated into INDE.

1 INTRODUÇÃO

Dados geospaciais são dados que possuem uma referência em relação à superfície terrestre, sendo essenciais no auxílio à tomada de decisão e ao planejamento futuro de uma organização. Alguns objetivos e metas de várias organizações só podem ser alcançados se dados geospaciais consistentes e de qualidade estiverem disponíveis (RAJABIFARD e WILLIAMSON, 2001).

Segundo Nebert (2004) e Rajabifard e Williamson (2001), dados geospaciais são um recurso custoso, tanto no tempo quanto nos gastos para obtê-los. Assim, muitas iniciativas e projetos foram criados com o objetivo de melhorar o uso e compartilhamento de dados geospaciais, sendo uma dessas iniciativas a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE).

Existem diversas definições de IDE. Rajabifard e Williamson (2001) definem IDE como um “ambiente onde todos os usuários podem cooperar entre si com o uso de tecnologias para alcançar seus objetivos em diferentes níveis políticos e administrativos”. Harvey et al. (2012) consideram IDE como “um conceito evolutivo sobre facilitar o compartilhamento de dados geospaciais e serviços geográficos entre diferentes usuários em uma comunidade espacial”. Béjar et al. (2012) estendem esse conceito, definindo IDE como “uma federação de comunidades, as quais podem ser outras IDEs, onde as comunidades têm como objetivo melhorar o uso, descoberta e compartilhamento de dados geospaciais na federação através de um ambiente estável”.

As definições de Rajabifard e Williamson (2001) e Béjar et al. (2012) destacam a importância das hierarquias entre as IDEs, onde os dados gerados em um nível mais baixo podem ser utilizados em uma IDE de nível mais alto e vice-versa. A Figura 1 mostra os possíveis níveis de uma IDE e a nomenclatura que será utilizada para cada nível.

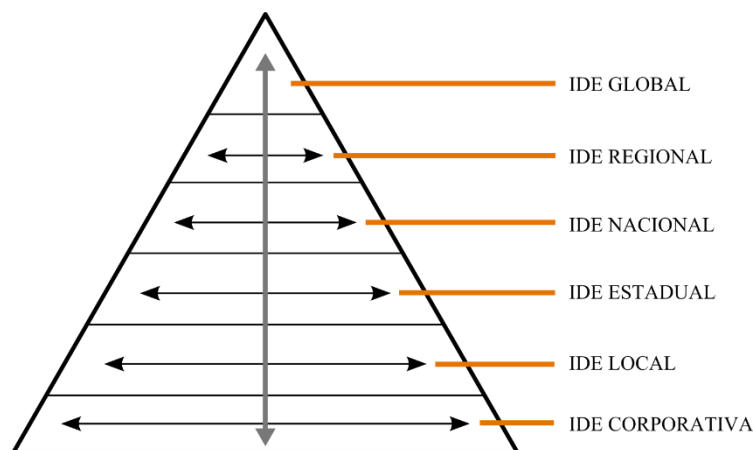


Figura 1 – Hierarquia das IDEs

Fonte: Adaptado de Rajabifard e Williamson (2001) e Crompvoet (2011)

A hierarquia das IDEs indicam o nível da principal organização que suporta a IDE. IDEs corporativas são IDEs cuja principal organização suportando-as é uma organização privada. Destaca-se que tais organizações, mesmo que elas tenham atuação nacional ou internacional, suas IDEs ainda serão consideradas corporativas. Os demais níveis, com exceção da IDE global, são comumente atribuídos para IDEs cujas organizações são diretamente ligadas à governos de diferentes níveis. Uma IDE global, segundo Nebert (2004), seria uma IDE que possuiria dados e serviços geoespaciais que abrangesse todos os países no mundo, não existindo uma no momento.

Entretanto, Hjelmager et al. (2008) afirmam que o conceito de IDE é muito amplo, ocasionando diferentes formas de desenvolvimento, seja em nível organizacional ou técnico, como destacado por Cooper et al. (2013). Devido a isso, a Associação Cartográfica Internacional (ICA - *International Cartographic Association*) desenvolveu um modelo formal que descreve uma IDE de forma independente de tecnologias e implementações (Hjelmager et al. 2008), sendo expandido posteriormente por Cooper et al. (2011), Béjar et al. (2012) e Cooper et al. (2013).

1.2 O Problema e sua Importância

A Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) é um grupo de capital aberto controlado pelo governo do estado de Minas Gerais que atua no setor elétrico e é composta por mais de 200 sociedades¹. A Cemig busca desenvolver uma IDE, denominada IDE-Cemig, para padronizar os processos que utilizem dados geoespaciais na empresa e auxiliar o compartilhamento e descoberta desses dados pelos seus funcionários, buscando reduzir os gastos atrelados ao retrabalho de aquisição de dados geoespaciais, gerados devido à falta de conhecimento do usuário sobre a existência do dado geoespacial que ele necessita.

Para auxiliar no desenvolvimento de sua IDE, a Cemig, em conjunto com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), financia o projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) “*GeoPortal Cemig – SIG corporativo baseado em IDE*”, em que um dos objetivos é elaborar um método de desenvolvimento de IDE para a Cemig, com o intuito de que esse método possa ser replicado no desenvolvimento de IDE para outras empresas do setor elétrico.

Segundo Cooper et al. (2013), o modelo formal da ICA permite a descrição de IDE de modo independente de tecnologias, implementações e políticas. Entretanto, a utilização deste

¹ http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/quem_somos/Documents/Organograma_31_03_2015.pdf

modelo para a especificação de IDEs corporativas ainda não foi avaliado. Além disso, existem inconsistências entre os atores e políticas propostos no modelo da ICA (HJELMAGER et al., 2008) (COOPER et al., 2011) com os propostos na extensão de Béjar et al. (2012).

1.3 Hipótese

O uso do modelo formal adaptado da ICA para a especificação de uma IDE para a Cemig, denominada IDE-Cemig, permitirá verificar se o modelo pode ser usado descreve adequadamente IDEs de nível corporativo.

1.3 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo adaptar o modelo de IDE proposto pela ICA e avaliar sua utilização no desenvolvimento de uma IDE de nível corporativo, utilizando como estudo de caso a IDE-Cemig.

Especificamente, pretende-se:

- Adaptar o modelo formal para IDEs proposto pela ICA, para que o mesmo se mostre consistente com a extensão proposta por Béjar et al. (2012);
- Aplicar o modelo da ICA na especificação de uma IDE corporativa, servindo como estudo de caso a IDE-Cemig;
- Avaliar se o modelo da ICA descreve de maneira adequada uma IDE corporativa.

1.4 Estrutura da Dissertação

O restante da dissertação está organizado como segue. O Capítulo 2 descreve o modelo de IDE proposto pela ICA utilizando o *framework* RM-ODP e suas expansões, e trabalhos relacionados com o tema desta dissertação. O Capítulo 3 propõe adaptações no modelo formal da ICA para que o mesmo se mostre consistente com as suas extensões. O Capítulo 4 descreve a especificação da IDE-Cemig com base no modelo da ICA adaptado no Capítulo 3, descrevendo as perspectivas Empresarial, Informação e Computação. O Capítulo 5 apresenta as conclusões gerais e trabalhos futuros.

O Apêndice A descreve um conjunto de políticas que podem ser implementadas na IDE-Cemig, sendo estas organizadas de acordo com a adaptação realizadas nas políticas no Capítulo 3. Por fim, o Apêndice B apresenta um resumo do modelo formal da ICA para IDEs adaptado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados conceitos e técnicas utilizados nesta dissertação. A seção 2.1 descreve os principais conceitos relacionados à IDE, seus possíveis componentes e quais desses componentes serão considerados neste trabalho. A seção 2.2 apresenta o *framework* RM-ODP, descrevendo as suas perspectivas e exemplificando as perspectivas Empresarial, Informação e Computação, as quais serão utilizadas neste trabalho. A seção 2.3 detalha o modelo formal proposto pela ICA para descrever IDEs e as extensões propostas para este modelo. O modelo da ICA descreve as perspectivas Empresarial, Informação e Computação das IDEs, sendo estas detalhadas, respectivamente, nas subseções 2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3. A seção 2.4 apresenta trabalhos cujos temas estão relacionados com esta pesquisa, incluindo outros modelos para a descrição de IDEs (subseção 2.5.1) e a utilização do modelo da ICA para a descrição de IDEs nacionais (subseção 2.5.2).

2.1 Infraestrutura de Dados Espaciais

IDE foi um conceito desenvolvido para auxiliar no uso e compartilhamento de dados geoespaciais entre diferentes usuários e sistemas em um ambiente estável. Através deste ambiente, os dados e serviços disponibilizados pela IDE, sejam eles geoespaciais ou não, podem ser utilizados por usuários, sistemas e outras IDEs para alcançarem seus objetivos. Ao se utilizar uma IDE, uma organização, independentemente do seu nível (definidos na Figura 1), evita a duplicação na obtenção dos dados geoespaciais, economizando tempo e recursos humanos e financeiros (RAJABIFARD e WILLIAMSON, 2001). Além disso, Nebert (2004) destaca que uma IDE é um meio pelo qual os usuários possam descobrir e avaliar os dados geográficos, com a possibilidade de utilizar os serviços oferecidos pela IDE para auxiliar na aplicação destes dados.

Rajabifard e Williamson (2001) descrevem os componentes básicos que compõem uma IDE, como mostra a Figura 2. Os componentes, devido a suas diferenças, foram divididos em três categorias (Pessoas, Tecnologias e Dados), onde os componentes Pessoas e Dados são considerados como uma categoria devido a sua importância na IDE. De acordo com a Figura 2, para uma pessoa acessar os dados presentes em uma IDE, ela obrigatoriamente precisa passar pelo componente tecnológico, composto pelos padrões adotados na IDE, as políticas que irão restringir os demais componentes e uma rede que permita o acesso à IDE.

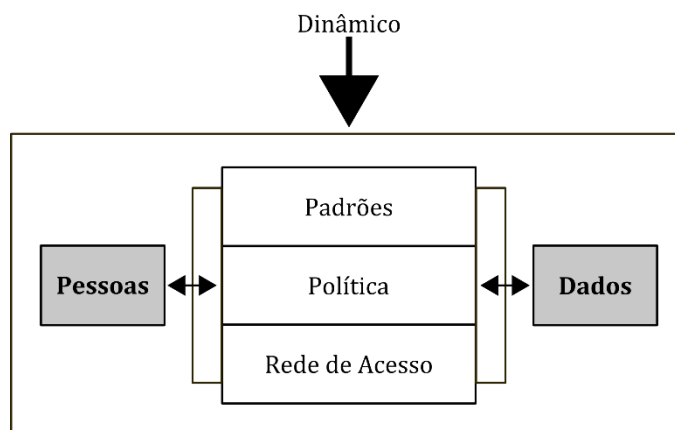


Figura 2 – Componentes básicos de uma IDE
 Fonte: Rajabifard e Williamson (2001)

Para o modelo de IDE da ICA, Hjelmager et al. (2008) detalham os componentes básicos que uma IDE deve possuir para que ela possa existir e evoluir, são eles: Pessoas; Políticas; Produtos (dados e serviços); Metadados; Ferramentas de Processamento; e Conectividade. Segundo Nogueras-Iso et al. (2008), metadados são “dados estruturados sobre dados”, sendo eles a descrição do conteúdo, qualidade, autoria, entre outras informações sobre o dado, facilitando sua pesquisa, recuperação e reutilização. Ferramentas de Processamento são aplicativos externos que se utilizam dos produtos da IDE para alcançar seus objetivos, enquanto que os serviços são funcionalidades oferecidas pela IDE que podem ser utilizadas por outros serviços ou aplicações.

Os componentes descritos pelos autores são semelhantes com os descritos por Rajabifard e Williamson (2001), entretanto utilizando-se novos conceitos. No componente tecnológico, Hjelmager et al. (2008) adicionam as Ferramentas de Processamento e os Metadados, sendo a Rede de Acesso equivalente a Conectividade. O componente Dados da Figura 2 é semelhante ao componente Produtos, o qual também possui os serviços disponibilizados pela IDE.

Neste trabalho são considerados os componentes definidos por Hjelmager et al. (2008) como os componentes básicos que uma IDE deve possuir, mas adotando a estrutura utilizada por Rajabifard e Williamson (2001), exemplificado na Figura 3.

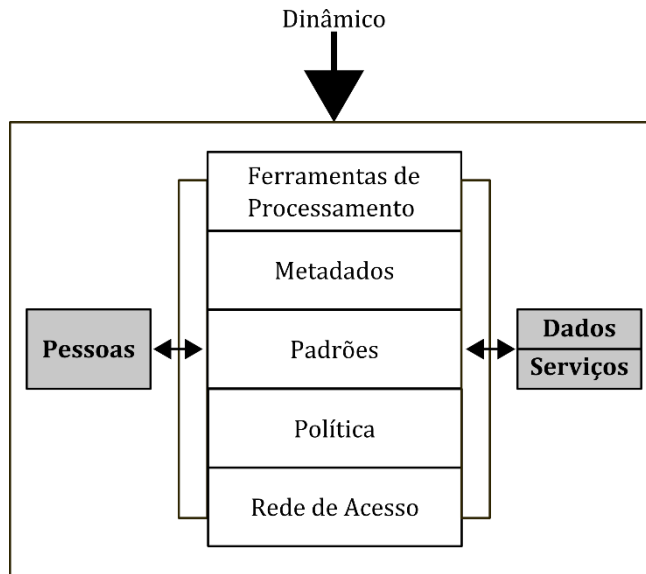


Figura 3 – Componentes básicos de uma IDE atualizados

2.2 Modelo de Referência para Processamento Aberto Distribuído (RM-ODP)

Segundo Farooqui, Logrippio e de Meer (1995) e Raymond (1995), o RM-ODP é um *framework* arquitetural padronizado pela ISO/IEC (*International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission* – Organização Internacional para Padronização/Comissão Eletrotécnica Internacional) capaz de descrever sistemas de processamento distribuídos heterogêneos, suportando a descrição da distribuição, interoperabilidade e portabilidade desses sistemas através da utilização de múltiplas perspectivas. A especificação detalhada do RM-ODP pode ser encontrada em (ISO/IEC 10746-1, 1998), (ISO/IEC 10746-2:2009, 2009), (ISO/IEC 10746-3:2009, 2009) e (ISO/IEC 10746-4:1998, 1998).

Segundo Raymond (1995), o uso de perspectivas permite a descrição de sistemas distribuídos complexos em modelos menores, onde cada modelo pode focar em questões relevantes a diferentes usuários do sistema. As perspectivas utilizadas pelo RM-ODP são: Empresarial, Informação, Computação, Engenharia e Tecnologia. A Figura 4 mostra as cinco perspectivas e o relacionamento entre elas.

Segundo Farooqui, Logrippio e de Meer (1995) e Hjelmager et al. (2008), a perspectiva Empresarial descreve as políticas, escopo, propósito e requisitos do sistema para a organização. A perspectiva Informação descreve a semântica e o comportamento dos dados no sistema, de acordo com as políticas definidas na perspectiva Empresarial. A perspectiva Computação, segundo Cooper et al. (2013), descreve a estrutura e as interações entre os diferentes componentes do sistema, onde cada interação ocorre por meio de interfaces, sem se

preocupar com a distribuição física dos componentes. Segundo Farooqui, Logrippo e de Meer (1995), a perspectiva Engenharia “identifica os requisitos e funcionalidades necessários para o sistema suportar o modelo descrito na perspectiva Computação”. Finalmente, a perspectiva Tecnologia é responsável pelo detalhamento dos artefatos tecnológicos utilizados pelo sistema. Para representar no UML4ODP que um determinado elemento é pertencente a uma determinada perspectiva, os estereótipos são precedidos pelo prefixo *V_, onde o * é a primeira letra do nome da perspectiva (*Enterprise, Information, Computational e Technology*), com exceção da perspectiva Engenharia (*Engineering*), o qual é utilizado a inicial N, e V é a sigla para *viewpoint* (perspectiva).

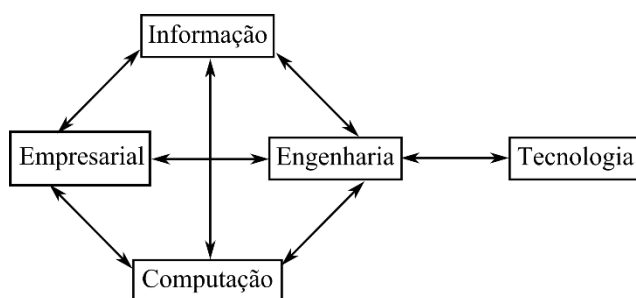


Figura 4 –Perspectivas do *framework* RM-ODP
 Fonte: Adaptado de Hjelmager et al. (2008)

Os exemplos apresentados nesta seção são baseados no exemplo proposto em (LININGTON et al., 2011). Os autores modelaram um sistema utilizando o RM-ODP para uma empresa fictícia chamada *PhoneMob*, a qual oferece instalações para gerenciamento de pacotes para donos de celulares. Caso o celular do cliente apresente algum defeito, um funcionário da *PhoneMob* busca o celular defeituoso e tenta consertá-lo em uma das filiais. Caso o celular não possa ser consertado ou o conserto demore mais tempo que o cliente esteja disposto a esperar, a *PhoneMob* fornece um novo celular ao cliente. Quando o celular estiver consertado, o mesmo é enviado ao lugar escolhido pelo cliente. A *PhoneMob* apresenta problemas em relação ao fluxo de caixa e falta de integração entre as filiais, além de ser necessário automatizar os processos da empresa.

A perspectiva Empresarial deverá responder qual é o propósito do sistema, quais são suas regras de negócio e quais serão os atores que irão interagir com o sistema e como será essa interação. Essas perguntas serão respondidas através da definição do contexto social, organizacional e comercial do sistema (LININGTON et al., 2011).

Segundo Linington et al. (2011), os processos de negócio são mais flexíveis e menos definidos que os processos de *software*, sendo um conjunto de restrições que se sobrepõem,

determinando como um processo deverá ser realizado. O RM-ODP utiliza um conjunto inter-relacionado de um conceito denominado comunidade (*community*) para a especificação dos processos de negócio.

Comunidades especificam o comportamento que um conjunto de entidades deve possuir para alcançar um determinado objetivo (*objective*). Para facilitar a reutilização desses comportamentos, o RM-ODP os define como papéis (*roles*). Tais papéis podem então ser utilizados não somente por comunidades, mas por outros conceitos do RM-ODP, como interações (LININGTON et al., 2011).

Uma comunidade no RM-ODP deve ser especificada para auxiliar o projetista e os atores a entender como que ela irá se comportar e se encaixar no sistema. A Figura 5 mostra os principais componentes que compõem a especificação de uma comunidade, exemplificando a comunidade *Reparo Telefone*. Uma comunidade é composta por comportamentos (*behaviour*), políticas (*policies*), objetos empresariais (*enterprise object types*), papéis (*roles*) e um objetivo (*objective*). O comportamento descreve os processos que aquela comunidade em específico deverá seguir para alcançar seus objetivos. Caso, durante algum processo presente no comportamento da comunidade, seja utilizado algum objeto ou material que o projetista determine que seja importante destacar, o mesmo poderá fazê-lo utilizando objetos empresariais (*enterprise objects*) (LININGTON et al., 2011).

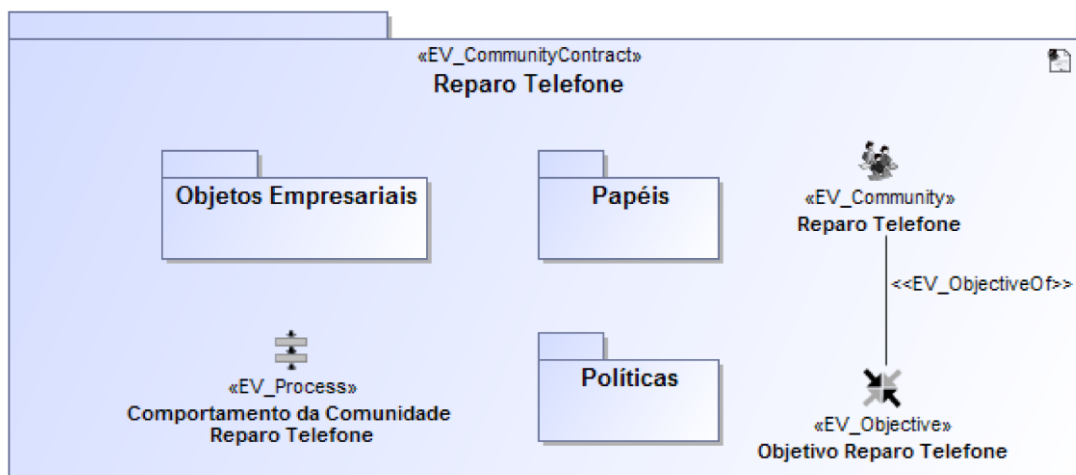


Figura 5 – Especificação da comunidade *Reparo Telefone*
Fonte: Linington et al. (2011)

Segundo Linington et al. (2011), o contrato da comunidade (*community contract*), o qual descreve a mesma, através de um escopo (*scope*) e do campo de aplicação (*field of application*). Este contrato também inclui os objetivos da comunidade. Além disso, a

especificação da comunidade possui os papéis que ela irá assumir e as políticas que ela deverá seguir.

O comportamento da comunidade é um conjunto de processos, como mostra a Figura 6, onde cada processo é um conjunto de passos sequenciais realizados pelos papéis ou comunidades, podendo-se utilizar de objetos empresariais. O diagrama da Figura 6 foi especificado através do UMLAODP, o qual utiliza o diagrama de atividades para a especificação dos processos, onde os passos utilizam o estereótipo <<EV_Step>> e os objetos empresariais utilizam o estereótipo <<EV_Artifact>> (LININGTON et al., 2011).

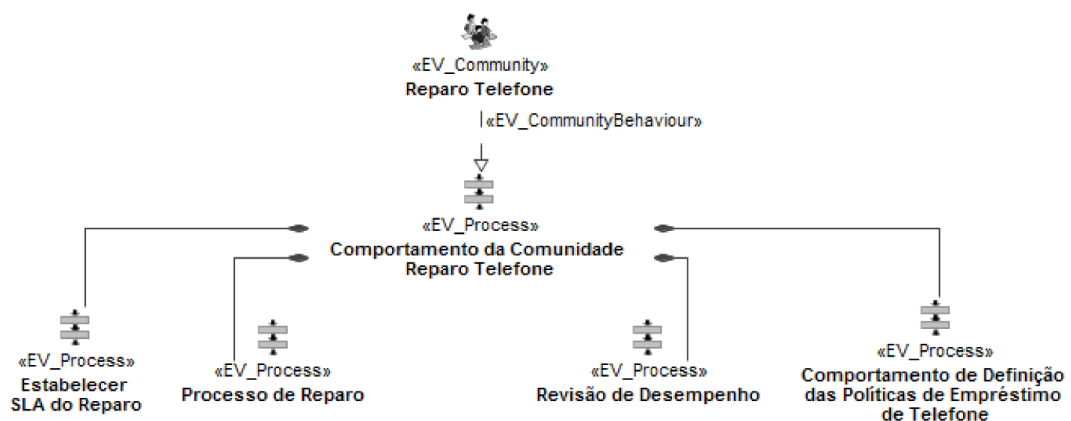


Figura 6 – Processos que compõem a comunidade Reparar Telefone
 Fonte: Adaptado de Linington et al. (2011)

O UMLAODP é um perfil da UML padronizado pela ISO/IEC em (ISO/IEC 19793:2008, 2008), estabelecendo como a UML deve ser utilizada em conjunto com o RM-ODP. Deve-se observar, no entanto, que não existe uma regra que determine como as perspectivas do RM-ODP devem ser descritas ou quais linguagens devem ser utilizadas para essa tarefa.

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Informação é responsável por descrever as informações que serão manipuladas pelo sistema, sem se preocupar em qual tecnologia será utilizada para armazenar e manipular a informação.

As informações descritas na perspectiva Informação são modeladas como Objetos de Informação (*Information Objects*), possuindo um tipo (*type*) o qual caracteriza o objeto. Linington et al. (2011) compara os tipos dos Objetos de Informação com os tipos de dados abstratos das linguagens de programação. Além dos Objetos de Informação, a perspectiva Informação possui as ações de Informação (*Information actions*), as quais descrevem o processamento da informação pelo sistema (LININGTON et al., 2011).

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Informação utiliza três estruturas denominadas esquemas para organizar a informação segundo o seu comportamento, facilitando sua visualização aos atores aos qual o esquema é direcionado. O esquema dinâmico (*dynamic schema*) descreve as mudanças que ocorrem na informação durante a utilização do sistema, podendo ser utilizado o diagrama máquina de estados da UML para a modelar o comportamento dos objetos de informação.

O esquema invariante (*invariant schema*) descreve os relacionamentos entre os objetos de informação e as restrições dos objetos e dos relacionamentos. Além disso, as restrições definidas nesse esquema precisam ser garantidas durante todo o tempo de vida do sistema. A modelagem deste esquema se assemelha à modelagem conceitual de banco de dados utilizando o modelo de entidade-relacionamento ou o diagrama de classes da UML. O último esquema, o esquema estático (*static schema*), descreve o estado de um objeto de informação que precisa ser verdadeiro em dado momento no tempo (LININGTON et al., 2011). Este esquema é utilizado, segundo os autores, quando é necessário detalhar situações que são de interesse do projetista.

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Computação descreve as funcionalidades da aplicação através dos serviços que ela oferece, utilizando o conceito de componentes e conectores, e como esses serviços se relacionam, sem se preocupar com a localização desses serviços ou qual tecnologia será utilizada para implementá-los. Para representá-los, a perspectiva Computação modela-os como objetos computacionais (*computational objects*), os quais possuem um conjunto de interfaces com um contrato de ambiente (*environment contracts*). Os componentes interagem entre si através de interações (*interactions*) entre as interfaces.

As interfaces dos objetos computacionais especificam os serviços fornecidos e requisitados pelo objeto, onde cada serviço possui um comportamento e uma assinatura (*signature*), o qual especifica a sintaxe das operações, sinais e *stream* desse serviço. Para que uma interface fornecida de um componente se relacione com uma interface requisitada por outro componente, ambas as interfaces precisam ter uma assinatura compatível, como mostra a Figura 7.

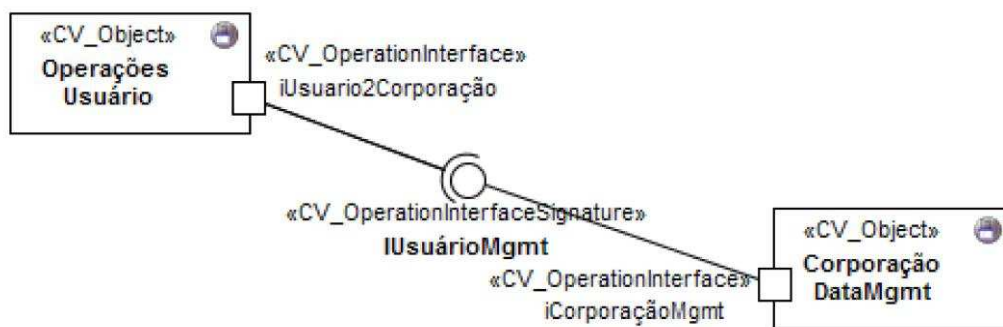


Figura 7 – Interações entre as interfaces dos objetos computacionais Operações Usuário e Corporação DataMgmt
 Fonte: Linington et al. (2011)

A Figura 7 apresenta a interação entre dois objetos computacionais, representados utilizando o diagrama de componentes do UML4ODP através do estereótipo <<CV_Object>>. O objeto computacional Operações Usuário (*User Operations*) apresenta a interface requerida *iUsuario2Corporação* (*iUser2Corporation*) e o objeto computacional Corporação DataMgmt (*Corporation DataMgmt*) apresenta a interface fornecida *iCorporaçãoMgmt* (*iCorporationMgmt*), sendo as interfaces representadas no diagrama pelo estereótipo <<CV_OperationInterface>>. As duas interfaces se comunicam através da assinatura *iUsuárioMgmt* (*IUserMgmt*), a qual é correspondente com essas duas interfaces. O estereótipo utilizado para representar uma assinatura no RM-ODP é o <<CV_OperationInterfaceSignature>> (LININGTON et al., 2011).

Destaca-se que as perspectivas Engenharia e Tecnologia não são detalhadas, pois as mesmas não foram utilizadas durante a descrição da IDE-Cemig no Capítulo 4.

2.3 Modelo para Desenvolvimento de IDE da ICA

Esta seção descreve o modelo proposto pela ICA para projeto de IDE, com base no modelo RM-ODP. As subseções seguintes descrevem detalhadamente as perspectivas Empresarial, Informação e Computação. As perspectivas Engenharia e Tecnologia não serão descritas, pois as mesmas são muito dependentes da implementação, não sendo utilizadas no modelo da ICA.

2.3.1 Perspectiva Empresarial

Na perspectiva Empresarial, Hjelmager et al. (2008) descrevem os atores e a relação entre as diferentes partes do sistema. Os atores são indivíduos com interesse no sucesso de uma IDE, podendo utilizá-la ou contribuir com ela. Desse modo, os atores buscam garantir a viabilidade da IDE. A Figura 8 mostra os diferentes papéis que um ator pode adotar ao interagir

com uma IDE, onde cada papel possui um escopo e realiza um conjunto específico de funções, destacando-se que um determinado indivíduo pode assumir múltiplos papéis simultaneamente.

O indivíduo que assume o papel de Criador de Políticas (*Policy Maker*) é o responsável por criar as políticas que determinarão o funcionamento da IDE e a interação que os outros atores terão com a mesma. O Produtor (*Producer*) é o ator responsável pela produção de dados e serviços de uma IDE, sejam eles geoespaciais ou não, sendo geralmente constituído pela própria organização financiadora da IDE, alguma de suas parceiras ou, segundo Béjar et al. (2012), outras IDEs que fazem parte da hierarquia, independentemente de seu nível. O Fornecedor (*Provider*) é o ator com a responsabilidade de fornecer dados e serviços produzidos pelo Produtor aos usuários por meio da IDE (HJELMAGER et al., 2008), (SINVULA et al., 2014).

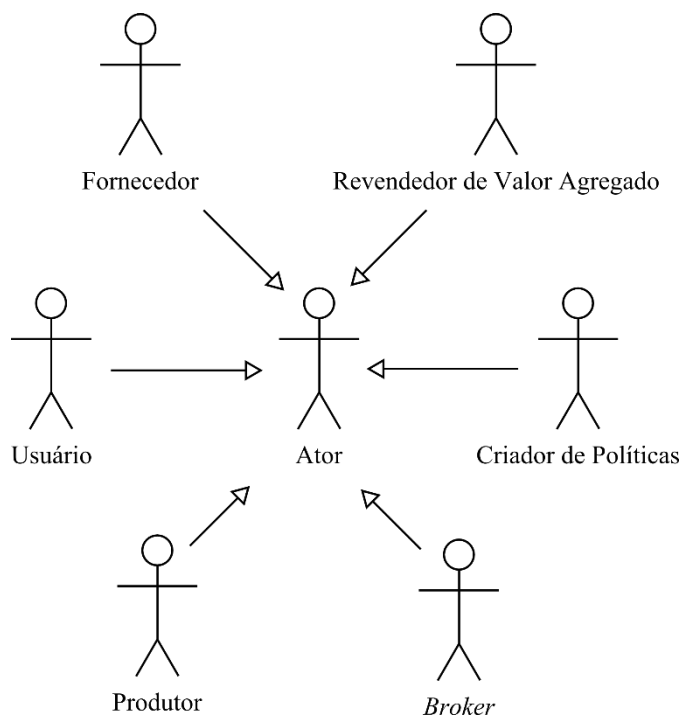


Figura 8 – Atores de uma IDE
Fonte: Hjelmager et al. (2008)

O *Broker* é responsável por auxiliar nas negociações entre o Usuário (*User*) e o Fornecedor, além de recuperar metadados dos produtos oferecidos pela IDE e gerar catálogos com base nesses metadados e fornece-los através dos serviços da IDE. O Revendedor de Valor Agregado - RVA (*Value Added Reseller*) adiciona novas funcionalidades aos produtos existentes na IDE, disponibilizando-os como novos produtos. O Usuário consumirá os dados e serviços oferecidos pela IDE de modo a atender suas necessidades (HJELMAGER et al., 2008) (SINVULA et al., 2014).

Cooper et al. (2011) estenderam a perspectiva Empresarial com a especialização de cada um dos atores identificados por Hjelmager et al. (2008), mostrados na Figura 8, pois os seis atores apresentados não foram capazes de representar completamente todos os papéis que um ator pode assumir em uma IDE, principalmente em IDEs que utilizam VGI (*Volunteered Geographic Information* – Informação Geográfica Voluntária). Cooper et al. (2011) destacam que, assim como no trabalho de Hjelmager et al. (2008), os atores podem assumir diversos papéis simultaneamente.

O Criador de Políticas foi especializado em quatro atores, como mostra a Figura 9: Legislador (*Legislator*), Criador de Decisões (*Decision Maker*), Secretariado (*Secretariat*) e Defensor (*Champion*). O Legislador é o ator que determina o escopo da IDE, normalmente sendo visto como um elemento externo e com pouco ou nenhum conhecimento sobre IDEs. O Criador de Decisões é responsável por criar as políticas que irão reger o funcionamento da IDE, possuindo algum conhecimento sobre dados geoespaciais e sobre IDEs. O Secretariado é o ator que possui os recursos necessários para suportar a IDE financeiramente. No caso de IDEs que utilizem VGI, o Secretariado nem sempre está presente desde a criação da IDE, podendo ser formado posteriormente. Algumas responsabilidades foram atribuídas ao Secretariado dentro da IDE: auxiliar e monitorar a implementação das políticas; facilitar a comunicação entre os diferentes atores da IDE e classificá-los; auxiliar na construção da IDE através de contratos e garantir que os processos ocorrem da melhor maneira possível. O Defensor tem a função de promover a utilização da IDE, sendo útil principalmente em IDEs que utilizem VGI (COOPER et al., 2011).

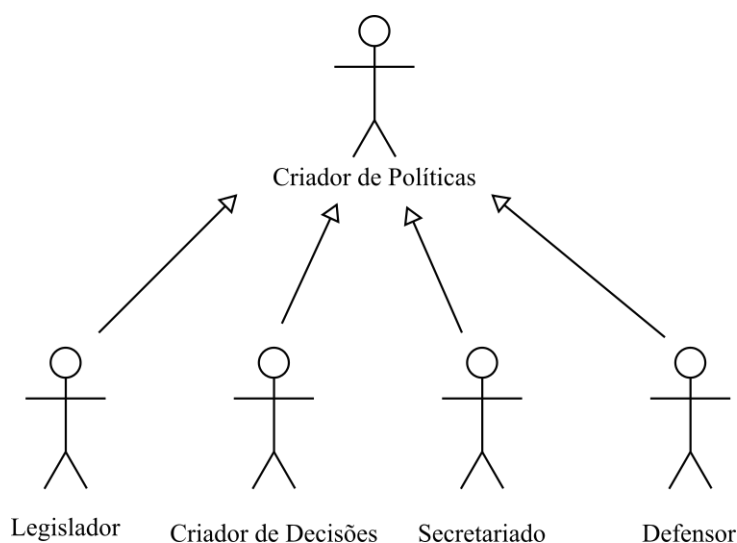


Figura 9 – Especialização do ator Criador de Políticas
Fonte: Cooper et al. (2011)

A Figura 10 mostra as possíveis especializações para o ator Produtor. Cooper et al. (2011) agrupam essas especializações em quatro grupos: *Status*, Motivação, Papel e Habilidade. O grupo *Status* é formado pela Agência de Mapeamento Oficial (*Official Mapping Agency*), a qual é a organização dentro da IDE que possui a capacidade de mapear toda uma área de interesse com um nível de qualidade consistente. A Agência de Mapeamento Comercial (*Commercial Mapping Agency*) é um ator que vende produtos, sejam dados ou serviços geoespaciais, para diferentes clientes tendo como objetivo o lucro. A Comunidade de Interesse (*Community Interest*) é formada por um conjunto de contribuidores que produzem dados de cobertura ampla ou restrita, sendo a maioria para um pequeno conjunto de dados. O Fonte de Informação (*Crowd Source*) é um ator “aberto”, onde qualquer contribuidor pode produzir dados geoespaciais de acordo com as especificações exigidas pela IDE.

Segundo Cooper et al. (2011), no grupo Papel (*Role*) os atores são especializados de acordo com a sua função na produção de dados e serviços geoespaciais. O Captador de Dados Brutos (*Captor of Raw Data*) é o produtor que irá em campo obter os dados geoespaciais, sejam eles vetoriais, matriciais ou imagens georreferenciadas, sendo responsável também pela descrição e categorização desses dados. O Notificador de Notas de Revisão (*Submitter of Revision Notice*) é responsável por revisar um determinado dado geográfico ou corrigi-lo na IDE, sendo utilizado principalmente em IDEs com suporte a VGI. Contribuidores que possuam equipamentos que produzam dados geoespaciais para uma IDE através de rastreamento automático, como *smartphones* ou GPS automotivos, são considerados como Produtores Passivos (*Passive Producer*). O Administrador de Banco de Dados (*Data Base Administrator*) é o ator responsável por garantir que os dados presentes e os que serão inseridos na base de dados da IDE estejam de acordo com as especificações definidas nas políticas da IDE.

Os atores são especializados de acordo com o seu nível de habilidade na produção de dados e serviços geoespaciais no grupo Habilidade (*Skill*). Segundo Cooper et al. (2011), o Principiante (*Neophyte*) “não possui um entendimento formal sobre o assunto, mas possui interesse, tempo e disponibilidade para oferecer opiniões e dados”. O Amador Interessado (*Interested Amateur*) começou um estudo formal sobre o assunto, começando a ter experiência na produção de dados geoespaciais. O Amador *Expert* (*Expert Amateur*) possui grande entendimento do assunto, mas a produção de dados não é sua principal fonte de

renda, diferenciando-o do *Professional Expert (Expert Professional)*, que usa a produção e venda de dados e serviços geospaciais como principal fonte de renda. A *Autoridade Expert (Expert Authority)* é o produtor que possui um grande entendimento do assunto e uma grande experiência, sendo renomado na área. Segundo Cooper et al. (2011), a *Autoridade Expert* produz dados e serviços de qualidade devido a sua reputação e credibilidade, as quais podem ser prejudicadas por qualquer erro encontrado nos dados e serviços fornecidos por ele.

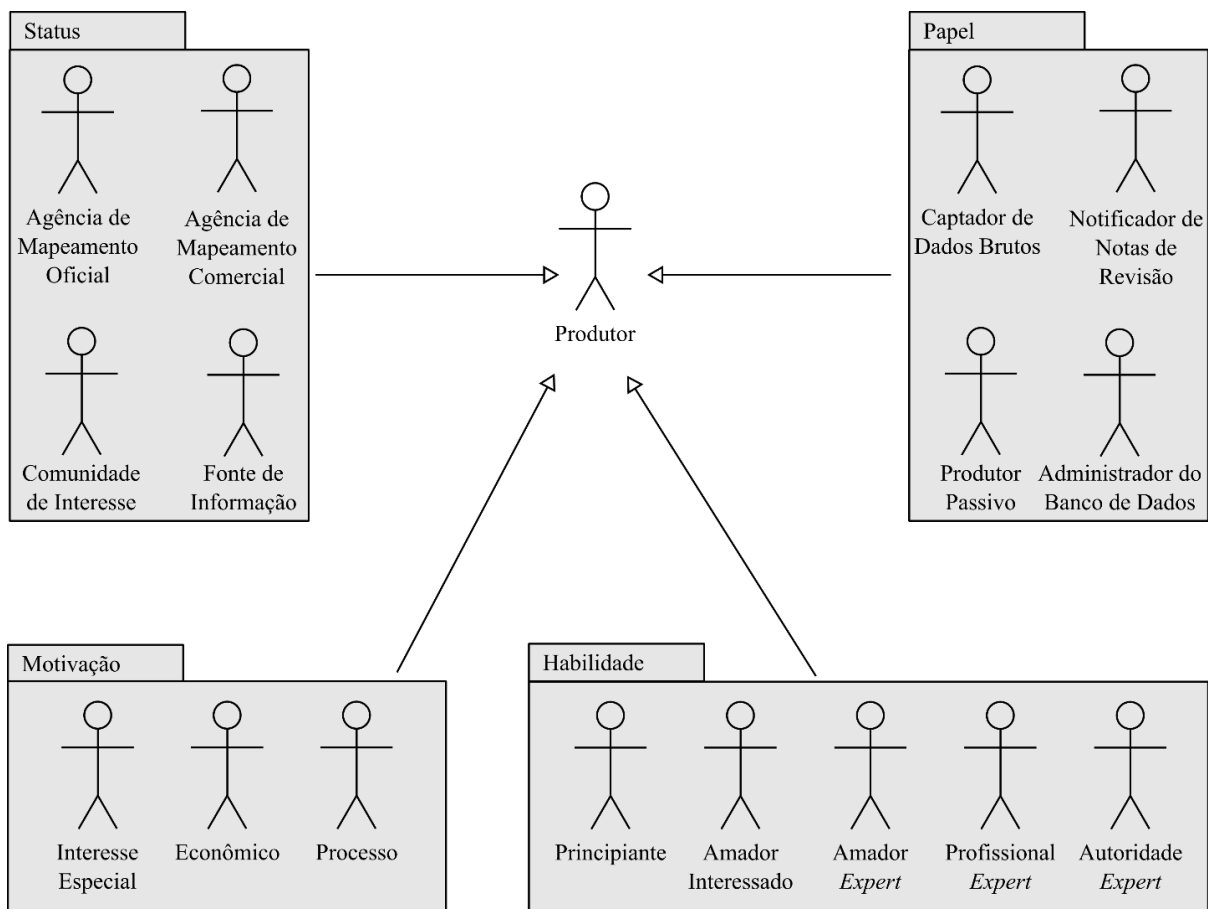


Figura 10 – Especialização do ator Produtor
Fonte: Cooper et al. (2011)

O último grupo, *Motivação (Motivation)*, irá reunir os atores de acordo com a sua motivação para produzir dados e serviços geospaciais para a IDE. O ator *Interesse Especial (Special Interest)* irá produzir dados geospaciais para uma determinada área, visando atender seus próprios interesses, como produzir dados que auxiliem na preservação do meio ambiente. O *Econômico (Economic)* produz dados com o intuito financeiro, seja pela venda dos dados ou para obter mais lucros com a utilização deles. O ator *Processo (Process)*, diferente dos demais atores deste grupo, não visa a produção de dados geospaciais e sim o

processo de captura desses dados. Cooper et al. (2011) utilizam como exemplo para esse ator um professor que está ensinando seus alunos a produzirem dados geoespaciais.

O ator *Fornecedor* foi especializado em dois grupos, de acordo com o tipo de produto que ele fornece, como mostra a Figura 11: *Fornecedor de Dados (Data Provider)* e *Fornecedor de Serviços (Service Provider)*. Devido à semelhança entre as especializações dos dois agrupamentos, mudando somente o produto, a explicação de algumas especializações servirá para ambos. A especialização *Um produtor que é seu próprio Distribuidor de Dados/Serviço (A Producer that is its own Data/Service Provider)* é considerada o modelo típico adotado nas IDEs, onde o próprio produtor dos dados ou serviços irá disponibiliza-los na IDE. O *Distribuidor de Dados (Data Distributor)* irá gerenciar os metadados e dados produzidos pelo *Produtor*, lidando com a parte administrativa do fornecimento dos dados. O *Distribuidor de Serviços (Service Distributor)* torna disponíveis os serviços desenvolvidos pelo *Produtor* através de seus próprios websites ou através de servidores internos do usuário. O *Árbitro de Dados/Serviço (Data/Service Arbiter)* irá selecionar os dados e serviços que irá disponibilizar de acordo com seu critério de seleção, não alterando ou adicionando valor aos produtos fornecidos (COOPER et al., 2011).

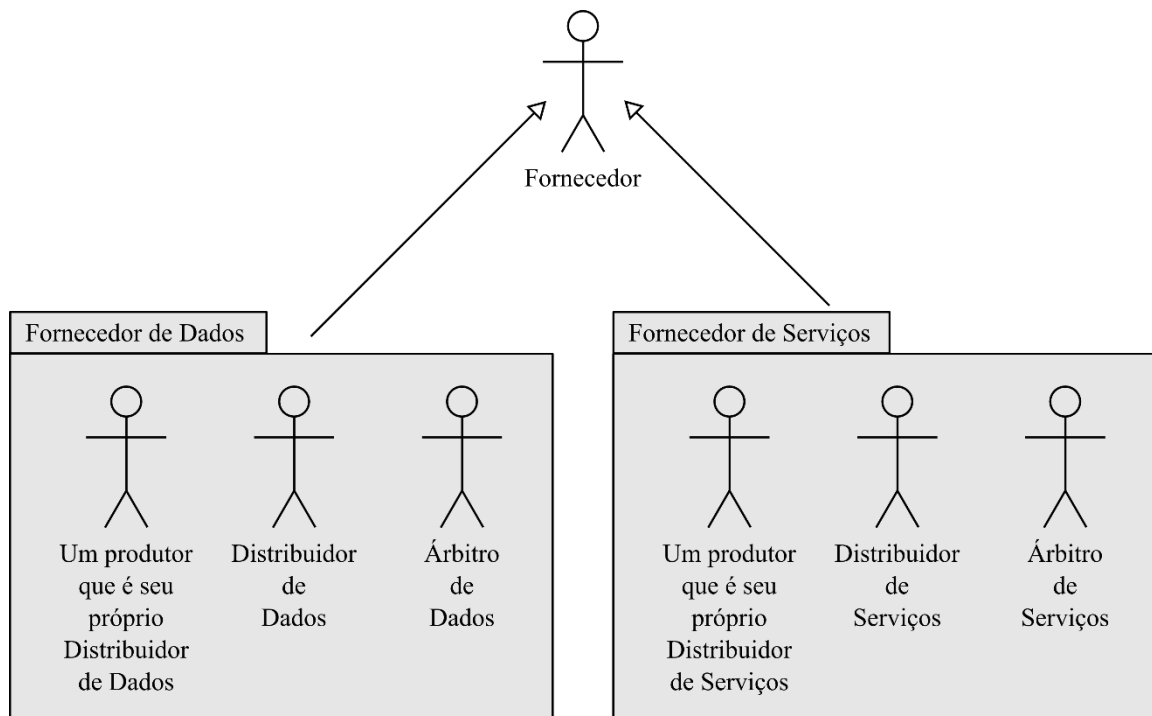


Figura 11 – Especialização do ator *Fornecedor*
Fonte: Cooper et al. (2011)

Como discutido anteriormente, o *Broker* é o ator responsável por auxiliar as negociações entre o Usuário e o Fornecedor e suas especializações, mostradas na Figura 12, serão baseadas em como esse auxílio irá ocorrer. O Facilitador de *Crowd-sourcing* (*Crowd-sourcing Facilitator*) age como um intermediário entre uma tarefa que precisa ser concluída e a mão-de-obra qualificada que resolva essa tarefa. Cooper et al. (2011) utilizaram a ferramenta *Mechanical Turk*² da *Amazon* como exemplo para esse ator. O Descobridor (*Finder*) foi especializado em mais dois atores de acordo com o que ele pretende descobrir: O Descobridor de Cliente/Usuário (*Clients/users Finder*) irá promover e vender seus produtos (dados e serviços geográficos) para o Usuário, sendo estes produtos originários do Fornecedor e do Revendedor de Valor Agregado, enquanto que o Descobridor de Fornecedores (*Providers Finder*) irá pesquisar por novas fontes de produtos. O Coletor (*Harvester*), segundo Cooper et al. (2011), “coleta metadados de dados e serviços e os integra”, enquanto que o Catalogador (*Cataloguer*) “constrói e mantém catálogos”. O Negociador (*Négociant*) é o responsável por realizar a “principal” função de um *Broker*. O Negociador ajuda um Usuário a encontrar o Fornecedor que tenha o produto que lhe interessa, onde o Negociador irá manter um catálogo de metadados em nome do Fornecedor. Outra tarefa realizada pelo Negociador é auxiliar as negociações entre o Usuário e o Fornecedor.

² <https://www.mturk.com/mturk/>

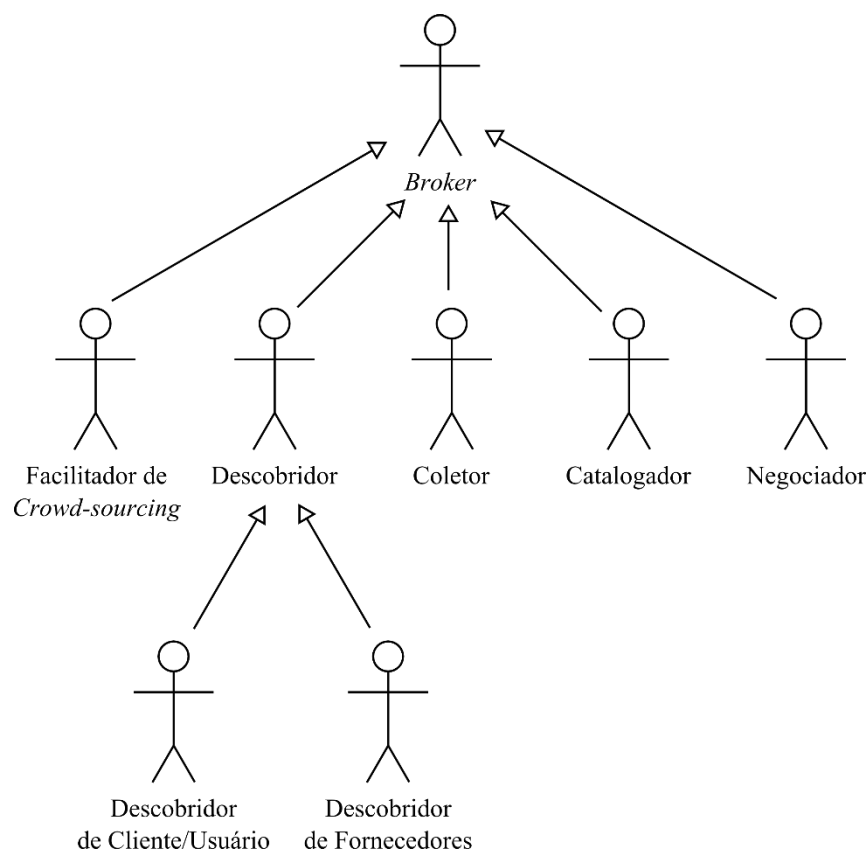


Figura 12 – Especialização do ator *Broker*

Fonte: Cooper et al. (2011)

A Figura 13 descreve as possíveis especializações que um Revendedor de Valor Agregado (RVA) pode possuir. Segundo Cooper et al. (2011), a especialização *Publicador (Publisher)* “pega dados de várias fontes e os integra e os edita para produzir novos produtos, como atlas ou serviços baseados em localização” sendo possível para o *Publicador* adicionar seus próprios dados nessa agregação. O ator *Agregador/Integrador (Aggregator/Integrator)*, assim como a especialização *Descobridor* do *Broker*, é especializado de acordo com o produto que ele irá integrar. O *Integrador de Serviços (Service Integrator)* irá unir diversos serviços e disponibilizá-los como um novo serviço, enquanto que o *Agregador/Integrador de Dados e Metadados (Data and Metadata Aggregator/Integrator)* irá oferecer um novo conjunto de dados com base na combinação, edição e melhoramento de outras bases de dados.

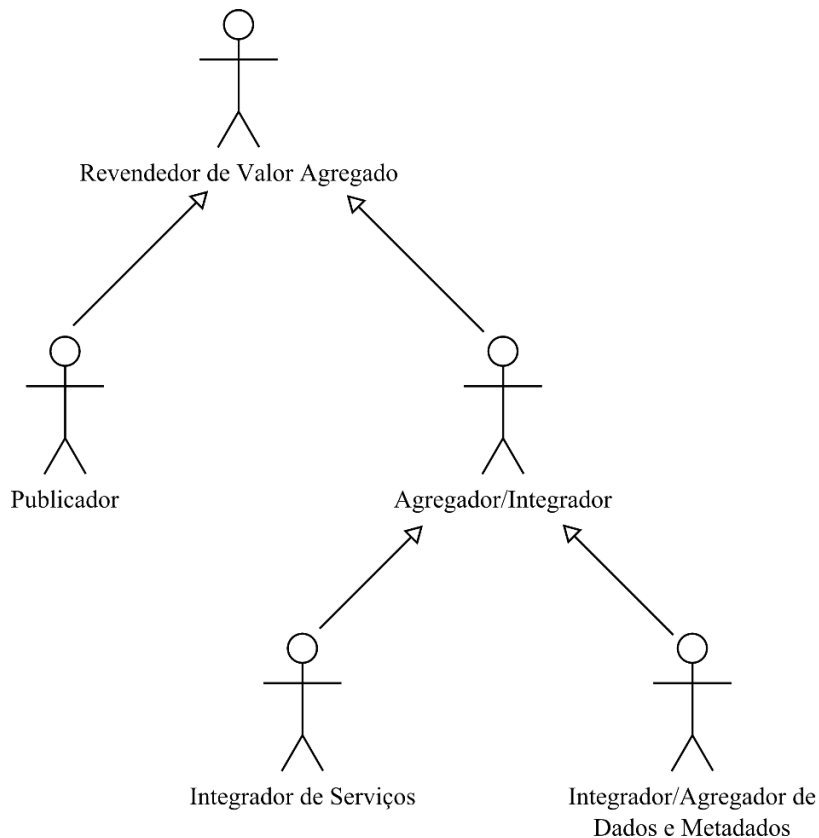


Figura 13 – Especialização do ator Revendedor de Valor Agregado
 Fonte: Cooper et al. (2011)

O *Usuário* vai ser especializado de acordo com sua educação sobre dados e serviços geográficos, como mostra a Figura 14. O *Usuário Ingênuo (Naive Consumer)* tem pouco conhecimento sobre a qualidade dos dados ou serviços, usando os dados disponíveis que atendam seu objetivo, enquanto que o *Usuário Avançado (Advanced User)* tem grande conhecimento sobre os dados e serviços geográficos, podendo realizar críticas e sugestões sobre determinados produtos (COOPER et al., 2011).

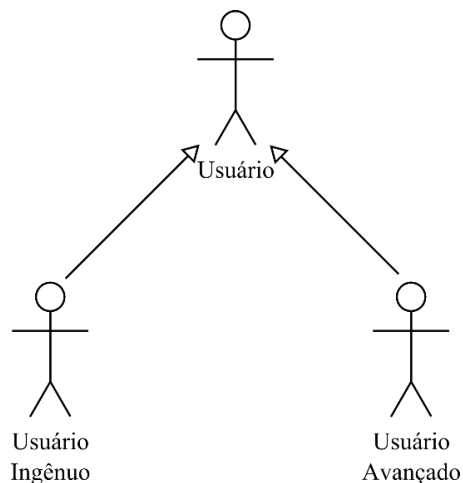


Figura 14 – Especialização do ator Usuário
 Fonte: Cooper et al. (2011)

Segundo Hjelmager et al. (2008), os principais componentes de uma IDE são políticas, conectividade, tecnologia, produtos, metadados e ferramentas de processamento, onde todos podem ser pessoas ou sistemas. Hjelmager et al. (2008) justificam os componentes tecnologia, conectividade e ferramentas de processamento como importantes elementos de uma IDE devido às rápidas mudanças que ocorrem nesses componentes e a cada mudança há a necessidade de se avaliar os direitos, restrições e responsabilidades entre usuários e dados.

A Figura 15 mostra o diagrama de classes UML da perspectiva Empresarial do *framework* RM-ODP para IDEs desenvolvido por Hjelmager et al. (2008). No diagrama, a IDE é o componente central, possuindo como atributos um escopo e um plano para sua implementação. Estes atributos são importantes para determinar o que a IDE irá englobar além de determinar as etapas necessárias para que ela seja implementada. Uma IDE é formada por políticas, as quais irão estabelecer restrições e regras sobre a própria IDE e seus demais componentes. O componente Produto contém os dados e serviços da IDE, onde a aquisição e utilização destes dados e serviços é o motivo pelo qual um usuário irá utilizar uma IDE. Portanto, o componente Produto pode ser considerado o principal motivo para o desenvolvimento de uma IDE. O componente Metadado irá descrever e ser utilizado pelo Produto e será utilizado pelas Ferramentas Processamento. O componente Ferramentas Processamento irá permitir o funcionamento da IDE através de um ambiente estável, utilizando-se o componente Conectividade, o qual irá utilizar uma determinada tecnologia de conectividade (HJELMAGER et al., 2008).

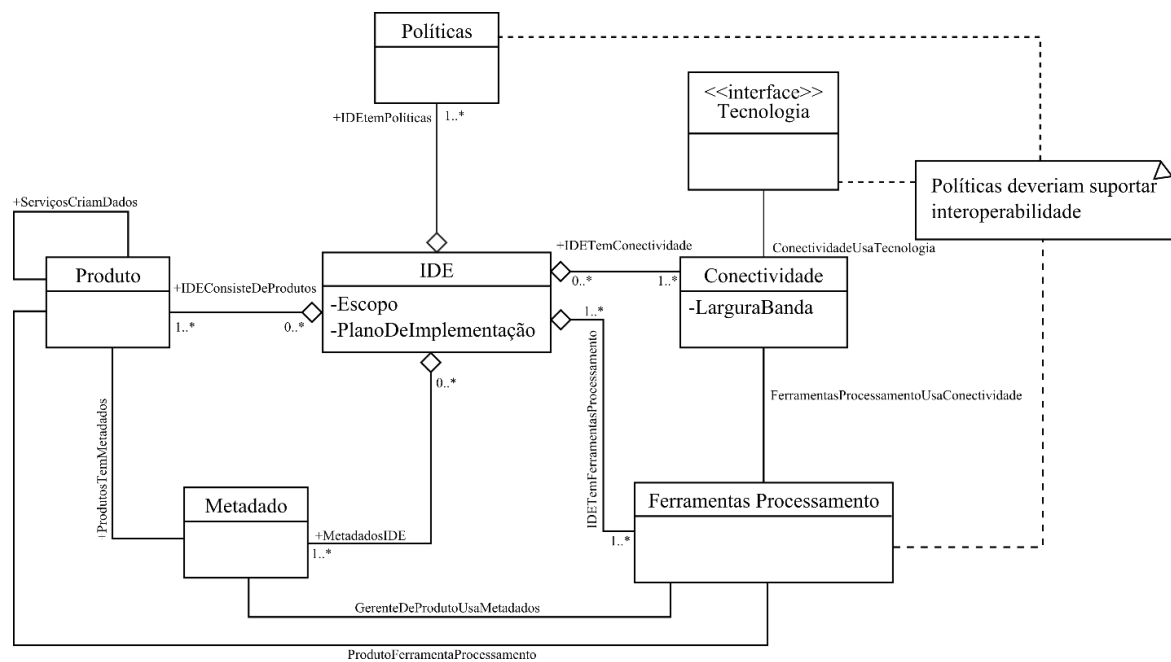


Figura 15 – Diagrama de classes para a perspectiva Empresarial de uma IDE
Fonte: Hjelmager et al. (2008)

Apesar de ser representada por uma única classe, a classe *Políticas* é uma classe abstrata e pode ser representada por diversas outras classes através da especialização. A Figura 16 mostra as possíveis especializações para a classe *Políticas*. Apesar de não serem representadas, as classes *RegrasNegócio*, *Restrições*, *Padrões* e *MelhoresPráticas* podem ter algum relacionamento entre si, pois, como exemplificado por Hjelmager et al. (2008), um padrão pode impor uma restrição em um componente da IDE, as quais podem ser restrições legais ou acordos empresariais.

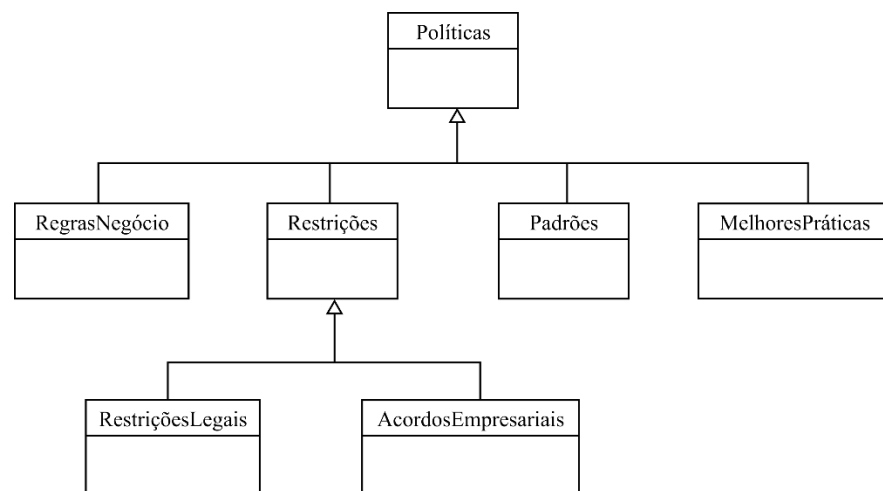


Figura 16 – Especializações da classe *Políticas*
 Fonte: Hjelmager et al. (2008)

2.3.1.1 Extensão da Perspectiva Empresarial

A perspectiva Empresarial modelada por Hjelmager et al. (2008) e estendida por Cooper et al. (2011) descreve os principais componentes que podem vir a compor uma IDE e os atores que irão interagir com a IDE. Entretanto, a perspectiva Empresarial até então não é capaz de descrever o conceito de hierarquia entre IDEs. Béjar et al. (2012) também estende a perspectiva Empresarial para que a mesma seja capaz de descrever hierarquias entre IDEs através do uso de federações e comunidades, onde uma federação é um conjunto de comunidades unidas por um contrato e uma comunidade é um conjunto de entidades que possuem um objetivo em comum, além de considerar as interações que são afetadas pelas políticas da IDE. Para utilizar os conceitos de federação e comunidade na descrição da perspectiva Empresarial, Béjar et al. (2012) utilizaram o perfil UML4ODP.

Béjar et al. (2012) determinam que cada membro de uma IDE será considerado como uma comunidade e deve ser modelado como instâncias da classe `<<EV_CommunityObject>>` do UML4ODP. Para uma comunidade ser considerada membro de uma IDE, ela deve cumprir

o papel de membro da IDE. O papel de membro da IDE será uma instância da classe <<EV_Role>> do UML4ODP, onde a comunidade se relacionará com esse papel através do relacionamento <<EV_FulfillsRole>>, indicando que a comunidade irá cumprir seu papel como membro da IDE. A Figura 17 mostra um exemplo de utilização dessa extensão para descrever os membros da IDE e a hierarquia entre IDEs. Na Figura 17, as IDEs Espanha e França são comunidades que são membros da IDE INSPIRE, pois ambas se relacionam com o papel “Membro da INSPIRE”. A IDE Espanha é composta de dois membros, a comunidade Cadastro Espanha e a comunidade Autoridade Ebro Bassin. A Autoridade Ebro Bassin também é membro da IDE França por cumprir o seu papel como “Membro da IDE França”.

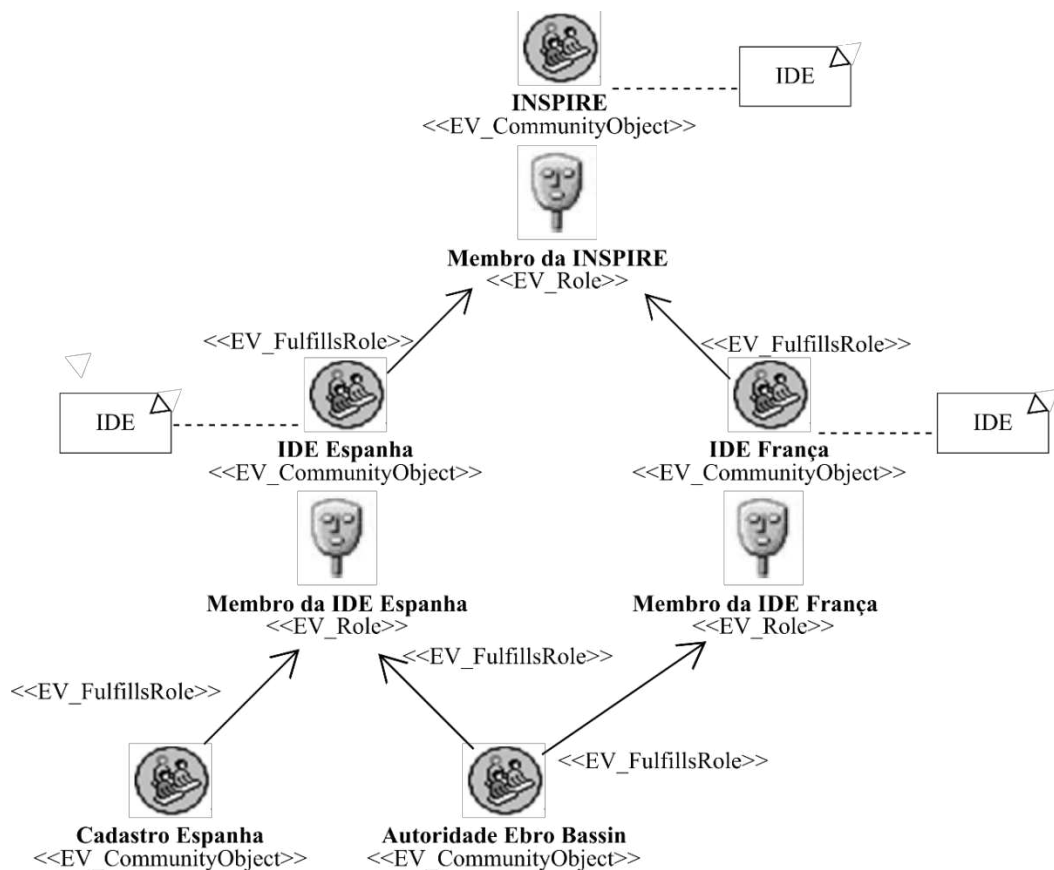


Figura 17 – Descrição de alguns membros da IDE INSPIRE
 Fonte: Béjar et al. (2012)

Para determinar o comportamento que uma comunidade terá dentro da IDE, Béjar et al. (2012) utilizaram o conceito de Papéis, os quais consistem de ações que a comunidade poderá realizar para alcançar o seu objetivo. Béjar et al. (2012) destaca que uma comunidade pode assumir diferentes papéis dependendo da interação com a IDE que ela está realizando. Por exemplo, a comunidade Cadastro Espanha pode assumir o papel de usuário em uma interação

e assumir o papel de fornecedor em outra. Béjar et al. (2012) divide os papéis em três categoriais: papel de ator, papel de artefato e papel de recurso.

Segundo Béjar et al. (2012), uma comunidade assumirá um papel de ator quando ele pode participar de uma interação. Os autores definiram os seguintes papéis de atores que permitem que a IDE alcance seu objetivo:

- Usuário: ator que irá se beneficiar dos serviços e dados oferecidos pela IDE;
- Contribuidor: responsável por adicionar ou remover dados e serviços na IDE, gratuitamente ou não;
- Zelador: Cria e mantém os principais conjuntos de dados e serviços da IDE, sendo responsável pela disponibilidade e qualidade desses dados e serviços;
- Diretoria: ator responsável pelas políticas da IDE. Segundo Béjar et al. (2012), este ator também participa nas tomadas de decisões da IDE;
- Corpo Operacional: Este ator possui diversas responsabilidades que permitem o funcionamento da IDE. Béjar et al. (2012) cita a administração do sistema, suporte técnico, garantia de qualidade como exemplos de responsabilidades desse ator;
- Contato: Representa uma comunidade durante a comunicação com outras IDEs. Um exemplo deste papel de ator é o de mediador em negociações;
- Educador: Responsável por fornecer treinamento aos atores que participam da IDE;
- Promotor: Ator com a responsabilidade de promover a IDE, de modo a conseguir novos usuários, além de informar aos atores as novidades e mudanças que ocorrem na IDE;
- Financiador: Ator que irá financiar o funcionamento da IDE;
- Membro: Este ator não possui nenhuma função específica, sendo utilizado para modelar as IDEs como comunidades no UML4ODP;
- Canal de Comunicação: É um meio utilizado pelos os demais atores para troca de informações, como mensagens ou dados geoespaciais;
- Catálogo da IDE: Conjunto de metadados utilizados para se localizar os dados geoespaciais de interesse do usuário.

Segundo Béjar et al. (2012), o Canal de Comunicação e o Catálogo da IDE foram considerados como papéis de atores para reforçar a sua importância no funcionamento da IDE. Para alcançar seus objetivos, uma comunidade pode utilizar objetos durante os processos a serem realizados. Um objeto que é utilizado durante um processo e não se torna indisponível para os demais usuários é denominado papéis de artefatos.

Um papel de artefato pode ser um ativo espacial (*Spatial asset*), sendo produtos disponibilizados pela IDE que possuem características geoespaciais, ativos do núcleo (*Core asset*), os quais são produtos, sejam eles geoespaciais ou não, que são importantes para o funcionamento e existência da IDE e por fim um metadado de um ativo espacial, o qual irá conter dados que descrevem um ativo espacial ou de núcleo. Os papéis de recursos possuem a mesma função que um papel de artefato, com o diferencial de que eles se tornam indisponíveis após sua utilização (BÉJAR et al., 2012).

Segundo Béjar et al. (2012), objetos empresariais “modelam entidades que são necessárias na especificação do sistema na perspectiva empresarial”. Tais objetos podem cumprir todos os papéis especificados pelos autores, sendo descritos a seguir com os possíveis papéis de atores que cada um pode assumir:

- Pessoa: Um indivíduo, podendo assumir os papéis de atores usuário, contribuidor, diretoria, corpo operacional, financiador, contato, educador e promotor;
- Time: Pequeno conjunto de pessoas com um objetivo em comum. Pode assumir os mesmos papéis que o objeto empresarial Pessoa;
- Organização: Um grupo de pessoas estável que pode ser considerado uma entidade, possuindo um propósito e regras próprias. Pode assumir os papéis de membro, usuário, contribuidor, diretoria;
- Base de Dados Espaciais: Conjunto de dados geoespaciais, podendo ser um ativo espacial ou um ativo de núcleo;
- Aplicação Espacial: Aplicação que possui a capacidade de trabalhar com dados geoespaciais, podendo assumir os papéis de ativo espacial, ativo de núcleo e catálogo da IDE;
- Serviço Espacial: Sistema que possui interfaces que podem ser acessadas por outros sistemas e aplicação, fornecendo alguma funcionalidade relacionada a dados geoespaciais. Pode assumir os mesmos papéis que a Aplicação Espacial;
- Geoportal: Ponto de acesso do usuário a IDE, o Geoportal é um website que oferece conteúdos geoespaciais, como dados e serviços, e ferramentas para encontrar esse conteúdo. Assume os mesmos papéis que a Aplicação Espacial e o Serviço Espacial, além do papel Canal de Comunicação.

Béjar et al. (2012) definiram um conjunto de políticas que uma IDE pode utilizar. Para a definição das políticas, mostradas na Figura 18, Béjar et al. (2012) utilizaram a classe <<EV_PolicyEnvelope>> do UMLAODP. A Política de Governança irá determinar

como será o processo de tomada de decisão e o de criação de novas políticas. A Política de Atribuição de Papéis é responsável por definir quais serão os atores da IDE e em que momento eles assumirão essa função. A Política de Afiliação determina os direitos, obrigações e regras de comportamento dos usuários dentro da IDE, além de definir o processo de afiliação e saída da IDE. A Política de Acesso irá determinar quais atores podem incluir e retirar dados espaciais da IDE, além de lidar com outras questões recorrentes desse processo, como preço, direitos sobre os dados, quem poderá utilizá-los, etc (BÉJAR et al., 2012).

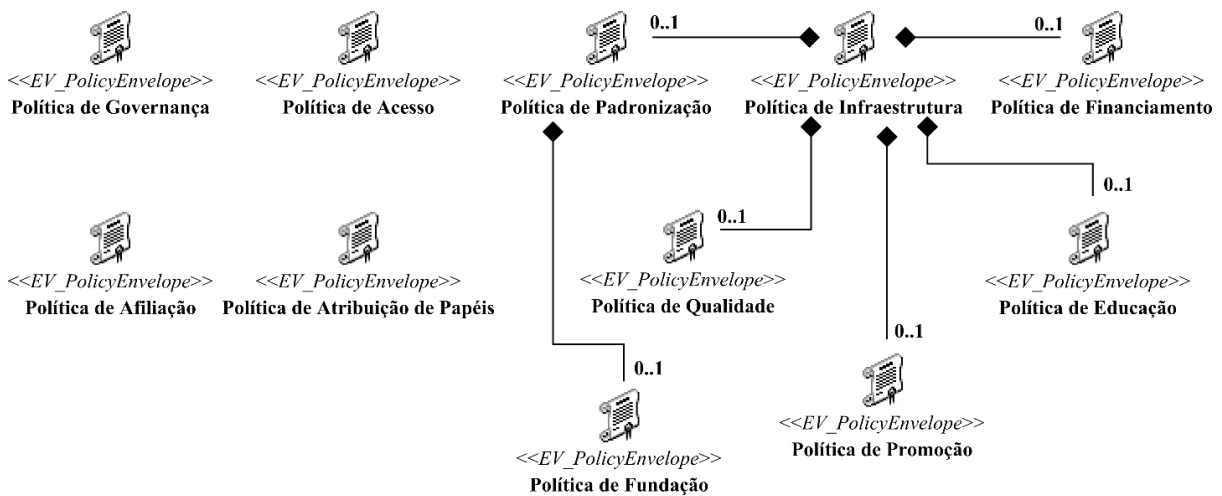


Figura 18 – Políticas da IDE no UMLAODP
 Fonte: Adaptado de Béjar et al. (2012)

Segundo Béjar et al. (2012), Política de Infraestrutura são políticas responsáveis por garantir a estabilidade, qualidade da IDE, além de favorecer o ambiente de compartilhamento de dados geoespaciais. Para que isso seja alcançado, ela é composta por diversas outras políticas. A Política de Padronização irá determinar quais padrões serão adotados pela IDE. Além disso, ela é composta pela Política de Fundação, que padroniza quais são os principais ativos/produtos da IDE. A Política de Qualidade especifica o nível de qualidade desejado para a IDE e como o controle de qualidade é realizado. A Política de Promoção determinará como será a divulgação da IDE para que novos usuários a descubram. Os treinamentos que os atores da IDE irão receber e como esses treinamentos serão ministrados serão definidos pela Política de Educação. Por último, a Política de Financiamento irá definir como e quais serão os recursos que a IDE irá receber para que ela possa ser desenvolvida e mantida.

2.3.2 Perspectiva Informação

Segundo Hjelmager et al. (2008), a perspectiva Informação no *framework* RM-ODP descreve os dados do sistema, desde sua semântica até seu comportamento, sendo estes regulados pelas políticas definidas na perspectiva Empresarial. No caso das IDEs, Hjelmager et al. (2008) consideraram como dados, os produtos fornecidos pela IDE, ou seja, os serviços e os dados geográficos.

A Figura 19 mostra o diagrama de classes UML que descreve o relacionamento dos produtos com os demais componentes da IDE. A classe `Produto`, por ser o objeto de maior interesse na perspectiva Informação, é o centro do diagrama. A classe `Política` representa as políticas definidas na perspectiva Empresarial, as quais irão restringir e direcionar as especificações dos produtos, estes representados pela classe `Especificação Produto`. Os produtos são descritos pelos metadados (classe `Metadado`) e ambos são registrados em catálogos (classe `Catálogo`), os quais podem conter outros catálogos, permitindo a criação de uma hierarquia. Os produtos podem ser classificados em dois tipos: serviços e dados (sejam eles geoespaciais ou não). Os dados são utilizados, com auxílio de um conhecimento prévio, como fonte de informações, as quais podem vir a gerar novos conhecimentos (HJELMAGER et al., 2008).

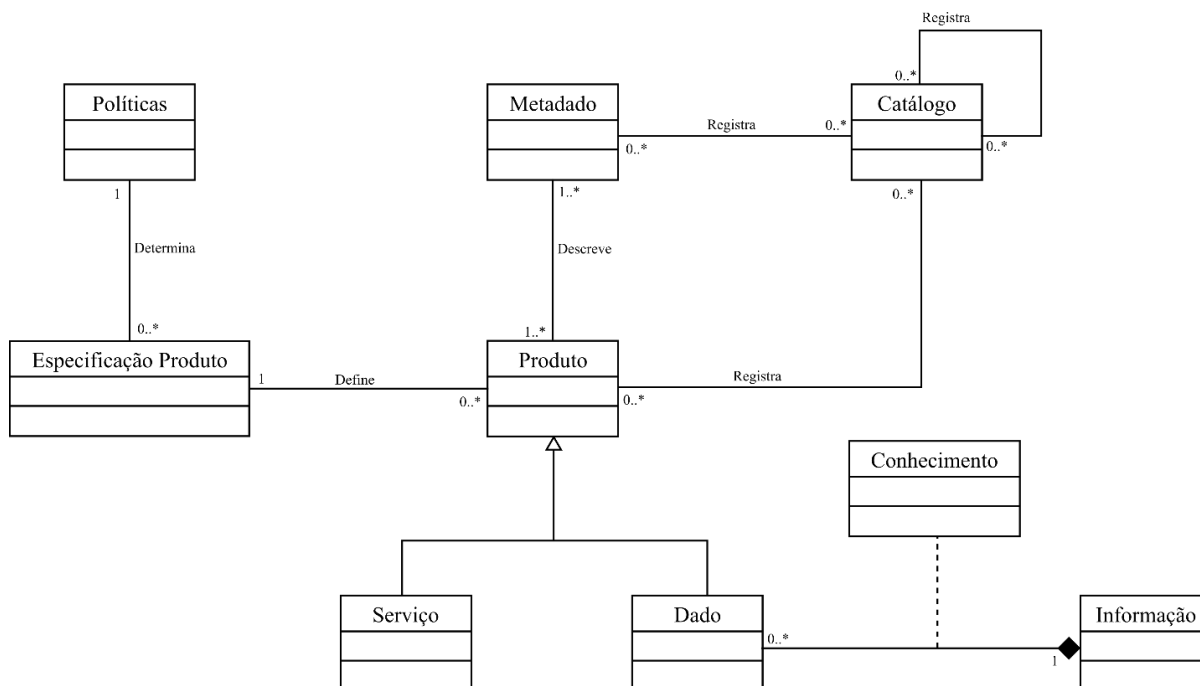


Figura 19 – Diagrama de classes para a perspectiva Informação
Fonte: Hjelmager et al. (2008)

Além do diagrama de classes, Hjelmager et al. (2008) dividiu as classes Políticas, Especificação Produto, Produto e Metadados em atividades, relacionando-as com os atores definidos na Figura 8. Essa relação é mostrada na Tabela 1, onde cada ator pode assumir dois papéis, dependendo da atividade a ser executada: eles podem ser ativos, quando eles executam ou iniciam uma atividade; ou passivos, quando eles beneficiados pela atividade. Quando um ator não executa/inicia uma atividade e nem a utiliza, o ator não é aplicável para a atividade.

Tabela 1 – Relação entre os atores e suas possíveis atividades em uma IDE
Fonte: Hjelmager et al. (2008)

Classes UML	Atividades	Stakeholders (Atores)					
		Criador de Políticas	Produtor	Fornecedor	Broker	RVA	Usuário
Políticas	Cria políticas	A	P	P	P	P	P
	Aplica políticas	A	A	A	A	A	P
	Cria planos de negócio	-	A	A	A	A	-
	Utiliza planos de negócio	-	A	A	A	A	-
Especificação do produto	Consulta usuários	A	A	A	-	A	P
	Estipula requisitos	P	A	P	P	A	A
	Traduz em especificações do produto	-	A	A	A	A	P
	Obtém e implementa especificações do produto	-	A	A	A	A	P
Produto	Captura/cria dados (da fonte)	-	A	-	-	A	-
	Produz o produto	-	A	A	A	A	-
	Assegura qualidade (processo de produção)	-	A	A	A	A	-
	Assegura qualidade (certificação do produto)	-	A	A	A	A	P
	Fornece o produto	-	-	A	A	A	P
	Usa os produtos	-	-	-	-	A	A
	Mantém o produto	-	A	A	A	A	-
Metadado	Produz metadados	-	A	A	A	A	-
	Assegura qualidade dos metadados	-	A	A	A	A	-
	Fornece metadados	-	-	A	A	A	P
	"Colhe" metadados	-	-	P	A	P	-
	Procura através de metadados	-	-	-	A	A	A
	Analisa metadados	-	-	-	A	A	A
	Mantém metadados	-	A	A	A	A	-
Catálogo	Produz o catálogo	-	A	A	A	A	-
	Fornece o catálogo	-	-	A	A	A	P
	Procura por catálogos	-	-	-	A	A	A
	Procura através de catálogos	-	-	-	A	A	A
	Mantém catálogos	-	A	A	A	A	-

A: Ativo-Criador; P: Passivo-Destinatário; -: Não Aplicável

2.3.3 Perspectiva Computação

A perspectiva Computação, segundo Cooper et al. (2013), “é uma decomposição funcional do sistema modelado em um conjunto de objetos que interagem através de interfaces”. Ao se modelar os conjuntos de objetos que compõem o sistema na perspectiva Computação, não se deve considerar sua distribuição, o que deverá ser detalhado na perspectiva Engenharia.

Segundo Cooper et al. (2013), o *framework* RM-ODP determina que as interfaces dos objetos computacionais devem possuir uma assinatura, um comportamento e um contrato de ambiente. Para simplificar o modelo, o comportamento das interfaces foi modelado utilizando as interfaces fornecidas e exigidas do diagrama de componentes da UML, e as assinaturas e contratos de ambientes, segundo os autores, não foram descritas com o propósito de simplificar o modelo.

Cooper et al. (2013) identificaram seis objetos computacionais necessários em uma IDE, como mostra a Figura 20: Dados IDE (*SDI Data*), Retrato IDE (*SDI Portrayal*), Registro IDE (*SDI Registry*), Processamento IDE (*SDI Processing*), Aplicação IDE (*SDI Application*) e Gerenciamento IDE (*SDI Management*). Cada um desses objetos computacionais utiliza e oferece um conjunto de funcionalidades através das interfaces, com seus relacionamentos sendo mostrados na Figura 20. Os conectores que possuem um círculo são as interfaces fornecidas, ou seja, são as funcionalidades oferecidas pelos componentes, enquanto os conectores que possuem um arco são as interfaces exigidas, sendo as funcionalidades de que o componente necessita para a realização de uma tarefa e que são fornecidas por outros componentes.

O componente Registro IDE é o componente responsável por armazenar e registrar os produtos (dados e serviços), catálogos, metadados, especificações do produto e políticas da IDE, além de permitir a pesquisa dos mesmos. O componente possui uma única interface exigida, a Gerenciamento IDE::Controle, e três interfaces fornecidas. Assim como em Cooper et al. (2013), será utilizada a notação “::” para indicar as interfaces de um componente. A interface Registro IDE::Registrar é responsável por fornecer as funcionalidades das informações que uma IDE pode possuir. A interface Registro IDE::Pesquisar pesquisa as informações requeridas pelo usuários através dos catálogos registrados na IDE, enquanto que a interface Registro IDE::Publicar publica as informações registradas na Internet e outras mídias, permitindo que o usuário busque as informações registradas na IDE (COOPER et al., 2013).

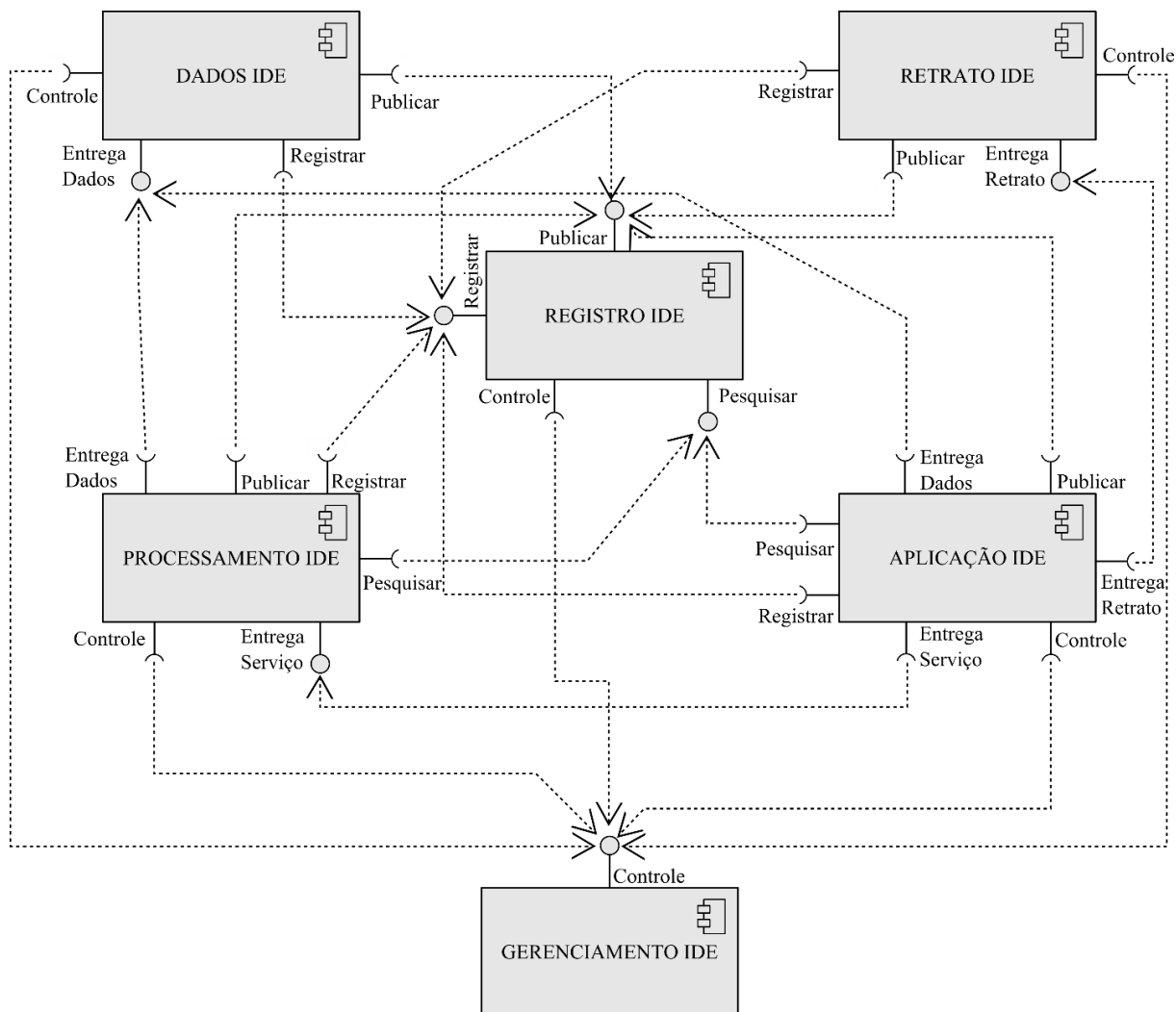


Figura 20 – Diagrama de componentes para os objetos computacionais da IDE
 Fonte: Cooper et al. (2013)

Segundo Cooper et al. (2013), o componente `Dados IDE` lida com conjuntos de dados que foram compartilhados e registrados na Internet. Ele possui uma única interface fornecida, a `Dados IDE::Entrega Dados`, responsável por enviar os dados solicitados pelos componentes `Aplicação IDE` e `Processamento IDE`. Os dados serão solicitados após uma pesquisa ser realizada utilizando a interface `Registro IDE::Pesquisar`. O componente `Processamento IDE` fica responsável por realizar os processamentos de dados da IDE, contendo serviços como, transformação de sistemas de coordenadas geográficas, análise de dados e processamento de coordenadas. Assim como o `Dados IDE`, o `Processamento IDE` possui uma única interface fornecida, `Processamento IDE::Entrega Serviço`, o qual irá permitir que outros componentes utilizem os serviços de processamentos oferecidos pelo componente.

O Retrato IDE mostra os dados ou resultados quando utilizado pelos serviços do componente Aplicação IDE, possuindo uma única interface fornecida, a Retrato IDE::Entrega Retrato. O componente Aplicação IDE é considerado por Cooper et al. (2013) como o principal componente da IDE, e será o único componente que será acessado pelo usuário. Para atender a todas as necessidades do usuário, o Aplicação IDE possui diversas interfaces exigidas, utilizando-se de pelo menos uma interface de cada um dos demais componentes, como mostra a Figura 20, e não possui nenhuma interface fornecida. O último componente é o Gerenciamento IDE. Esse componente garante o funcionamento correto dos demais componentes, como a garantia de interoperabilidade entre os serviços e os direitos de acesso de cada usuário.

2.4 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta trabalhos cujas propostas estão relacionadas com o tema desta dissertação. As subseções seguintes apresentam outros modelos que descrevem IDE e trabalhos que utilizam o modelo da ICA para descrever IDEs nacionais. Os modelos citados nesta seção foram destacados por Cooper et al. (2012) e foram utilizados para descrever IDEs regionais.

2.4.1 Modelo de descrição IDE para a CGDI

A CGDI (*Canadian Geospatial Data Infrastructure* – Infraestrutura de Dados Geoespaciais Canadense) em GeoConnections (2005) descreve de forma abstrata a arquitetura utilizada no seu desenvolvimento. O GeoConnections (2005) descreve resumidamente a motivação e objetivos para o desenvolvimento do CGDI e seus quatro principais componentes: os serviços; dados, sejam eles geoespaciais ou não; os principais usuários que irão interagir com a IDE; e aplicações.

O componente Dados é o principal componente da CGDI e o motivo pelo seu desenvolvimento. Este componente é responsável pelo gerenciamento dos dados geoespaciais e relacionais presentes. Para garantir a redução da duplicação na produção de dados e melhorar a interoperabilidade entre os dados já existentes, o componente Dados utiliza três camadas de dados: camada de alinhamento, camada de feições de terra e a camada conceitual (GEOCONNECTIONS, 2005).

A camada de alinhamento possui “controles” geométricos que permitem que os dados geoespaciais das demais camadas estejam posicionados de maneira correta. A camada de feições da terra possui informações geoespaciais bem definidas e de fácil observação, não existindo espaço para ambiguidade, como rodovias, rios, lagos e elevações, diferentemente da

camada conceitual, a qual representa fenômenos sociais, econômicos e físicos como, por exemplo, fronteiras e áreas ecológicas (GEOCONNECTIONS, 2005).

O componente serviço consiste de *Web Services* que permitem o acesso e compartilhamento de dados geoespaciais. Para garantir a interoperabilidade dos *Web Services*, a CGDI implementa e incentiva os padrões de *Web Services* definidos pela OGC (*Open Geospatial Consortium* – Consórcio Aberto Geoespacial) e pela ISO em ISO/TC 211. Alguns dos serviços incentivados pela CGDI são: O WMS (*Web Map Server* – Servidor de Mapas Web) é a especificação de uma interfaces de serviços para a visualização de dados geoespaciais; o WFS (*Web Feature Service* – Serviço de Feições Web), cuja especificação permite a manipulação dos dados geoespaciais, ou seja, das feições geográficas; o GML (*Geography Markup Language* – Linguagem de Marcação Geográfica), sendo uma codificação XML para o transporte e armazenamento de dados geoespaciais, entre outros.

As aplicações, com a utilização de um ou mais *Web Services*, são o meio do usuário acessar e utilizar os dados geoespaciais disponíveis na CGDI. Alguns tipos de aplicações foram generalizados e classificados em quatro categorias: Aplicações de Visualização - exibe graficamente os dados geográficos para o usuário; Aplicações de Descoberta - permite a pesquisa de dados geoespaciais disponíveis no CGDI; Aplicações de Publicação - os fornecedores de dados podem definir como os dados geoespaciais serão distribuídos; e Aplicações de Edição - podem adicionar, editar e remover dados geoespaciais no CGDI.

Os usuários da CGDI foram agrupados em quatro categorias de acordo com o seu relacionamento com a CGDI: os Fornecedores são os usuários responsáveis por adicionar os dados geoespaciais e *Web Services* na CGDI; os Desenvolvedores serão os usuários que desenvolvem as aplicações utilizadas pelo usuário final para acessar a CGDI; os *Marketers* são responsáveis por vender e dar suporte das aplicações que os usuários utilizam para acessar a CGDI, auxiliando também na divulgação da mesma; e os Usuários Finais serão os principais beneficiados da CGDI, os quais irão utilizar os dados geoespaciais disponíveis para alcançar seus objetivos.

2.4.2 Modelo de descrição de IDE para a INSPIRE

O projeto INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community* – Infraestrutura para Informação Espacial na Comunidade Europeia) (INSPIRE Network Drafting Team, 2008) utiliza um modelo arquitetural de IDE próprio, que inclui a descrição dos serviços disponibilizados e como esses serviços interagem com as aplicações, portais e outros

serviços. A INSPIRE oferece cinco tipos de serviços, os quais são o núcleo da arquitetura: *Descoberta*; *Visão*; *Download*; *Transformação*; e *Invoke*.

Os serviços de *Descoberta* têm o objetivo de descobrir dados geoespaciais e serviços com base na descrição de seus metadados e mostrar o conteúdo desses metadados. Os serviços de *Visão* são responsáveis por exibir os conjuntos de dados geoespaciais com algumas funções básicas, como *zoom*, navegação, sobreposição de dados geoespaciais, exibição de legendas e informações relevantes contidas nos metadados. Os serviços de *Download* permitem o *download* de dados geoespaciais ou somente parte deles. Os serviços de *Transformação* convertem os dados geoespaciais para diferentes sistemas de coordenadas geográficas de modo a garantir a interoperabilidade entre os dados. Os serviços de *Invoke* permitem que serviços geoespaciais sejam invocados. Além disso, os serviços de *Invoke* permitem que os serviços sejam invocados individualmente ou sequencialmente, onde diversos serviços são invocados em uma determinada ordem para atingir os objetivos do usuário.

A arquitetura utilizada para descrever os serviços da INSPIRE tem como base a Arquitetura Orientada a Serviços, onde os serviços são consumidos e oferecidos através de um *service bus*. Para garantir a interoperabilidade entre os serviços, principalmente entre os serviços desenvolvidos pelos diferentes membros da INSPIRE, foi determinado em (INSPIRE Network Drafting Team,2008) que o protocolo de mensagem entre os serviços é o SOAP (*Simple Object Access Protocol* – Protocolo Simples de Acesso a Objetos). Um dos motivos para a adoção do SOAP foi a recomendação do W3C (*World Wide Web Consortium*) em utilizá-lo como protocolo de mensagens para serviços web.

2.4.3 Uso do modelo da ICA no desenvolvimento da IDE nacional da Namíbia

A Namíbia, 34º maior país do mundo com população de 2.1 milhões de pessoas, promulgou a Infraestrutura de Dados Espaciais da Namíbia de modo a melhorar o compartilhamento e uso de dados e serviços geoespaciais dentro do país. Os objetivos da IDE da Namíbia são melhorar a captura, utilização, gerenciamento, manutenção e compartilhamento dos dados geoespaciais utilizados pela Namíbia, criando-se um ambiente que permita a coordenação e cooperação entre os usuários da IDE em relação a utilização desses dados, auxiliando a sua utilização como suporte para o planejamento socioeconômico e tomadas de decisões. Além disso, a IDE ainda tem como objetivo eliminar a duplicação de dados geoespaciais e auxiliar no gerenciamento e fiscalização em relação aos direitos autorais relacionados com os trabalhos que utilizem dados geoespaciais (SINVULA et al., 2012).

Segundo Sinvula et al. (2012), para auxiliar no desenvolvimento da IDE diversos modelos de IDE foram analisados, buscando-se um modelo que tenha bases de dados geoespaciais genéricas, padrões e formatos baseados em políticas e padrões existentes. O modelo escolhido foi o RM-ODP, devido ao alinhamento da proposta da IDE com a perspectiva empresarial do modelo no “âmbito da proposta, dos padrões e políticas para um sistema de IDE que facilite a captura, gerenciamento, manutenção, integração, distribuição e uso de dados espaciais”.

Sinvula et al. (2014) identificou os *stakeholders* existentes na IDE Namíbia, que se encontra em estágio inicial de desenvolvimento, utilizando como base os atores identificados pelo modelo de IDE da ICA. O Modelo de IDE da ICA, como apresentado na seção 2.3, descreve as IDEs de maneira geral e independente de tecnologias e implementações.

Ainda segundo Sinvula et al. (2014), a utilização dos atores da ICA permitiu a identificação de *stakeholders* com múltiplas responsabilidades e a identificação de atores cujas funções são inexistentes na IDE Namíbia. Segundo os autores, todas as agências de mapeamento oficial, agências de mapeamento comercial, comunidades de interesse e fontes de informação são consideradas como Captadores de Dados Brutos. Devido ao estágio considerado como inicial que se encontra a IDE Namíbia, todos os produtores de dados da IDE assumem as responsabilidades do ator Administrador de Banco de Dados. Em relação ao ator Produtor, não existem na IDE Namíbia os atores Iniciante e Amador Interessado.

Sinvula et al. (2014) concluem que todos os *stakeholders* que são atores Interesse Especial e Fonte de Informação possuem um nível de habilidade Amador *Expert*, apesar de que durante o desenvolvimento do trabalho, os autores declararam que não existia um *stakeholder* Amador *Expert* na IDE Namíbia. Por fim, a IDE Namíbia apresenta uma deficiência em relação a *stakeholders* relacionados aos serviços da IDE, não possuindo nenhum que assume as funções de Distribuidor de Serviços, Árbitro de Serviços e Integrador de Serviços.

2.4.4 Uso do modelo da ICA na especificação da IDE nacional de Gana

Gana, país africano com população estimada em 24,6 milhões de habitantes, assim como a Namíbia, promulgou uma IDE nacional para melhorar o compartilhamento e uso de dados geoespaciais nas organizações governamentais. A IDE de Gana se encontra em estágio inicial de desenvolvimento, sendo a segunda iniciativa realizada por Gana no âmbito de IDEs, sendo que sua primeira iniciativa, a NAFGIM (*National Framework for Geospatial Information Management* – Framework Nacional para o Gerenciamento de Informações Geoespaciais), se encontra desativada (OWUSU et al., 2014).

Owusu et al. (2014) utilizou o modelo de IDE da ICA para identificar os atores da NAFGIM, quando esta se encontrava funcional, com o objetivo de compreender o porquê da mesma não ter obtido sucesso, evitando-se repetir os erros na IDE de Gana. Os autores utilizaram o mesmo método adotado por Sinvula et al. (2014).

Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Sinvula et al. (2014), onde a NAFGIM, em relação ao ator Produtor, não possui stakeholders com a função Comunidade de Interesse e Fonte de Informação, além de não possuir Produtores com níveis de habilidade Iniciante e Amador Interessado. Além disso, a NAFGIM possuía uma carência em *stakeholders* relacionados com os serviços da IDE, não existindo algum que assumisse as funções de Distribuidor de Serviços, Árbitro de Serviços e Integrador de Serviços (OWUSU et al., 2014).

Owusu et al. (2014) concluem que os novos *stakeholders* deverão existir na IDE de Gana para ocupar as responsabilidades dos atores não utilizados na NAFGIM e muitos dos *stakeholders* serão mantidos na nova IDE. Além disso, os autores criticam o modelo de IDE da ICA, pois o mesmo, em relação aos atores da IDE, não sendo capaz de representar todas as funções existentes na IDE. Uma dessas funções, como destaca Owusu et al. (2014), é a inexistência de um ator relacionado com a produção de serviços na IDE.

3 ADEQUAÇÃO DOS ATORES E POLÍTICAS DA PERSPECTIVA EMPRESARIAL DO MODELO FORMAL DA ICA

O modelo da ICA desenvolvido em Hjelmager et al. (2008), Cooper et al. (2011) e Cooper et al. (2013) descreve IDEs de modo independente de tecnologias e políticas utilizando o framework RM-ODP, limitando-se às perspectivas Empresarial, Informação e Computação. Béjar et al. (2012) estendem a perspectiva Empresarial proposta por Hjelmager et al. (2008), modelando IDEs como federações e comunidades autônomas, utilizando o perfil UML4ODP. Entretanto, diversos conceitos propostos por Béjar et al. (2012) se mostram diferentes dos conceitos apresentados por Hjelmager et al. (2008), seja na nomenclatura ou em sua semântica. Este capítulo apresenta as modificações propostas por Béjar et al. (2012) para o modelo ICA, comparando-se a perspectiva Empresarial proposta por Hjelmager et al. (2008) e Cooper et al. (2011) com a extensão proposta por Béjar et al. (2012), com o objetivo de criar uma perspectiva única que seja coerente com os dois trabalhos.

3.1 Comparação e Unificação dos atores da IDE

Os papéis de atores definidos por Béjar et al. (2012) são semelhantes aos atores definidos por Hjelmager et al. (2008) e Cooper et al. (2011), sendo estes detalhados na subseção 2.3.1.

Devido a essa semelhança, os papéis de atores de Béjar et al. (2012) e os atores de Hjelmager et al. (2008) e Cooper et al. (2011) são comparados na Tabela 2, com base na função exercida por cada papel de ator e ator dentro da IDE.

Em ambas as propostas, o `Usuário` possui a mesma terminologia e as mesmas responsabilidades. O papel de ator `Contribuidor` de Béjar et al. (2012) é semelhante ao ator `Fornecedor` do modelo da ICA, com a ressalva que o `Fornecedor` não possui, explicitamente, a responsabilidade de remover os dados da IDE (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015).

Segundo Oliveira e Lisboa-Filho (2015), apesar de Hjelmager et al. (2008) e Cooper et al. (2011) declararem que o ator `Produtor` é responsável por criar os dados e serviços das IDEs, Cooper et al. (2011) não especificaram especializações para os serviços, além de não declararem explicitamente as funções de remover e alterar os dados da IDE. Devido a isso, somente a função produzir dados geoespaciais do ator `Produtor` possui uma função equivalente nos papéis de atores, o qual é o `Zelador`. As funções restantes do `Zelador` não possuem equivalência no modelo da ICA.

Tabela 2 – Comparação entre os atores do modelo da ICA e os papéis de atores propostos por Béjar et al. (2012)

Béjar et al. (2012)			ICA			
Ator	Função		Função	Ator		
Usuário	Utiliza os dados e serviços da IDE		Utiliza os dados e serviços da IDE	-	Usuário Ingênuo	Usuário
			Utiliza os dados e serviços da IDE	-	Usuário Avançado	
Contribuidor	Dados	Contribuir com dados para a IDE	Fornecer dados geoespaciais	-	Um produtor que é seu próprio Distribuidor de Dados	Fornecedor
					Distribuidor de Dados	
					Árbitro de Dados	
	Retirar Dados da IDE		Sem equivalência			
Serviços	Contribuir com serviços para a IDE	Fornecer serviços	-	Um produtor que é seu próprio Distribuidor de Serviços	Fornecedor	
				Distribuidor de Serviços		
				Árbitro de Serviços		
Zelador	Dados	Criar os principais dados da IDE	Produzir dados geoespaciais	-	Agência de Mapeamento Oficial	Produtor
		Atualizar os principais dados da IDE	Sem equivalência			
		Excluir os principais dados da IDE	Sem equivalência			
		Garantir qualidade dos principais dados	Sem equivalência			
		Garantir disponibilidade dos principais dados	Sem equivalência			
	Serviços	Criar os principais serviços da IDE	Sem equivalência			
		Atualizar os principais serviços da IDE	Sem equivalência			
		Excluir os principais serviços da IDE	Sem equivalência			
		Garantir qualidade dos principais serviços	Sem equivalência			
		Garantir disponibilidade dos principais serviços	Sem equivalência			

Continuação da Tabela 2 – Comparação entre os atores do modelo da ICA e os papéis de atores propostos por Béjar et al. (2012)

Béjar et al. (2012)		ICA				
Ator	Função	Função	Ator			
Diretoria	Políticas	Criar políticas	Criar as políticas	-	Criador de Decisões	Criador de Políticas
		Alterar políticas	Sem equivalência			
		Remover políticas	Sem equivalência			
	Interagir formalmente com outras organizações		Sem equivalência			
Corpo Operacional	Prestar suporte técnico		Sem equivalência			
	Realizar controle de qualidade		Sem equivalência			
	Catálogos	Criar catálogos de metadados	Produzir catálogos	-	Catalogador	Broker
		Atualizar catálogos de metadados	Manter catálogos	-		
		Excluir catálogos de metadados	Manter catálogos	-		
	Criar (desenvolver) capacidades de buscas		Sem equivalência			
	Hospedar capacidades de buscas		Sem equivalência			
Administrar a base de dados		Gerenciar a base de dados	-	Administrador de Banco de Dados	Produtor	
Contato	Auxiliar a negociação entre usuários e fornecedores		Auxiliar a negociação entre usuários e fornecedores	-	Negociador	Broker
	Auxiliar o usuário a encontrar fornecedores		Auxiliar o usuário a encontrar fornecedores	-	Negociador	Broker
Educador	Realizar treinamentos de capacitação		Sem equivalência			
Promotor	Promover a IDE		Divulgar a IDE	-	Campeão	Criador de Políticas
	Informar mudanças na IDE aos atores participantes		Sem equivalência			
Financiador	Fornece recursos financeiros a IDE		Liberar recursos	-	Secretariado	Criador de Políticas
Membro	Modela o comportamento da comunidade de usuários da IDE		Não Aplicável			
Canal de Comunicação	Meio usado pelos usuários para comunicação		Não Aplicável			
Catálogo da IDE	Mecanismo que fornece meios para obtenção de metadados		Não Aplicável			

Conclusão da Tabela 2 – Comparação entre os atores do modelo da ICA e os papéis de atores propostos por Béjar et al. (2012)

Béjar et al. (2012)		ICA				
Ator	Função	Função	Ator			
	Sem equivalência	Determinar o escopo no qual a IDE será construída	-	Legislador	Criador de Políticas	
	Sem equivalência	Criar um plano de negócio	-	Criador de Decisões		
	Sem equivalência	Gerenciar e fiscalizar a implementação das políticas	-	Secretariado		
	Sem equivalência	Auxiliar na comunicação entre os <i>stakeholders</i>	-			
	Sem equivalência	Classificar os <i>stakeholders</i>	-			
	Sem equivalência	Corrigir dados na IDE	-	Notificador de Notas de Revisão	Produtor	
	Sem equivalência	Enviar notas de revisão	-			
	Sem equivalência	Intermediar um empregador com a mão-de-obra	-	Facilitador de <i>Crowd-sourcing</i>	Broker	
	Sem equivalência	Promover os dados e serviços da IDE	Descobridor de Cliente/Usuário	Descobridor		
	Sem equivalência	Vender os dados e serviços da IDE				
	Sem equivalência	Procurar fontes de dados e serviços para a IDE	Descobridor de Fornecedores			
	Sem equivalência	Coletar metadados dos dados e serviços e os integra	-	Coletor		
	Sem equivalência	Manter metadados dos produtos da IDE	-	Negociador		
	Sem equivalência	Criar catálogos	-			
	Sem equivalência	Fornecedor serviços com base em catálogos	-			
	Sem equivalência	Produzir novos produtos com base em produtos já existentes	-	Publicador		Revendedor de Valor Agregado
	Sem equivalência	"Acorrentar" serviços	Integrador de Serviços	Agregador/Integrador		
	Sem equivalência	Produzir novos dados com base em dados já existentes	Integrador/Agregador de Dados e Metadados			
	Sem equivalência	Produzir novos metadados com base em metadados já existentes				
	Sem equivalência	Integrar diferentes bases de dados				
	Sem equivalência	Integrar diferentes bases de metadados				

Segundo Oliveira e Lisboa-Filho (2015), o ator Criador de Políticas e o papel de ator Diretoria possuem em comum a função de criar políticas. Além disso, a Diretoria especifica as funções de remover políticas e alterar políticas, as quais não existem no ator Criador de Políticas. No entanto, o restante das responsabilidades do Criador de Políticas não existe nos papéis de atores definidos por Béjar et al. (2012).

O papel de ator Corpo Operacional possui diversas responsabilidades que garantem o funcionamento da IDE, como a manutenção de sistemas e suporte aos usuários. A Tabela 2 descreve somente algumas das responsabilidades que o papel de ator Corpo Operacional pode possuir, sendo estas retiradas de Béjar et al. (2012) e Nebert (2004), devido ao grande número de tarefas existentes para manter o funcionamento da IDE. Segundo Nebert (2004), o ator Corpo Operacional é responsável por gerenciar os catálogos da IDE, como produzir, alterar e excluí-los. No modelo da ICA essas funções são de responsabilidade do ator *Broker*. Apesar de Béjar et al. (2012) não considerar, a função de administrar o banco de dados também pode ser atribuída ao Corpo Operacional, sendo equivalente a especialização Administrador de Banco de Dados do ator Produtor (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015).

O papel de ator Educador, como descrito na seção 2.3.1, é responsável pelos treinamentos dos demais atores da IDE. Entretanto, de acordo com Oliveira e Lisboa-Filho (2015), o modelo da ICA não menciona nenhum ator ou responsabilidade que aperfeiçoe o conhecimento dos atores sobre o funcionamento da IDE ou treinamentos que melhorem a sua utilização, não existindo, portanto, um ator equivalente ao papel de ator Educador. O papel de ator Contato possui as mesmas responsabilidades que o Negociador do ator *Broker*, enquanto que suas demais responsabilidades não existem nos papéis de atores de Béjar et al. (2012). O Promotor, assim como o Defensor da ICA, possui a função de divulgar a IDE para conseguir novos usuários. Entretanto, diferentemente do Defensor, ele também possui a função de divulgar as novidades da IDE entre os atores da mesma. Em relação aos recursos financeiros da IDE, ambas as propostas possuem atores com a responsabilidade de controlar tal recurso, sendo o Financiador de Béjar et al. (2012) e a especialização Secretariado proposta por Cooper et al. (2011).

Segundo Béjar et al. (2012), o Canal de Comunicação e Catálogo IDE são considerados como papéis de atores para reforçar a sua importância na IDE. Oliveira e Lisboa-Filho (2015) consideram que ambos são meios que um ator utiliza para alcançar seus

objetivos, portanto, ambos são considerados como não aplicáveis no modelo da ICA. O papel de ator *Membro* é utilizado para representar de maneira genérica uma comunidade dentro de uma IDE. Devido a isso, o papel de ator *Membro* também foi considerado como não aplicável por não influenciar o modelo da ICA. Por fim, todas as funções exercidas pelo ator *Revendedor de Valor Agregado* do modelo da ICA não existem nos papéis de atores de Bejar et al. (2012).

Ambas as propostas foram unificadas com o intuito de auxiliar a troca de conhecimento entre os projetistas que procuram utilizar o modelo da ICA em conjunto com a extensão proposta por Béjar et al. (2012).

A Figura 21 apresenta os sete principais atores que uma IDE pode possuir. Além dos seis principais atores propostos por Hjelmager et al. (2008), foi incluído o papel de ator *Corpo Operacional* proposto por Béjar et al. (2015), pois o mesmo possui um grande número de funções dentro de uma IDE, onde nenhuma delas cabe como uma especialização dos demais atores. Para auxiliar na representação dos atores, foi utilizada uma comunidade genérica denominada *Membro*. Além disso, o ator *Criador de Políticas* teve seu nome alterado para *Diretoria*, pois, com as especializações propostas por Cooper et al. (2011), o ator não era mais responsável somente pelas políticas da IDE, e sim com toda a parte administrativa (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015).

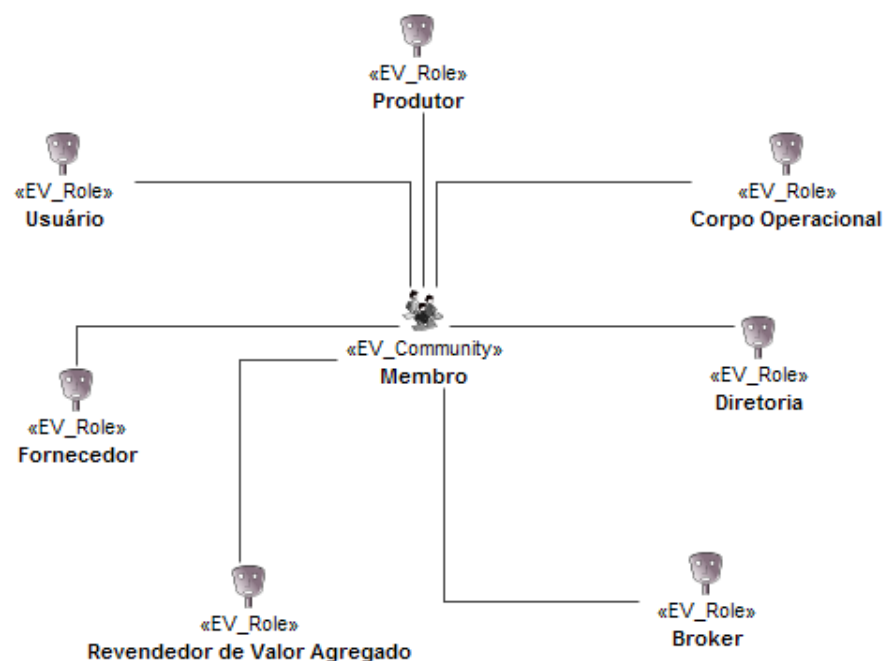


Figura 21 – Principais atores após a unificação
Fonte: Oliveira e Lisboa-Filho (2015)

O ator `Usuário` não foi alterado, pois sua terminologia e funções propostas pela ICA e por Béjar et al. (2012) eram as mesmas. Destaca-se que as especializações propostas por Cooper et al. (2012), `Usuário Avançado` e `Usuário Ingênuo`, foram mantidas para representar o nível de conhecimento e habilidade que o usuário possui sobre dados e serviços geoespaciais. O `Criador de Políticas` teve o nome alterado para `Diretoria`, pois, com as especializações propostas por Cooper et al. (2011), o mesmo assume diversas responsabilidades administrativas (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015). Suas especializações, apresentadas na Figura 22, estão definidas como segue:

- `Legislador`: Não houve alterações nesta especialização;
- `Criador de Políticas`: Antigo `Criador de Decisões`, é responsável por gerenciar as políticas que irão reger a IDE, podendo criar, alterar ou remove-las;
- `Secretariado`: Manteve todas as suas responsabilidades, entretanto, o `Secretariado` também é responsável por interagir formalmente com outras instituições;
- `Promotor`: Foi adotado o termo `Promotor` (BÉJAR et al., 2012) ao invés do termo `Defensor` (COOPER et al., 2011), pois o mesmo representa de modo mais adequado suas responsabilidades. O `Promotor` é responsável por divulgar a IDE para novos usuários e informar os demais atores sobre mudanças na IDE;
- `Educador`: Ator proposto por Béjar et al. (2012), manteve seu nome e sua função, a qual é coordenar os treinamentos realizados na IDE.

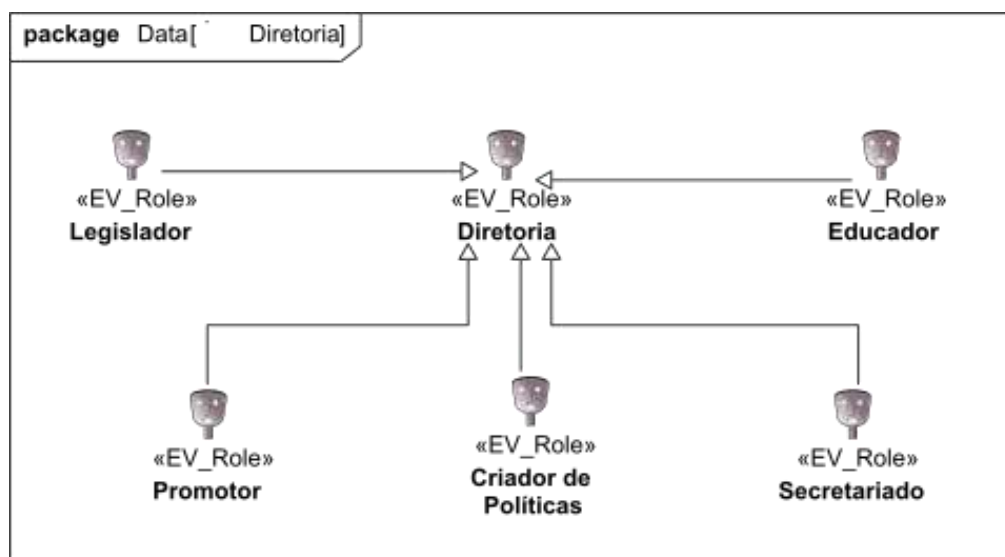


Figura 22 – Ator Diretoria do modelo da ICA após a unificação

Segundo Oliveira e Lisboa-Filho (2015), o `Produtor` continuou com as mesmas responsabilidades propostas por Hjelmager et al. (2008) e com a categorização proposta por

Cooper et al. (2011). Dentre suas categorias, somente as *Status* e *Papel* sofreram alterações, sendo detalhadas a seguir e mostradas na Figura 23:

- **Status**

- **Agência de Produção Oficial:** Principal membro ou organização produtor de dados e serviços da IDE, também é responsável por garantir a qualidade dos seus dados e serviços disponibilizados na IDE. O termo *Mapeamento* foi alterado para *Produção*, pois o ator também é responsável pela produção dos serviços da IDE;
- **Agência de Produção Comercial:** Mesmas responsabilidades que a Agência de Produção Oficial;
- **Comunidade de Interesse e Fonte de Informação:** Não houve alterações em ambas especializações.

- **Papel**

- **Notificador de Notas de Revisão e Administrador de Banco de Dados:** Ambas especializações se tornaram especializações do ator *Corpo Operacional*, pois suas funções em uma IDE estão mais relacionadas com a parte técnica do que com a parte de produção de dados e serviços;
- **Captador de Dados Brutos e Produtor Passivo:** Não houve alterações em ambas especializações.

O *Fornecedor* continua com as mesmas funções e especializações propostas por Hjelmager et al. (2008) e Cooper et al. (2011). Entretanto, o *Fornecedor* agora pode alterar e remover os dados e serviços que ele fornece para a IDE, funções que não estavam explícitas anteriormente, e garantir a disponibilidade dos mesmos.

De acordo com Oliveira e Lisboa-Filho (2015), ambos os atores *Broker* e *Revendedor de Valor Agregado*, por não existirem nos papéis de atores proposto por Béjar et al. (2012), não sofreram alterações. No entanto, destaca-se que as funções relacionadas aos catálogos existentes no papel de ator *Corpo Operacional* de Béjar et al. (2012) são de responsabilidade da especialização *Catalogador* do *Broker*, como proposto por Cooper et al. (2011).

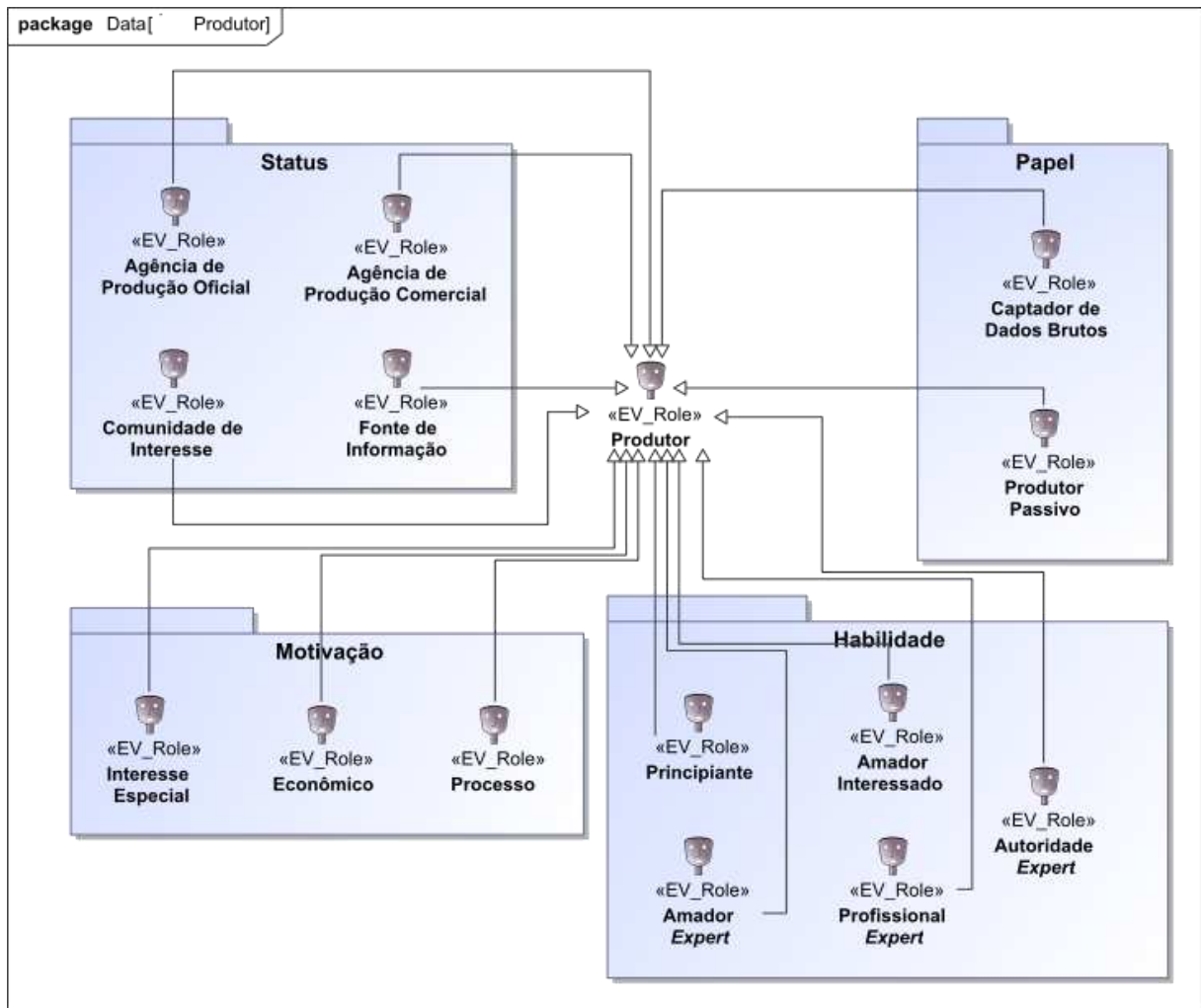


Figura 23 – Ator Produtor do modelo da ICA após a unificação

O ator *Corpo Operacional* possui o maior número de responsabilidades dentro da IDE, todas elas ligadas às questões técnicas, as quais permitem o funcionamento da IDE. Portanto, somente algumas especializações (mostradas na Figura 24) são destacadas, priorizando as destacadas por Béjar et al. (2012) e Nebert (2004):

- *Suporte Técnico*: Responsável pela manutenção de sistemas menores e equipamentos existentes ou utilizados na IDE e auxiliar os demais atores da IDE de acordo com o problema;
- *Controle de Qualidade*: Fiscaliza se os processos e produtos da IDE estão de acordo com as políticas impostas;
- *Administrador de Banco de Dados*: Anteriormente uma especialização do Produtor, é responsável por garantir que os dados presentes na base de dados da IDE estejam consistentes com a sua especificação e com as políticas da IDE;

- Notificador de Notas de Revisão: Outra especialização anteriormente pertencente ao Produtor, é responsável por notificar, principalmente os produtores, sobre revisões e correções nos dados e serviços da IDE;
- Gerente de Gateway: Especialização destacada por Nebert (2004), é responsável por criar e hospedar mecanismos de buscas que permitam que os dados e serviços da IDE sejam encontrados.

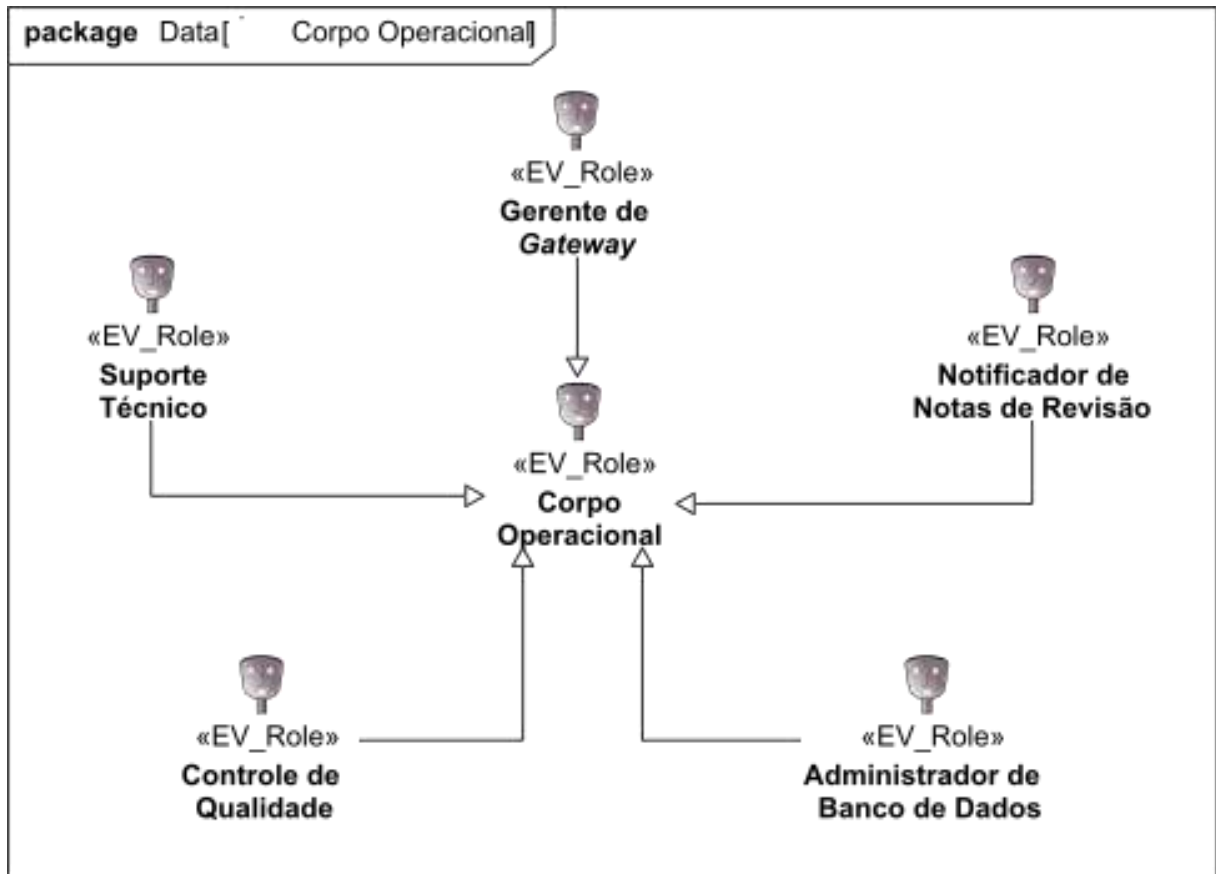


Figura 24 – Ator Corpo Operacional após a unificação dos atores

3.2 Comparação e Unificação das Políticas da IDE

Como apresentado na subseção 2.3.1, Hjelmager et al. (2008) propuseram que a política é um dos componentes da IDE e a especializaram de acordo com o tema abordado pela política, como mostra a Figura 16. No entanto, os autores, diferentemente de Béjar et al. (2012), não detalharam ou delimitaram o escopo das especializações, sendo suas descrições de responsabilidade do autor desta dissertação.

As políticas de MelhoresPráticas estão relacionadas com práticas cujo uso e adoção são incentivados na IDE, mas não são obrigatórias. A política Padrões, entretanto, define padrões cuja utilização é obrigatória na IDE. A política Restrições foi especializada

de acordo com a origem da restrição: *RestriçõesLegais* e *AcordosEmpresariais*. As *RestriçõesLegais* são políticas que restringem a IDE com base em alguma lei imposta pelo governo no qual a IDE está sob a jurisdição, enquanto que o *AcordosEmpresariais* são restrições com base em acordos realizados entre a IDE e alguma organização ou instituição. As políticas relacionadas a *RegraNegócios* determinam como o sistema deve se comportar para que as necessidades dos usuários sejam atendidas (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015).

Assim como nos atores da IDE, as políticas propostas por Hjelmager et al. (2008) possuem diferenças terminológicas e semânticas ao comparadas com as políticas propostas por Béjar et al. (2012), além de possuírem políticas com um escopo de atuação amplo. Béjar et al. (2012) resolveu o problema do escopo propondo um número maior de políticas e descrevendo-as mais detalhadamente (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015). Para o problema relacionado as diferenças terminológicas e semânticas, a Tabela 3 apresenta a comparação entre as duas propostas, com base no assunto abordado por cada política.

Como mostrado na Tabela 3, o modelo da ICA não possui um equivalente para as políticas relacionadas a divulgação da IDE (*Promoção*) e aos treinamentos dos atores participantes (*Educação*), existentes nas políticas propostas por Béjar et al. (2012). Entretanto, as políticas de Béjar et al. (2012) não possuem um tipo específico para restrições, sendo estas tratadas dentro das demais políticas propostas. Portanto, a perspectiva Empresarial de Béjar et al. (2012) não possui uma política equivalente a política *Restrições*, e suas especializações, do modelo da ICA.

Segundo Oliveira e Lisboa-Filho (2015), a política *Padronização* e sua especialização *Fundação* de Béjar et al. (2012) são equivalentes a política *Padrões* do modelo da ICA, enquanto que as políticas de *MelhorasPráticas* da ICA não possui um equivalente nas políticas de Béjar et al. (2012). As demais políticas propostas por Béjar et al. (2012) podem ser consideradas equivalentes à *RegraNegócio* do modelo da ICA, pois elas determinam o comportamento de um determinado aspecto interno da IDE, fazendo parte do modelo de negócio da IDE.

A Tabela 4 mostra a proposta de unificação das políticas da ICA e da extensão de Béjar et al. (2012), apresentando a terminologia a ser utilizada nas demais seções deste trabalho e a descrição de cada política. Destaca-se que a política *Governança* é responsável por lidar com políticas que controlem o processo de criação de novas políticas e que as políticas *Melhores Práticas* é uma especialização da política *Educação*, pois, para uma prática ser adotada,

o usuário precisa receber treinamentos para utiliza-la corretamente (OLIVEIRA e LISBOA-FILHO, 2015).

Tabela 3 – Comparação entre as políticas da extensão de Béjar et al. (2012) e do modelo da ICA
Fonte: Oliveira e Lisboa-Filho (2015)

Béjar et al. (2012)			ICA			
Política		Descrição	Descrição	Políticas		
Governança	-	-	Determina o processo de tomada de decisões	Políticas que definem o modelo de negócio da empresa	-	RegrasNegócio
	-	-	Regula o processo de criação de política		-	
Acesso	-	-	Determina como e quem pode acessar os produtos da IDE	Políticas que definem o modelo de negócio da empresa	-	RegrasNegócio
Afiliação	-	-	Determina os relacionamentos entre os membros da IDE	Políticas que definem o modelo de negócio da empresa	-	RegrasNegócio
Atribuição de Papéis	-	-	Define quais serão as responsabilidades (papéis de atores) dos usuários da IDE	Políticas que definem o modelo de negócio da empresa	-	RegrasNegócio
Infraestrutura	Padronização	-	Define os padrões adotados pela IDE	Padrões existentes para os componentes da IDE	-	Padrões
		Fundação	Define os principais produtos da IDE		-	
	Qualidade	-	Define os níveis de qualidades estabelecidos na IDE	Políticas que definem o modelo de negócio da empresa	-	RegrasNegócio
	Promoção	-	Como será realizado a publicidade da IDE	Sem equivalência		
	Educação	-	Determina os treinamentos que os usuários da IDE poderão realizar	Sem equivalência		
	Financiamento	-	Define como serão repassados os recursos para o desenvolvimento e manutenção da ID	Políticas que definem o modelo de negócio da empresa	-	RegrasNegócio
Sem equivalência			Restrições impostas por leis da confederação onde a IDE está situada	Restrições Legais	Restrições	
Sem equivalência			Restrições existentes devido a contrato entre empresas	Acordos Empresariais		
Sem equivalência			Práticas que deverão ser adotadas pelos usuários participantes da IDE	-	Melhores Práticas	

Tabela 4 – Unificação das políticas da IDE
 Fonte: Oliveira e Lisboa-Filho (2015)

Políticas		Descrição
Regras de Negócio	Governança	Determina o processo de tomada de decisões
		Regula o processo de criação de política
	Afiliação	Determina os relacionamentos entre os membros da IDE
	Qualidade	Define os níveis de qualidades estabelecidos na IDE
	Acesso	Determina como e quem pode acessar os produtos da IDE
	Atribuição de Papéis	Define quais serão as responsabilidades (papéis de atores) dos usuários da IDE
	Financiamento	Define como serão repassados os recursos para o desenvolvimento e manutenção da ID
Promoção	-	Como será realizado a publicidade da IDE
Padrões	-	Define os padrões adotados pela IDE
	Fundamento	Define os principais produtos da IDE
Educação	-	Determina os treinamentos que os usuários da IDE poderão realizar
	Melhores Práticas	Práticas que deverão ser adotadas pelos usuários participantes da IDE
Restrições	Restrições Legais	Restrições impostas por leis da confederação onde a IDE está situada
	Acordos Empresariais	Restrições existentes devido a contrato entre empresas

A adaptação do modelo formal da ICA permite que os projetistas que possam vir a utiliza-la tenham uma linguagem em comum, auxiliando na troca de conhecimento. Além disso, os atores e políticas unificados retratam de maneira mais adequada os conceitos de IDE existentes na literatura.

4 APLICAÇÃO DO MODELO DA ICA ADAPTADO NA ESPECIFICAÇÃO DE UMA IDE CORPORATIVA: ESTUDO DE CASO IDE-CEMIG

Como especificado no Capítulo 1, a Cemig, com financiamento da Fapemig, desenvolve um projeto de P&D denominado “*GeoPortal Cemig – SIG corporativo baseado em IDE*” com o objetivo de elaborar um método de desenvolvimento de IDE para a Cemig, o qual futuramente poderá ser replicado por outras empresas do setor elétrico.

O modelo adaptado da ICA foi utilizado para a especificação da IDE-Cemig, garantindo que os conceitos básicos de IDE existentes na literatura sejam contemplados durante a fase de especificação. As subseções a seguir descrevem as perspectivas Empresarial, Informação e Computação do modelo da ICA aplicado na especificação da IDE-Cemig.

4.1 Perspectiva Empresarial

Como descrito na subseção 2.3.1 e mostrado na Figura 15, a ICA descreveu os componentes que compõe a IDE e os possíveis atores que possam interagir com ela. Os componentes e atores foram identificados na IDE-Cemig, verificando se o modelo da ICA adaptado descreve adequadamente as características da IDE-Cemig, com o intuito que o mesmo possa descrever adequadamente outras IDEs corporativas.

4.1.1 Componentes da IDE-Cemig

A IDE é considerada o elemento central na Figura 15, possuindo um escopo e um plano de implementação (HJELMAGER et al., 2008). O escopo da IDE-Cemig é disponibilizar através da Internet acesso à um conjunto de camadas geoespaciais considerados essenciais para as empresas do setor elétrico e que possam ser utilizados pelos funcionários e clientes da Cemig, além de oferecer serviços para a visualização e descoberta dos dados geoespaciais. O plano de implementação da IDE-Cemig será disponibilizado ao público e para outras empresas do setor elétrico no término do projeto de P&D.

O componente *Produto* é composto pelos dados e serviços geoespaciais da IDE. A IDE-Cemig possui os dados das camadas geoespaciais consideradas como básicas para a Cemig, ou seja, são as camadas essenciais para o funcionamento dos processos que envolvam dados geoespaciais, sendo descritas pela política de *Fundamento* presente no Apêndice A e detalhada no modelo conceitual nas Figuras 34 e 35 da subseção 4.2.1.

A IDE-Cemig deve fornecer os serviços para a descoberta de dados e serviços geoespaciais além de serviços de visualização e recuperação de dados geoespaciais, os quais devem ser compatíveis com os padrões da *Open Geospatial Consortium* (OGC). A utilização

de serviços baseados nos padrões OGC permite que a IDE-Cemig interaja com outras IDEs de diferentes níveis como, por exemplo, a INDE, a INSPIRE e a CGDI. Para que um serviço possa ser considerado compatível com o padrão OGC, suas operações precisam seguir as especificações propostas nos documentos fornecidos pela OGC.

O serviço de descoberta segue o padrão Serviço de Catálogo *OpenGIS (OpenGIS Catalogue Service)* (OGC, 2007a), o qual define interfaces para o acesso e manipulação dos catálogos geográficos da IDE. Segundo Kottman (1999), um catálogo geográfico é uma coleção de registro (os metadados dos dados geoespaciais) que auxilia o usuário a encontrar dados geoespaciais de seu interesse. O serviço de visualização utiliza o padrão Serviço de Mapas Web (WMS – *Web Map Service*) (OGC, 2006). O serviço de visualização retorna para a aplicação os mapas de interesse do usuário como imagens estáticas. Por fim, o serviço de recuperação de dados espaciais retorna as feições de interesse do usuário, adotando os padrões Serviço de Feições Web (WFS – *Web Feature Service*) (OGC, 2005), Serviço de Feições Web-*Gazetteer* (WFS-G – *Web Feature Service-Gazetteer*) (OGC, 2002) e Serviço de Cobertura Web (WCS – *Web Coverage Service*) (OGC, 2007c).

O WFS e o WFS-G padronizam as interfaces para a recuperação e manipulação dos dados geoespaciais, diferenciando o modo que esses dados são pesquisados. Enquanto que o WFS recupera os dados geoespaciais através de consultas que utilizem operações geográficas, como o uso de um retângulo mínimo envolvente, o WFS-G recupera os dados geoespaciais através de *Gazetteers*. *Gazetteers* são dicionários de nomes geográficos compostos por três componentes: o nome da localização; a localização com suas coordenadas geográficas; e um tipo/categoria definido pelo usuário (HILL, 2000). O WCS é um padrão específico para a recuperação e manipulação de dados geoespaciais que representem a realidade como variáveis contínuas distribuídas em um determinado espaço e tempo, denominada visão de campo (Goodchild, 1992).

Apesar da Figura 15 mostrar que o componente Produto possui um auto relacionamento, pois um serviço pode gerar novos dados, a IDE-Cemig não possui serviços de processamento capazes de produzir novos dados geoespaciais no primeiro momento.

Os produtos da IDE serão descritos por meio de Metadados, os quais são especificados de acordo com o perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (MGB) (CONGAR, 2009). O perfil MGB define os elementos existentes nos metadados que descrevem os dados geoespaciais a serem introduzidos na INDE.

Os metadados podem ser utilizados pelas Ferramentas de Processamento (Figura 15) para auxiliar na descoberta de novos dados e serviços geoespaciais e para obter informações relevantes sobre os mesmos, por exemplo, quais funcionalidades são oferecidas pelos serviços e em qual formato o dado geoespacial está sendo disponibilizado. Na IDE-Cemig, são consideradas como Ferramentas de Processamento os sistemas legados e aplicações *desktop* que utilizem os dados e serviços geoespaciais da IDE. A Cemig possui diversas aplicações e sistemas legados para o processamento de dados geoespaciais e que possuem grande importância nos processos da empresa.

O componente Conectividade especifica o modo como as Ferramentas de Processamento interagem com a IDE, sendo essa interação possível através do uso de uma Tecnologia. Os sistemas legados e aplicações *desktop* da Cemig interagem com a IDE-Cemig através de trocas de arquivos no formato XML, utilizando o padrão GML (OGC, 2007b) como *schema*. Além da utilização de arquivos, as aplicações *desktop* podem interagir com a IDE-Cemig através do uso de serviços Web, caso as mesmas possuam o suporte para isso.

As políticas da IDE-Cemig estão descritas no Apêndice A, categorizadas de acordo com as especializações da Tabela 3. Destaca-se que diversas políticas da especialização Padrões foram retiradas de (NEBERT, 2004), de modo a auxiliar a IDE-Cemig a interagir com outras IDEs, principalmente nos níveis nacionais e regionais como, por exemplo, a política “*O transporte dos dados geoespaciais será em formato XML utilizando schema GML (Geographic Markup Language)*”. O padrão GML é utilizado pelas IDEs INSPIRE³, NSDI⁴ e GeoConnections⁵.

4.1.2 Comunidades e seus papéis na IDE-Cemig

Além dos componentes da IDE-Cemig, a perspectiva Empresarial especifica as comunidades que compõem a IDE e os possíveis papéis que elas podem assumir para alcançar seus objetivos.

Como descrito na seção 2.2, comunidade é um conjunto de uma ou mais entidades que possuem um comportamento semelhante e que buscam alcançar um determinado objetivo em comum (LININGTON et al., 2011). Segundo os autores, o comportamento que as comunidades podem assumir são descritos através de papéis para facilitar sua reutilização. No caso da IDE-Cemig, os possíveis papéis que as comunidades podem assumir foram descritos por Hjelmager

³ <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/list/datamodels>

⁴ <http://frameworkwfs.usgs.gov/framework/schemas/gmlsf1/>

⁵ <http://geodiscover.cgdi.ca/web/guest/aboutus/technology>

et al. (2008), Cooper et al. (2011) e Béjar et al. (2012), sendo adaptados e unificados na seção 3.1, sendo estes utilizados para a especificação das comunidades.

Na subseção 2.3 é detalhado que uma comunidade é especificada através dos papéis que ela pode assumir, seus possíveis comportamentos, os objetos empresariais utilizados por ela e o objetivo que ela deve cumprir. Nesta seção, entretanto, são detalhados somente os papéis das comunidades pois, o foco não são as comunidades em si, e sim os possíveis papéis que elas podem assumir e se tais papéis estão de acordo com os papéis unificados na subseção 3.1.

A Figura 25 mostra uma versão simplificada das comunidades identificadas no ambiente da Cemig e os possíveis papéis que elas poderão assumir ao interagir com a IDE-Cemig. A comunidade Comitê é formada por membros de diversos setores da Cemig, representados pelas comunidades Representante, como a TI e os setores da Geração, Transmissão e Distribuição, e tem como responsabilidade definir o funcionamento de certos processos executados por esses setores. Devido a isso, o Comitê assume os papéis Legislador, Secretariado e Criador de Políticas, como visto na Figura 26, sendo responsável por toda parte administrativa da IDE-Cemig.

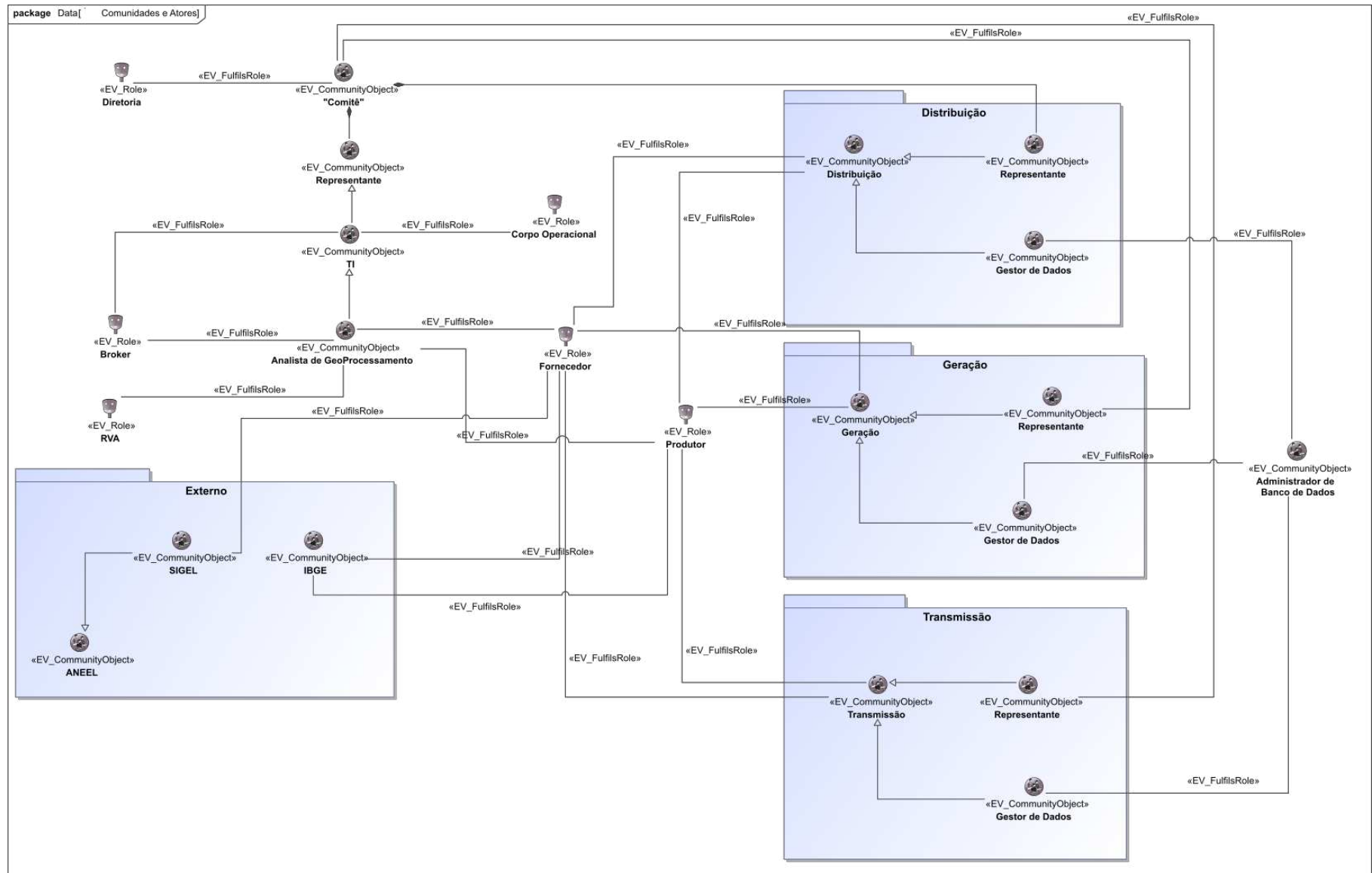


Figura 25 – Representação simplificada das comunidades e seus papéis na IDE-Cemig

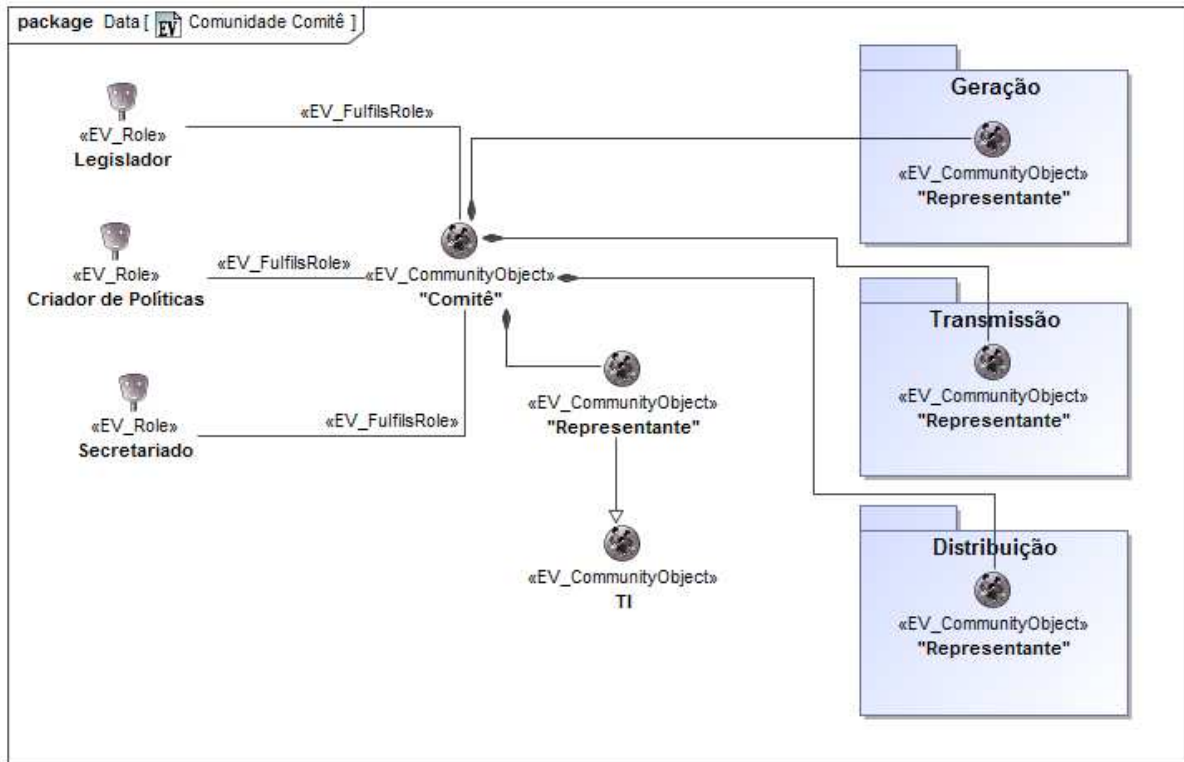


Figura 26 – Comunidade Comitê e seus respectivos papéis

Por assumir o papel de Criador de Políticas, o Comitê deverá executar o processo de Gestão de Políticas, o qual define os passos a serem realizados para a criação, alteração e remoção de uma ou mais políticas. O processo de Gestão de Políticas e Gestão de Produtos (dados, serviços e metadados) foram considerados críticos para o funcionamento da IDE-Cemig, pois os mesmos podem ser padronizados para todos as comunidades que possam vir a utilizá-los.

A Figura 27 apresenta o processo de Gestão de Políticas, onde uma comunidade com o papel de Criador de Políticas pode criar, alterar e remover políticas na IDE-Cemig. Existem dois casos onde uma política pode ser mantida: quando ela é solicitada por um usuário ou membro da IDE-Cemig, no caso assumindo o papel genérico de Solicitante, ou quando o Criador de Políticas cria/altera/remove por iniciativa própria.

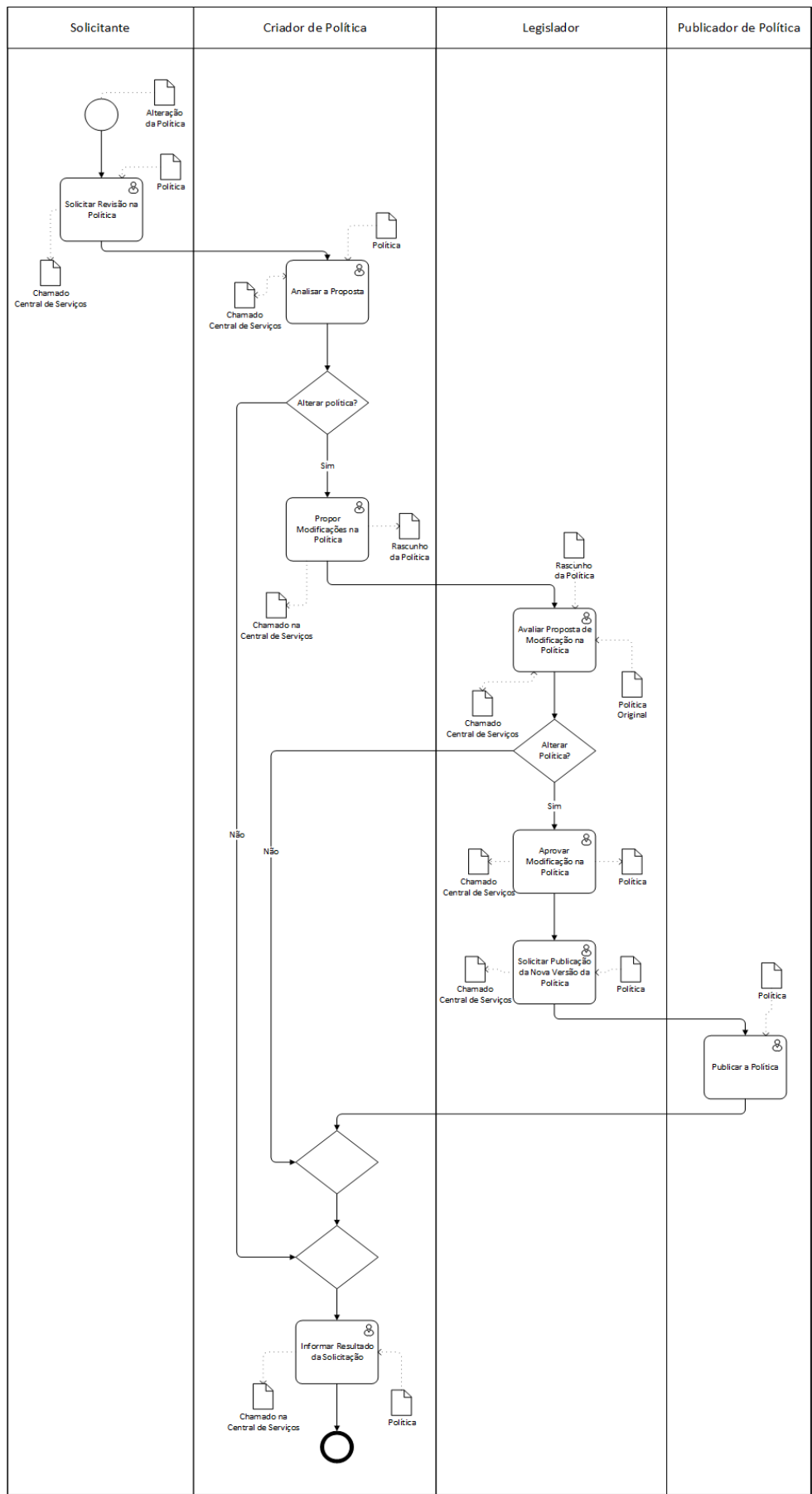


Figura 27 – Processo de Gestão de Políticas

Na IDE-Cemig, o Solicitante inicia o processo com a abertura de uma chamada na central de serviços da Cemig com o pedido de alteração e sugestão da nova política. A proposta deverá ser avaliada e redigida em documento formal pelo Criador de Políticas. Após a criação da política em um documento formal, a mesma precisa ser aprovada pelo Legislador, garantindo que um único indivíduo não tenha o poder para criar e aprovar suas próprias decisões. Caso o Legislador aprove a criação/alteração da política, a mesma é enviada para um setor administrativo da Cemig que será responsável por publicá-la, assumindo o papel genérico Publicador de Políticas. Por fim, o Criador de Política é notificado quando a política for publicada.

A comunidade Analista de GeoProcessamento representa os indivíduos da Tecnologia da Informação (TI) com cargos homônimos à comunidade, responsáveis por executar e analisar os procedimentos realizados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a manipulação de dados geoespaciais.

Como mostra a Figura 28, o Analista de GeoProcessamento pode assumir os papéis de Distribuidor de Dados/Serviços, Agregador/Integrador de Dados e Metadados e Negociador. A comunidade será responsável por fornecer os dados e serviços geoespaciais produzidos pelos Produtores na IDE-Cemig. Além disso, a comunidade é responsável por comprar os dados geoespaciais que o usuário necessita, atuando nesse momento como um Negociador. Por fim, o Analista de GeoProcessamento, ao realizar procedimentos sobre os dados geoespaciais em um SIG, é capaz de gerar novos dados geoespaciais ou expandir os dados existente, assumindo o papel de Agregado/Integrador de Dados e Metadados. Além disso, a TI ficará a cargo de criar e manter os catálogos dos dados e serviços disponibilizados na IDE-Cemig, utilizando os metadados produzidos pelos usuários.

Por assumir as responsabilidades do Fornecedor, o Analista de GeoProcessamento precisa seguir o processo de Gestão de Produtos (Dados, Serviços e Metadados) para a publicação, alteração e remoção dos produtos na IDE-Cemig.

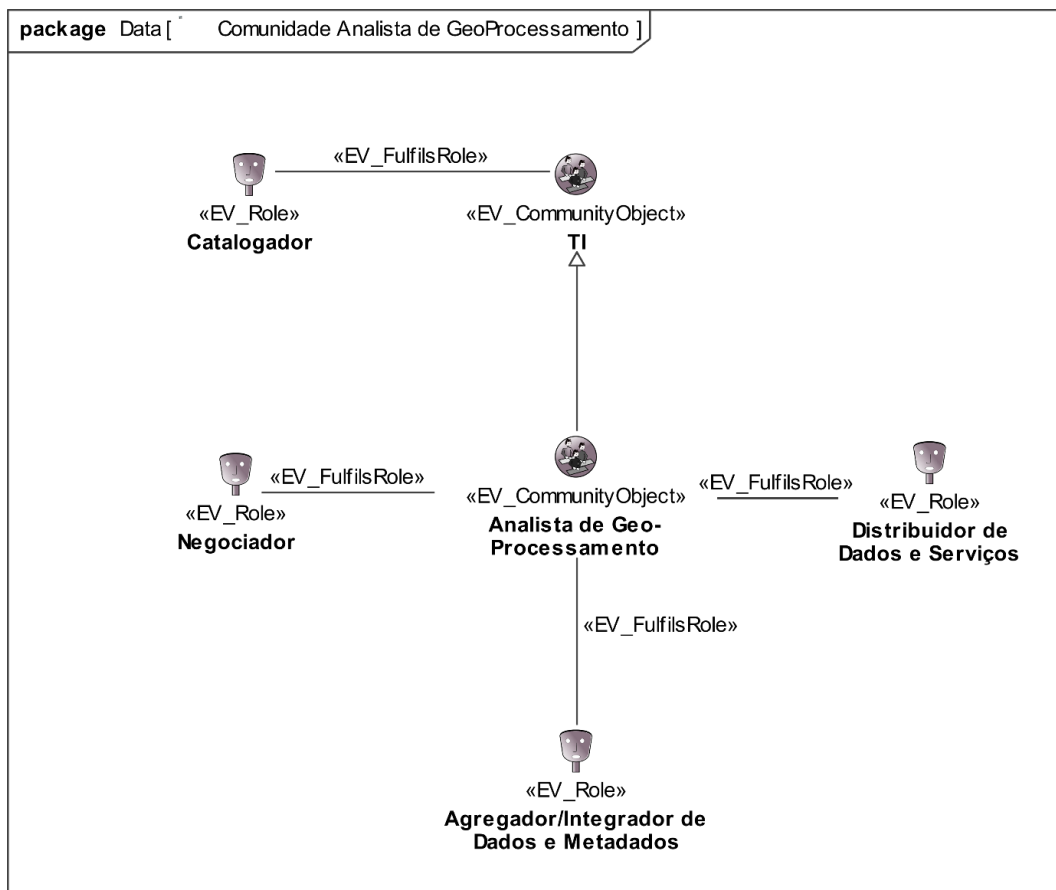


Figura 28 – Comunidade Analista de GeoProcessamento e seus respectivos papéis

A Figura 29 mostra os passos necessários para a criação, alteração e remoção dos dados e serviços da IDE-Cemig. Assim como no processo de gestão de políticas, um *Solicitante* inicia o processo no qual ele pode solicitar um novo produto, ou a remoção ou alteração de um produto já existente. Após a solicitação ser realizada, a mesma é verificada pelo *Corpo Operacional*, o qual irá analisar se a solicitação é justificável. Caso ela seja justificável e seja um pedido de remoção de um produto, esse produto é removido da IDE-Cemig juntamente com seus metadados. Caso a solicitação seja sobre a alteração de um produto existente ou o pedido de um novo produto, o *Fornecedor* irá avaliar a disponibilidade do produto solicitado. Se o produto estiver disponível, o *Fornecedor* irá criar um orçamento que deverá ser avaliado pelo *Secretariado*. Após a aprovação do orçamento, o *Fornecedor* disponibiliza o novo produto, e seus metadados, ou o produto alterado na IDE-Cemig. Por fim, o *Solicitante* é notificado sobre o resultado da solicitação.

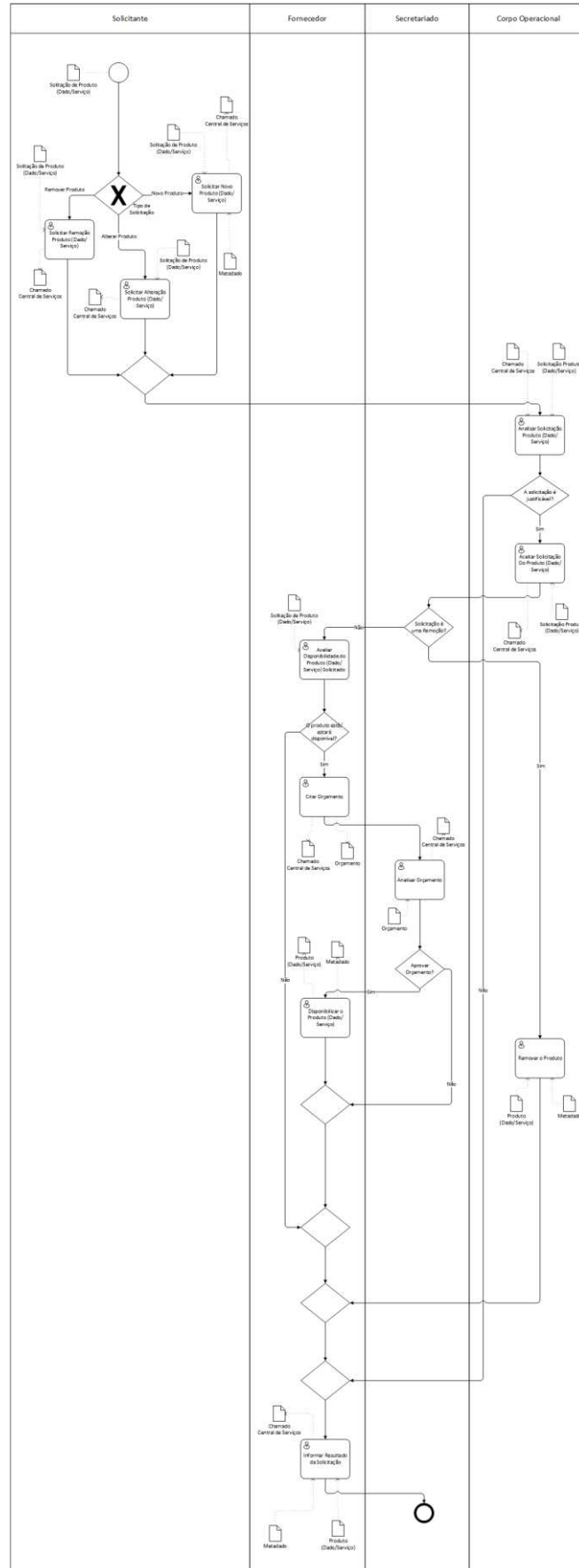


Figura 29 – Processo de Gestão de Produtos

A Cemig possui diversos setores que atuam nos processos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. O processo de geração constitui na geração de energia elétrica através de usinas, sendo que a Cemig possui usinas hidroelétricas, termelétricas e usinas eólicas. A transmissão consiste em uma rede que transmite a energia produzida pelas usinas geradoras de energia aos grandes centros de consumo. Por fim, a distribuição é a rede que fornece energia às empresas de pequeno e médio porte e ao consumidor residencial (LEÃO, 2009).

Os grupos da geração, transmissão e distribuição são representados na Figura 30 através do uso de pacotes, englobando todos os setores relacionados a cada grupo. Por existirem um grande número de setores relacionados a cada grupo, os mesmos são representados através das comunidades Geração, Transmissão e Distribuição. Além dessas comunidades, cada grupo possui um Gestor de Dados e um Representante.

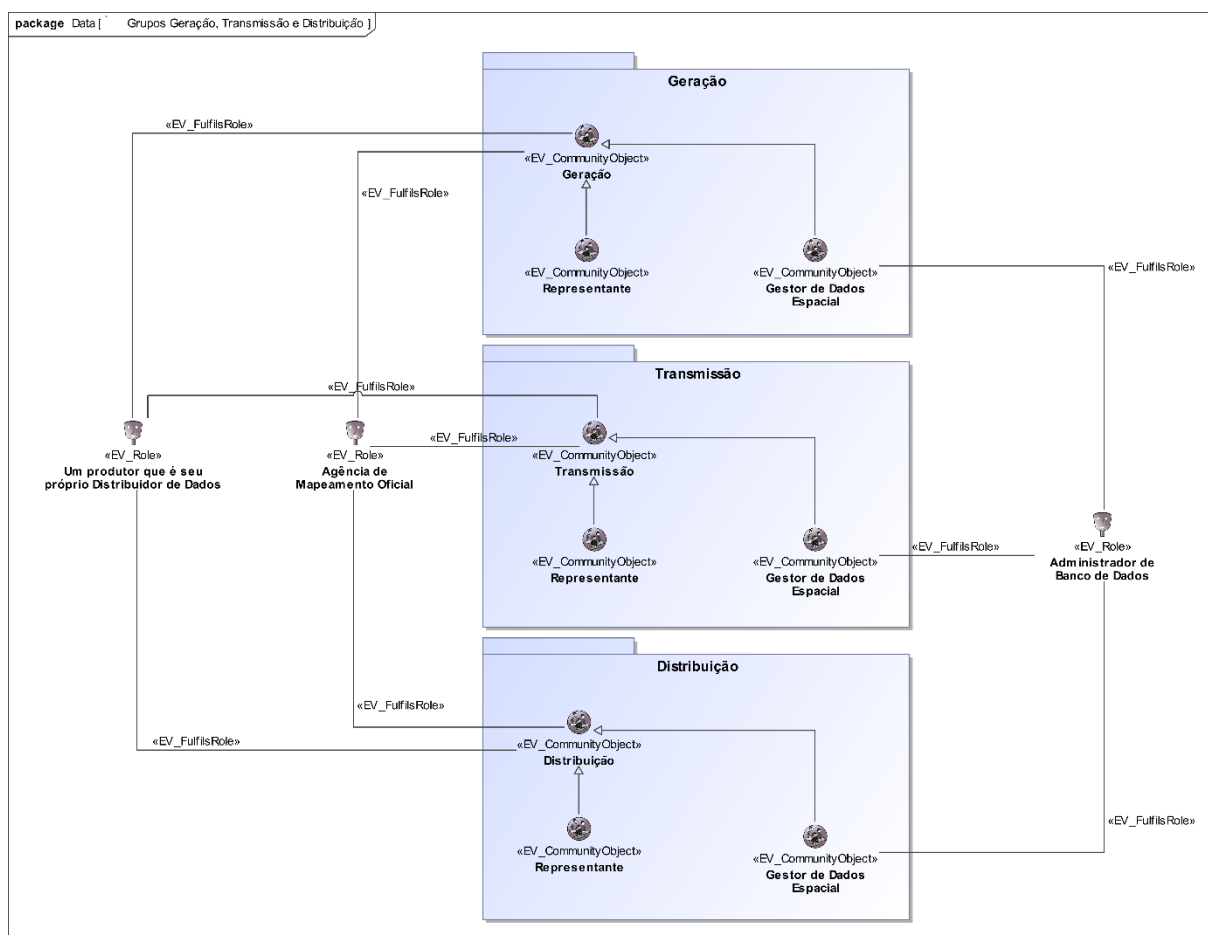


Figura 30 – Grupos Geração, Transmissão e Distribuição com suas respectivas comunidades e papéis

Para cada grupo existe a comunidade Gestor de Dados Espacial, o qual é responsável por garantir a consistência dos dados de cada grupo, assumindo, portanto, o papel de Administrador de Banco de Dados. No entanto, destaca-se que a Cemig possui

um cargo intitulado Administrador de Banco de Dados, porém sua responsabilidade é diferente ao do papel definido por Cooper et al. (2011). Na Cemig, o cargo Administrador de Banco de Dados tem a responsabilidade de garantir o funcionamento do Banco de Dados e da estrutura física (*hardware*) que o suporta.

A comunidade Representante é uma comunidade genérica usada para ilustrar os indivíduos que representam os interesses de cada grupo na comunidade Comitê. Por fim, cada grupo possui uma comunidade homônima (Geração, Transmissão e Distribuição) que representa os diferentes setores da Cemig que trabalham diretamente ou indiretamente com os dados daquele grupo. As comunidades Geração, Transmissão e Distribuição são consideradas como Agência de Mapeamento Oficial, por serem as principais produtoras de dados da IDE-Cemig e devido seus setores serem pertencentes à Cemig. Estas comunidades também são responsáveis por disponibilizar na IDE os dados que elas produzem, assumindo o papel de Um produtor que é seu próprio Distribuidor de Dados/Serviços.

A IDE-Cemig interage com outras comunidades além das existentes dentro da Cemig, interagindo com outras IDEs e organizações, como mostra a Figura 31. A comunidade IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é o órgão público federal para a produção de dados geoespaciais em âmbito nacional⁶, além de ser responsável por definir padrões a serem utilizados pelas demais organizações produtoras de dados geoespaciais, assumindo o papel de Produtor. Os dados produzidos pelo IBGE são disponibilizados através da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). A IDE-Cemig interage com a INDE e recupera os dados disponibilizados através do uso de *web services*, tornando a INDE um Fornecedor da IDE-Cemig.

Além do INDE, a IDE-Cemig irá obter e disponibilizar informações para o Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A ANEEL é responsável por regulamentar e fiscalizar o mercado de energia elétrica brasileiro, garantindo que as empresas que atuam no país sigam as regulamentações vigentes. O SIGEL é um sistema que permite a visualização e obtenção de alguns dos dados geoespaciais disponibilizados pelas empresas do setor elétrico à ANEEL. Portanto, a ANEEL assume o papel de Usuário na IDE-Cemig, recuperando os dados através do GeoPortal ou através do uso de serviços *web*, enquanto que o SIGEL assume o papel de Fornecedor de Dados,

⁶ <http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/missao/default.shtm>

disponibilizando para a IDE-Cemig os dados fornecidos à ANEEL por outras empresas do setor elétrico.

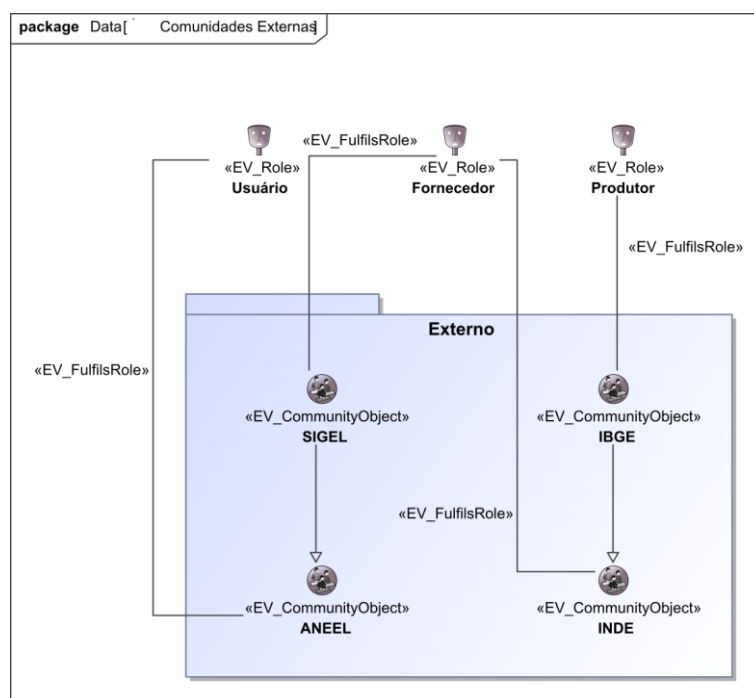


Figura 31 – Comunidades externas que interagem com a IDE-Cemig

4.2 Perspectiva Informação

Assim como na perspectiva Empresarial, os componentes definidos por Hjelmager et al. (2008) para a perspectiva Informação, mostrados na Figura 19 da subseção 2.3.2, são identificados na IDE-Cemig. Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Informação é responsável por “*modelar a informação compartilhada que é manipulada pelo sistema*”. Portanto, é modelado o esquema invariante da base de dados geoespaciais utilizada na IDE-Cemig. Os esquemas dinâmico e estático não são modelados, pois a IDE-Cemig, por conter somente dados geoespaciais, contém poucos ou nenhum dado que são gerados dinamicamente devido a uma ação e, ao representar um dado geoespacial em formato alfanumérico, dificultando sua comparação com o dado original, verificando se a representação está consistente.

Segundo Hjelmager et al. (2008), o modelo apresentado na Figura 19 começa pelo componente Políticas, o qual define os dados geoespaciais básicos (camadas) que a IDE precisa possuir, além de permitir a ligação com a perspectiva Empresarial. Os dados básicos que a IDE-Cemig possui estão descritos nas políticas Fundamento apresentadas no apêndice A. Destaca-se que grande parte dos dados presentes na IDE-Cemig estão relacionados com a geração, transmissão e distribuição da energia elétrica.

Os integrantes da IDE-Cemig podem requisitar novos produtos (dados e serviços) abrindo chamadas no serviço de chamadas da Cemig, sendo limitados pelas políticas. Tais chamadas são consideradas as especificações dos produtos (componente Especificação Produto).

Os Produtos são descritos através do uso de Metadados, permitindo que o usuário avalie se o produto atende suas necessidades, além de facilitar sua pesquisa. De acordo com a política de Restrições Legais “*Adoção do Decreto de Lei Nº 6.666 – Uso do perfil MGB para a documentação de metadados geoespaciais produzidos em território nacional*” presente no apêndice A, os produtos da IDE-Cemig serão descritos utilizando metadados que adotem o perfil MGB (CONCAR, 2009). O perfil MGB apresenta um perfil sumarizado e um perfil completo, onde o perfil sumarizado apresenta um número mínimo de elementos (23 elementos) para a representação de um dado geoespacial, enquanto que o perfil completo apresenta todos os elementos do perfil MGB (82 elementos).

Ambos Metadados e Produtos serão registrados em Catálogos para auxiliar em suas descobertas. Os catálogos serão criados de acordo com os temas dos dados geoespaciais oferecidos pela IDE-Cemig como, por exemplo, hidrografia, geração, transmissão, distribuição, infraestrutura, etc. Todos os temas a serem oferecidos pela IDE-Cemig podem ser encontrados nas políticas Fundamento do apêndice A e no modelo conceitual da base de dados da IDE-Cemig apresentado na subseção 4.2.1 (Figura 34 e 35).

De acordo com o modelo da Figura 19, os dados geram informações com base em um conhecimento pré-estabelecido. Na IDE-Cemig, os dados são utilizados para gerar informações utilizadas pelos diversos setores da Cemig através de relatórios e mapas. Essas informações são geradas com base no conhecimento dos funcionários especialistas em geoprocessamento, normalmente os Analistas de GeoProcessamento.

4.2.1 Modelagem Conceitual da Base de Dados

Segundo Béjar et al. (2012), as políticas do tipo Fundamento definem os dados e serviços básicos que a IDE deve possuir. O Apêndice A apresenta as políticas que restringem e definem a IDE-Cemig, incluindo a base de dados que deve compô-la. Entretanto, somente a descrição da base de dados não é capaz de mostrar o relacionamento que os dados possuem entre si e como eles irão se comportar no sistema, sendo estes um dos objetivos que a perspectiva Informação visa representar.

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Informação é descrita pelos esquemas invariante, dinâmico e estático. Somente o esquema invariante será especificado, pois, o

relacionamento entre classes com características geoespaciais dificilmente geram mudanças nos dados que elas representam, não justificando a necessidade do esquema dinâmico e, devido à dificuldade e complexidade de representar dados geoespaciais em formato alfanumérico, dificultando a visualização do que o dado geoespacial representa, o esquema estático seria demasiadamente complexo e não cumpriria totalmente sua função.

As Figuras 34 e 35 apresentam o modelo conceitual da base de dados adotada pela IDE-Cemig. Para a criação do modelo, foi utilizado o diagrama de classes da UML estendido com os tipos primitivos do modelo OMT-G (BORGES, DAVIS JR. e LAENDER, 2005) ao invés do modelo de dados do UML4ODP. O OMT-G utiliza pictogramas para representar a geometria e topologia dos dados que a classe representa, podendo ser classificados como geo-objetos com geometria, geo-objetos com geometria e topologia e geo-campos. A representação de dados geoespaciais através de pictogramas não existe no modelo de dados do UML4ODP, o qual dificultaria a visualização do tipo de representação geoespacial que a classe possui.

Geo-objetos com geometria representam eventos geográficos discretos que ocorrem no mundo real, ou seja, eventos cujo limite e valores são bem definidos (CÂMARA, 1995 apud BORGES, DAVIS JR. e LAENDER, 2005). Os geo-objetos, como mostra a Figura 32, podem ser representados como um ponto, uma linha ou um polígono. Os geo-objetos com geometria e topologia representam redes cujo elementos possuem informações geográficas (BORGES, DAVIS JR. e LAENDER, 2005).

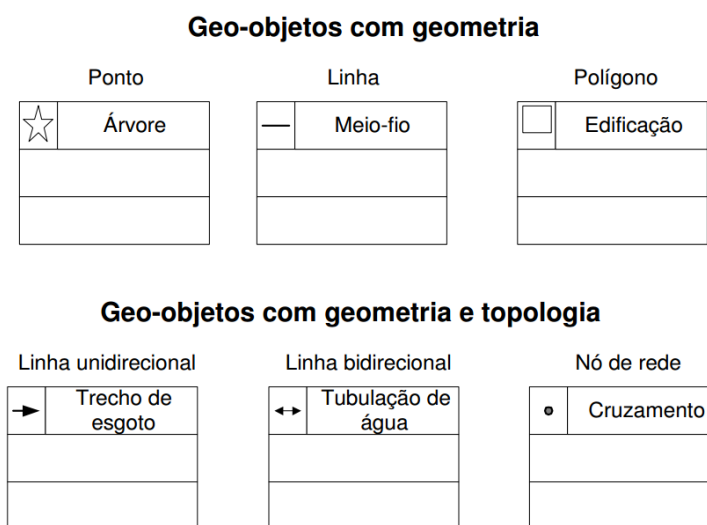


Figura 32 – Pictogramas utilizados pelo OMT-G para representar objetos geográficos e topológicos
 Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005)

A Figura 33 apresenta os pictogramas utilizados para as possíveis representações que um geo-campo pode possuir. Segundo Câmara (1995) apud Borges, Davis Jr. e Laender (2005), um geo-campo representa fenômenos geográficos que variam continuamente em um determinado espaço.

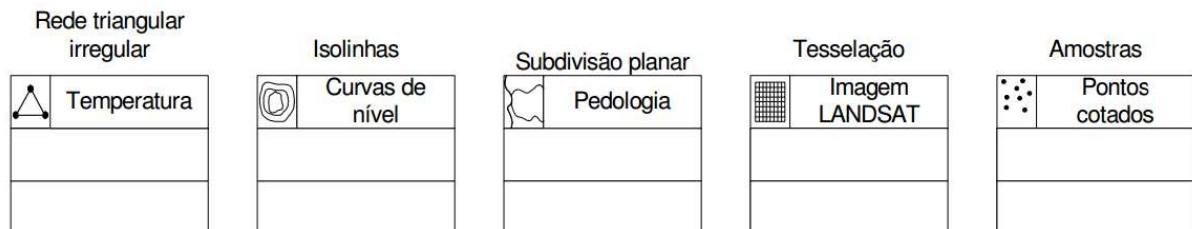


Figura 33- Pictogramas utilizados pelo OMT-G para representar geo-campos
Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005)

As classes foram organizadas em temas, retratados através do uso de pacotes da UML, de acordo com o que eles pretendem representar do mundo real, auxiliando na localização dos dados no modelo. Além disso, os temas presentes no modelo conceitual devem ser equivalentes a parte dos catálogos a serem criados.

A Figura 34 apresenta os temas `Imagens Georreferenciadas`, `Dados Ambientais`, `Recursos Hídricos`, `Organização Politico_Administrativa` e `Infraestrutura`. Destaca-se que as áreas de atuação das classes existentes neste pacote limitam-se ao estado de Minas Gerais. O tema `Imagens Georreferenciadas` contém as imagens de satélite LandSat utilizadas pela Cemig. A Cemig utiliza imagens em média e alta resolução, dependendo do nível de detalhes exigido. Para a representação que a mesma imagem pode possuir diferentes resoluções, foi utilizado a especialização espacial do modelo OMT-G (BORGES, DAVIS JR. e LAENDER, 2005), indicando que as classes `LandSat_Alta_Resolucao` e `LandSat_Media_Resolucao` foram especializadas de acordo com a resolução.

O pacote `Dados Ambientais` contém classes relacionadas com o meio ambiente e que são utilizadas como auxílio para o processo de tomada de decisão como, por exemplo, permitindo que a Cemig saiba se a utilização de determinada fonte de energia renovável em uma região é viável ou não.

As classes `Arvores` e `Queimadas` possuem o estereótipo `Amostra`, indicando que cada árvore e queimada registrada no sistema não possui um identificador único, ou seja, são pontos representando a entidade árvore ou queimada. Diferentemente das classes `Arvores` e `Queimadas`, a classe `Descargas_Atmosfericas` é representada como um `Ponto`, pois

cada descarga atmosférica registrada no sistema é considerada única, possuindo um identificador que a diferencia das demais. A classe Ventos armazena os registros das direções e velocidades dos ventos, enquanto que a classe Erosao representa o nível de erosão do solo, ambas representadas através de Isolinhas. Por fim, as classes Vegetacao e Areas_Protecao_Ambiental, representam, respectivamente, o tipo de vegetação de um determinado local e as áreas de proteção ambiental existentes.

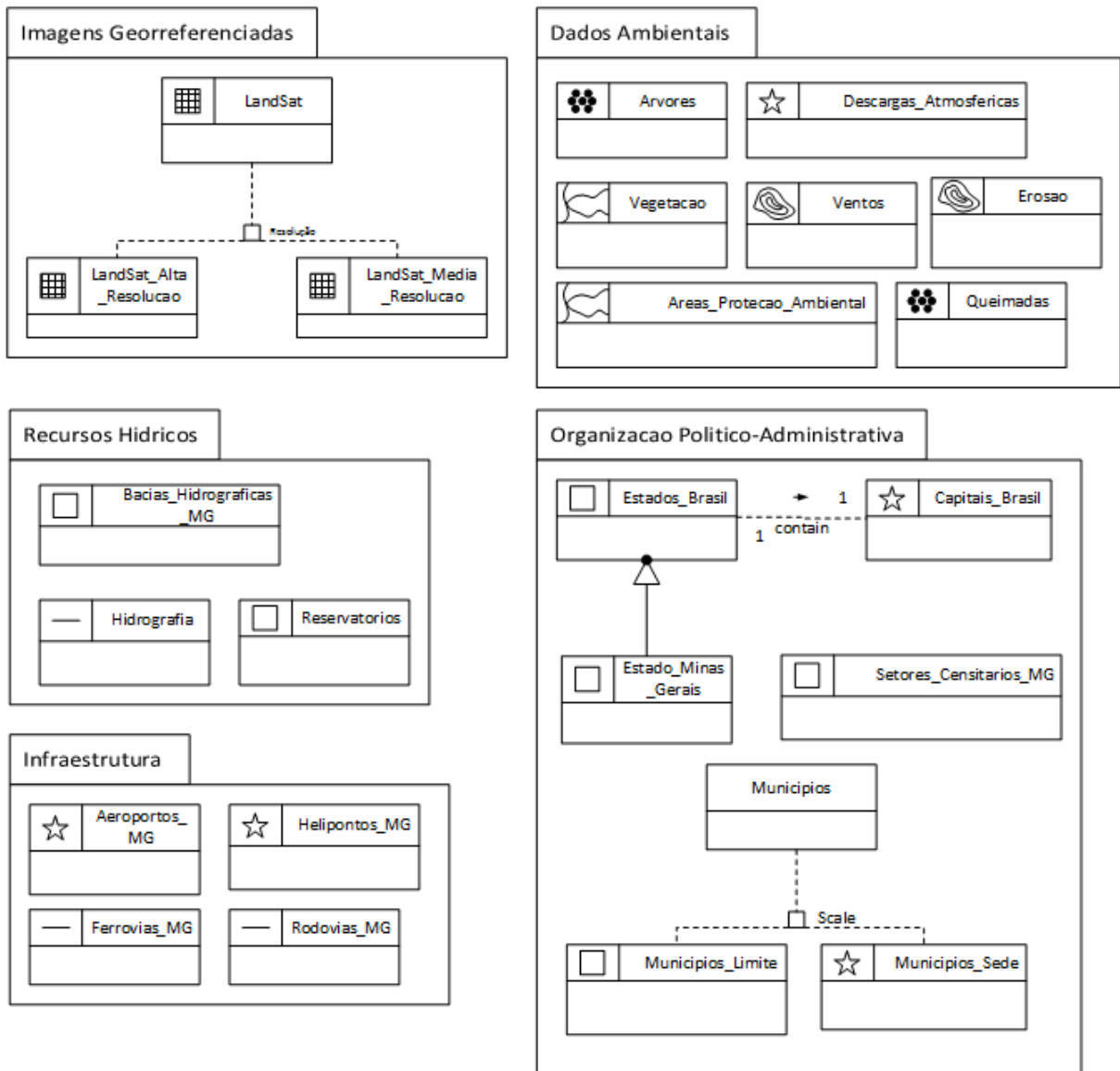


Figura 34 – Classes relacionadas às referências cartográficas e dados ambientais do estado de Minas Gerais, além da divisão político-administrativa do Brasil e de Minas Gerais do modelo conceitual da base de dados da IDE-Cemig

O pacote Recursos Hidricos apresenta os recursos hídricos utilizados pela Cemig, como bacias hidrográficas (Bacias_Hidrograficas_MG), rios e afluentes (Hidrografia) e os reservatórios (Reservatorios). O tema Infraestrutura contém

as infraestruturas de Minas Gerais de interesse da Cemig, representados pelas classes `Aeroportos_MG`, `Helipontos_MG`, `Ferrovias_MG`, `Rodovias_MG`.

O pacote `Organizacao Politico_Administrativa` contém a divisão política do Brasil e principalmente do estado de Minas Gerais. Em relação ao Brasil, a Cemig mantém seus estados (`Estados_Brasil`) com suas respectivas capitais (`Capitais_Brasil`). A classe `Estado_Minus_Gerais` é uma especialização da classe `Estados_Brasil` devido ao estado de Minas Gerais ser o principal estado em que a Cemig atua. Sobre Minas Gerais, a Cemig mantém as classes `Setores_Censitarios_MG` e `Municipios_Limite` e `Municipios_Sede`. A classe `Municipios` é especializada de acordo com a escala para representar que as classes `Municipios_Limite` e `Municipios_Sede` representam a mesma entidade, mas com representações geográficas diferentes.

A Figura 35 apresenta os temas relacionados com o sistema elétrico (`Sistema Elétrico`), o qual contém classes relacionadas diretamente com a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, além de conter classes que delimitam a área de atuação da Cemig.

O pacote `Malha Distribuição` possui classes relacionadas com a malha regional de distribuição da Cemig e classes que auxiliam a administração dessa malha. A classe `Malha_Regional_Distribuição` representa o limite das áreas de distribuição, as quais contém uma sede (`Malha_Regional_Sede`) em seu interior. As unidades de negócio (`Unidades_Negocio`) são áreas definidas de acordo com o tipo de negócio que a Cemig pretende estabelecer na região definida, auxiliando no planejamento e no processo de tomada de decisões. Assim como a malha regional, as unidades de negócio possuem uma sede (`Unidades_Negocio_Sede`).

A área em que a Cemig pode atuar no estado de Minas Gerais, negociada com o governo deste estado, é representada pela classe `Areas_Concessão_Distribuição`, enquanto que a classe `Local_Cemig_Concessao` representa área que a Cemig está atualmente atuando. Para auxiliar no processo de tomada de decisões, a Cemig dividiu o estado de Minas Gerais em diversas regiões, denominadas regionais de transmissão (`Regionais_Transmissao`). Assim como a malha de distribuição, as regionais de transmissão são divididas de acordos com critérios que atendam as regras de negócio da empresa.

Os pacotes Geração, Transmissão e Distribuição contém as classes que representam os elementos que compõe a rede elétrica administrada pela Cemig. Os nós da rede elétrica da Cemig são compostos por estruturas, sendo `Estruturas_LT` para a Geração, `Estrutura_LT_230-500` para a Transmissão e `Estrutura_LT_34-161` para a Distribuição. As classes `Vao_LT`, `Vao_LT_230-500` e `Vao_LT_34-161` representam, respectivamente, os arcos da Geração, Transmissão e Distribuição.

As estruturas que compõe os nós da Geração são compostas por usinas, as quais podem ser hidrelétricas, eólicas ou solares, e por `Centrais_Geradoras_Hidreletricas`, `Subestacoes_Geracao` e `Pequenas_Centrais_Hidreletricas`.

Na Transmissão, a única estrutura que compõe a rede são as subestações de transmissão (`Subestacoes_Transmissao`). Na Distribuição, as estruturas são compostas de `Postes` e `Subestacoes_Distribuicao`. Os postes podem possuir um transformador. Na Geração, Transmissão e Distribuição existem, respectivamente, as classes `Linhas_Transmissao`, `Linhas_Transmissao_230-500` e `Linhas_Transmissao_34-161`. Estas classes são utilizadas para identificar um trecho da rede, em que este trecho deverá ser composto por, no mínimo, um arco e seus respectivos nós de início e fim.

As classes presentes neste modelo representam somente as camadas que a Cemig pretende disponibilizar publicamente através da IDE-Cemig. As demais camadas não foram consideradas por estarem fora do escopo deste trabalho.

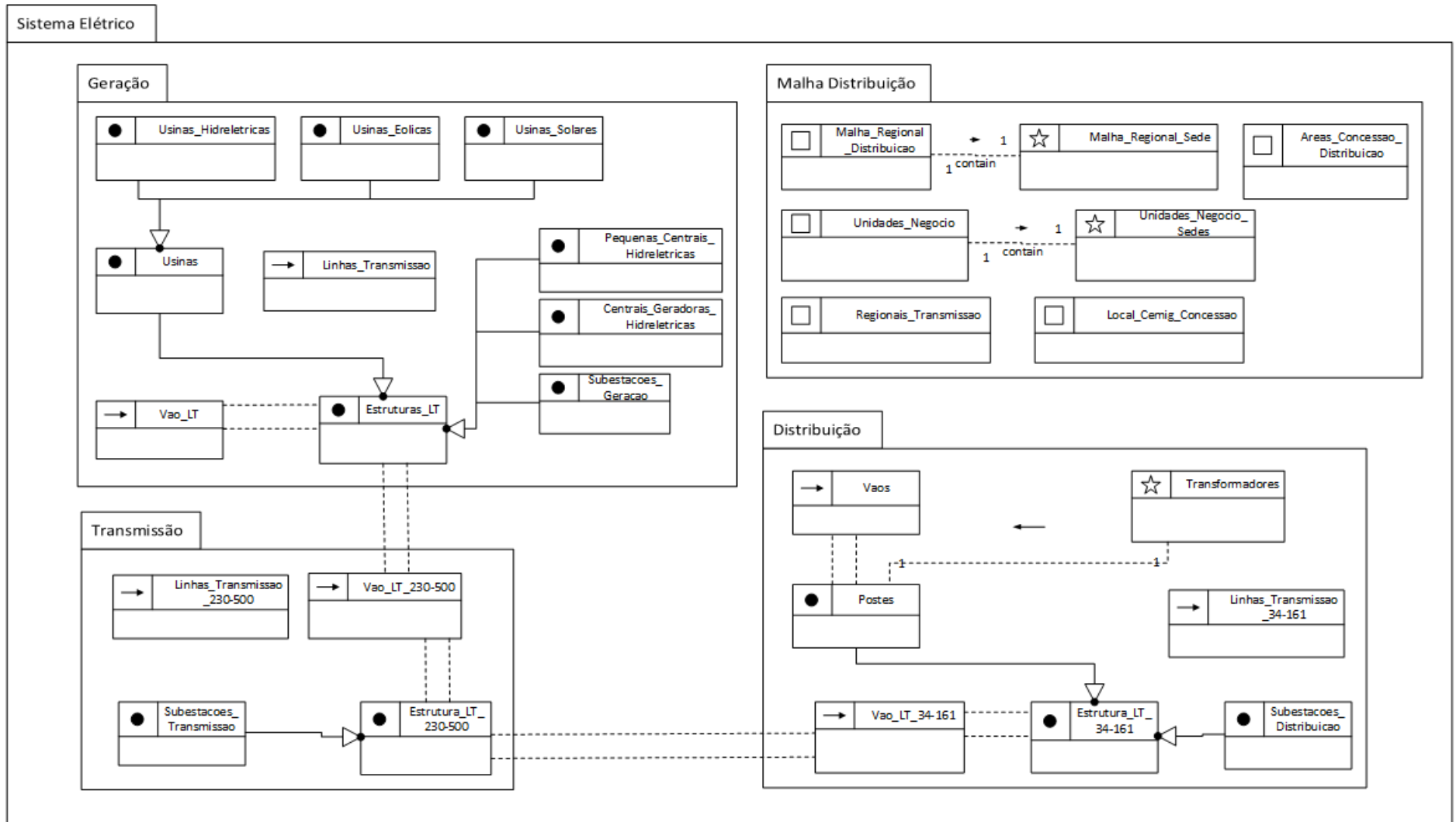


Figura 35 – Classes relacionadas ao sistema de energia e a malha de distribuição do estado de Minas Gerais do modelo conceitual da base de dados da IDE-Cemig

4.3 Perspectiva Computação

A perspectiva Computação é detalhada de maneira semelhante às perspectivas Empresarial e Informação (respectivamente as subseções 4.1 e 4.2), comparando os componentes especificados por Cooper et al. (2012) para a perspectiva Computação (Figura 20) com os objetos computacionais da IDE-Cemig. Além disso, a subseção 4.3.1 detalha os objetos computacionais, especificando suas interações com outros objetos e suas interfaces requeridas e fornecidas.

A Figura 20, na subseção 2.3.3, apresenta os componentes básicos que uma IDE precisa possuir e o relacionamento entre suas interfaces. Esses componentes podem ser considerados como abstrações dos objetos computacionais, representando um conjunto de objetos computacionais que possuem funcionalidades semelhantes. As aplicações e serviços a serem utilizados pela IDE-Cemig ainda não foram definidos, no entanto, foi definido que qualquer aplicação a ser utilizada precisa ser compatível com os padrões OGC, os quais foram detalhados na subseção 4.4.1. Devido a isso, são utilizados os seguintes nomes genéricos para representar os componentes da IDE-Cemig: Retrato_IDE-Cemig; Dados_IDE-Cemig; e Catálogos_IDE-Cemig. É verificado se estes componentes se comportam de maneira semelhante aos componentes propostos em (COOPER et al., 2013).

O componente Retrato_IDE-Cemig implementa o padrão WMS, responsável por gerar os mapas em formato de imagens estáticas através dos dados geoespaciais passados pela aplicação. O componente Dados_IDE-Cemig tem a responsabilidade de acessar os dados geoespaciais da IDE-Cemig, possuindo a capacidade de recuperar, inserir, alterar e remover esses dados, implementando os padrões WFS, WFS-G e WCS. Por fim, os metadados e catálogos são gerenciados através do componente Catálogos_IDE-Cemig, através da implementação do padrão *OpenGIS Catalogue Service*. Assim como no componente Dados_IDE-Cemig, o Catálogos_IDE-Cemig é capaz de recuperar, inserir, atualizar e remover os catálogos e metadados da base de dados da IDE-Cemig.

O componente Aplicação_IDE é o único componente acessado pelo usuário, não possuindo nenhuma interface fornecida. Entretanto, ele possui diversas interfaces requeridas para atender as necessidades do usuário. Na IDE-Cemig esse componente é o equivalente ao Geoportal. Geoportais, segundo Tait (2005), são pontos de acesso e descoberta do usuário a conteúdo geográfico na Internet. Portanto, na IDE-Cemig o geoportal tem como objetivo servir de ponto de acesso ao usuário às funcionalidades e dados da IDE, sendo estas oferecidas pelos serviços geoespaciais.

O componente `Retrato_IDE` é responsável por mostrar os dados e resultados das operações ao usuário quando solicitado pelo componente `Aplicação_IDE`, fornecendo uma única interface para disponibilizar essa função. Na IDE-Cemig, quem cumpre um papel semelhante ao `Retrato_IDE` é o `Retrato_IDE-Cemig`. Assim como o componente proposto por Cooper et al. (2013), o `Retrato_IDE-Cemig` possui uma única interface fornecida, responsável por fornecer uma representação gráfica, ou seja, um mapa, que representa os dados fornecidos ao componente. Entretanto, diferentemente do componente `Retrato_IDE`, o `Retrato_IDE-Cemig` não é capaz de registrar ou publicar os dados por ele representado utilizando as interfaces do componente `Registro_IDE`. O componente `Aplicação_IDE` será o responsável por utilizar as interfaces do `Registro_IDE` caso o usuário queira registrar ou publicar os dados representados.

O acesso e recuperação direta aos dados da IDE, responsabilidade do componente `Dados_IDE`, é semelhante, na IDE-Cemig, ao componente `Dados_IDE-Cemig`. O `Dados_IDE-Cemig` possui interfaces que permitem a recuperação dos dados geoespaciais solicitados, diferenciando-se a maneira que essa solicitação é realizada. Utilizando as interfaces padronizadas pelo WFS, o componente `Dados_IDE-Cemig` recupera os dados geoespaciais através de consultas espaciais, enquanto que, utilizando as interfaces padronizados pelo padrão WFS-G, estes dados são recuperados através da utilização de um dicionário geográfico, denominado *gazetteer*. Entretanto, estes dois padrões não especificam interfaces com a capacidade de recuperar imagens georreferenciadas, ficando esta função a cargo das interfaces padronizadas pelo padrão WCS. Assim como nas interfaces implementadas do WFS, o `Dados_IDE-Cemig` implementa as interfaces do WCS, permitindo a recuperação de imagens georreferenciadas através de consultas espaciais.

O componente `Registro_IDE` é responsável por registrar os dados e serviços da IDE em catálogos, facilitando sua pesquisa e recuperação. O `Catálogos_IDE-Cemig` é o equivalente a este componente na IDE-Cemig. Assim como no componente especificado por Cooper et al. (2013), o `Catálogos_IDE-Cemig` possui interfaces para registrar e pesquisar os catálogos e seus registros, através da implementação das interfaces especificadas pelo *OpenGIS Catalogue Service*. No entanto, destaca-se que a interface `Registro_IDE::Registrar` garante que os catálogos e seus registros são inseridos ou atualizados na base de dados, mas não garante que os mesmos estejam disponíveis ao usuário. Para que um catálogo ou registro fique disponível ao usuário, via Internet ou rede interna, é necessário utilizar a interface `Registro_IDE::Publicar`. Entretanto, o `Catálogos_IDE-Cemig` não possui uma interface específica

para esta tarefa, sendo necessário adaptar a aplicação ou serviço compatível com o padrão. A adaptação pode ser via adição de uma nova interface ou funcionalidade, sendo equivalente à interface `Registro IDE::Publicar`, ou alterando o comportamento da interface `Registro IDE::Registrar`, fazendo que, ao se registrar um novo catálogo ou registro, o mesmo se torne automaticamente disponível ao usuário.

A IDE-Cemig não irá possuir serviços de geoprocessamento, pois o foco da mesma é facilitar o compartilhamento de dados geoespaciais de interesse dos funcionários e clientes da Cemig. Além disso, a IDE-Cemig não possui um componente específico para lidar com o gerenciamento do direito de acesso aos dados e garantia de integridade e compatibilidade dos dados geoespaciais na troca de mensagens entre as interfaces. O gerenciamento do direito de acesso será de responsabilidade do Geoportal, enquanto que a garantia de integridade e compatibilidade dos dados será de responsabilidade dos próprios componentes. Portanto, não existe na IDE-Cemig componentes equivalentes aos componentes `Processamento_IDE` e `Gerenciamento_IDE`.

4.3.1 Objetos Computacionais da IDE-Cemig e suas Interfaces

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Computação é responsável por modelar as funcionalidades básicas de uma aplicação, especificando os serviços que a aplicação oferece através de componentes e suas interfaces, sem se preocupar com a distribuição física destes componentes e quais tecnologias serão utilizadas para implementá-lo.

Esta subseção, portanto, apresenta os componentes identificados na IDE-Cemig e suas interações através de objetos computacionais. Segundo Linington et al. (2011), “objetos computacionais encapsulam parte do estado e funcionalidade do sistema, permitindo uma modelagem modular do sistema”.

A Figura 36 mostra uma versão simplificada dos objetos computacionais da IDE-Cemig, apresentando os objetos computacionais (*CV_Object*), suas interações com outros objetos computacionais e os pacotes que os agrupam. Os objetos computacionais da IDE-Cemig podem ser agrupados em quatro grupos: `Objetos_Humanos`, os quais representam os atores especificados na perspectiva Empresarial; `Objetos_Apresentação`, representado as interfaces utilizados pelos atores; `Objetos_Aplicação`, cujos objetos computacionais representam as funcionalidades oferecidas pela IDE-Cemig; e os `Objetos_Gerenciamento_Dados`, os quais fazem acesso ao banco de dados para fornecer, inserir e alterar os dados solicitados pelos objetos computacionais do grupo `Objetos_Aplicação`.

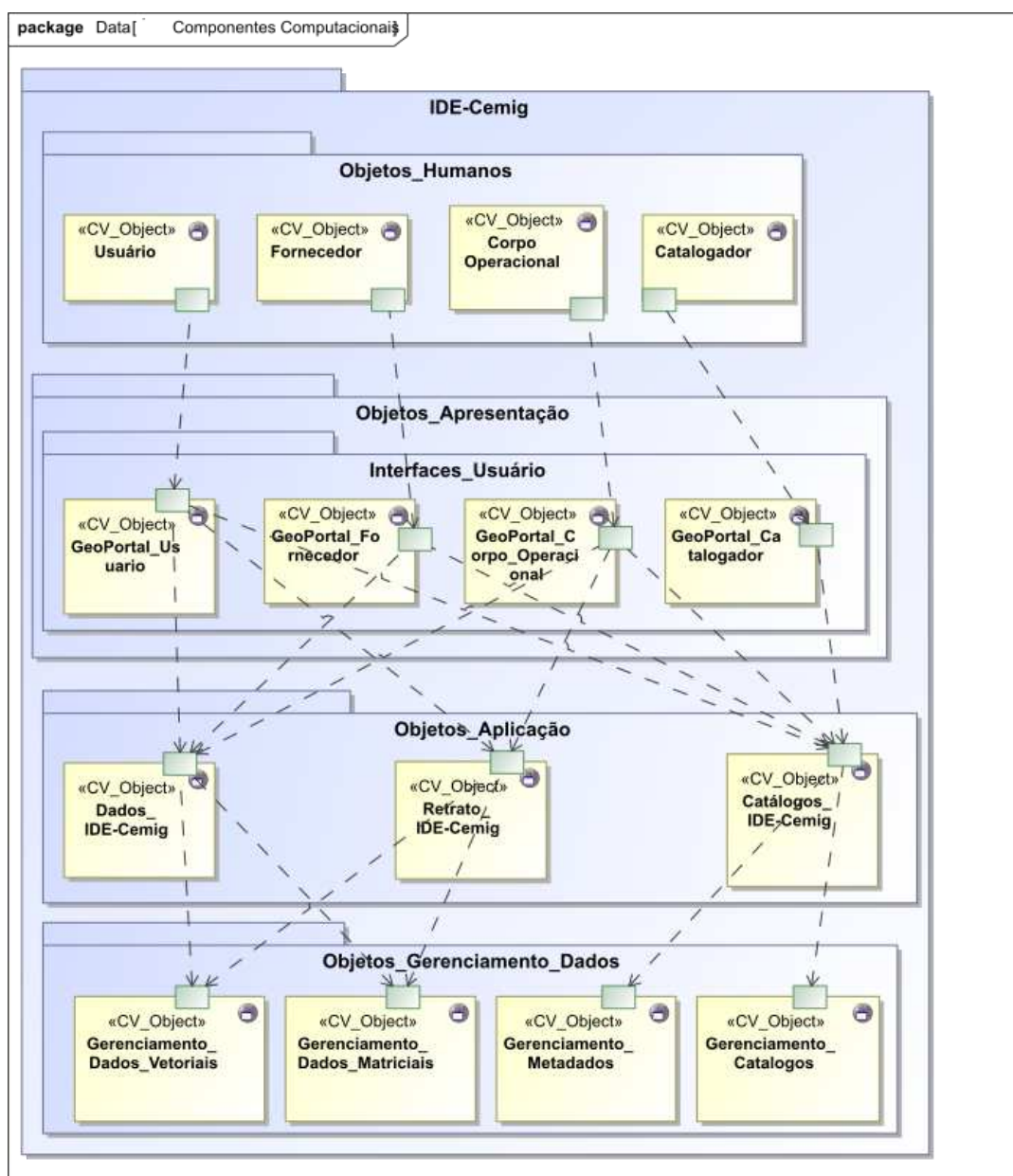


Figura 36 – Visão simplificada dos objetos computacionais da IDE-Cemig

A Figura 37 apresenta os objetos computacionais de modo mais detalhado, apresentando suas interfaces fornecidas e requeridas e suas interações. Os objetos computacionais do grupo `Objetos_Humanos`, por representarem os atores do sistema, possuem somente uma única interface requerida, o qual interage com as interfaces específicas de cada ator no GeoPortal. Além disso, destaca-se que o grupo de objetos computacionais `Objetos_Humanos` é responsável por conectar as perspectivas Empresarial e Computação, como mostra a Figura 4 na subseção 2.2.

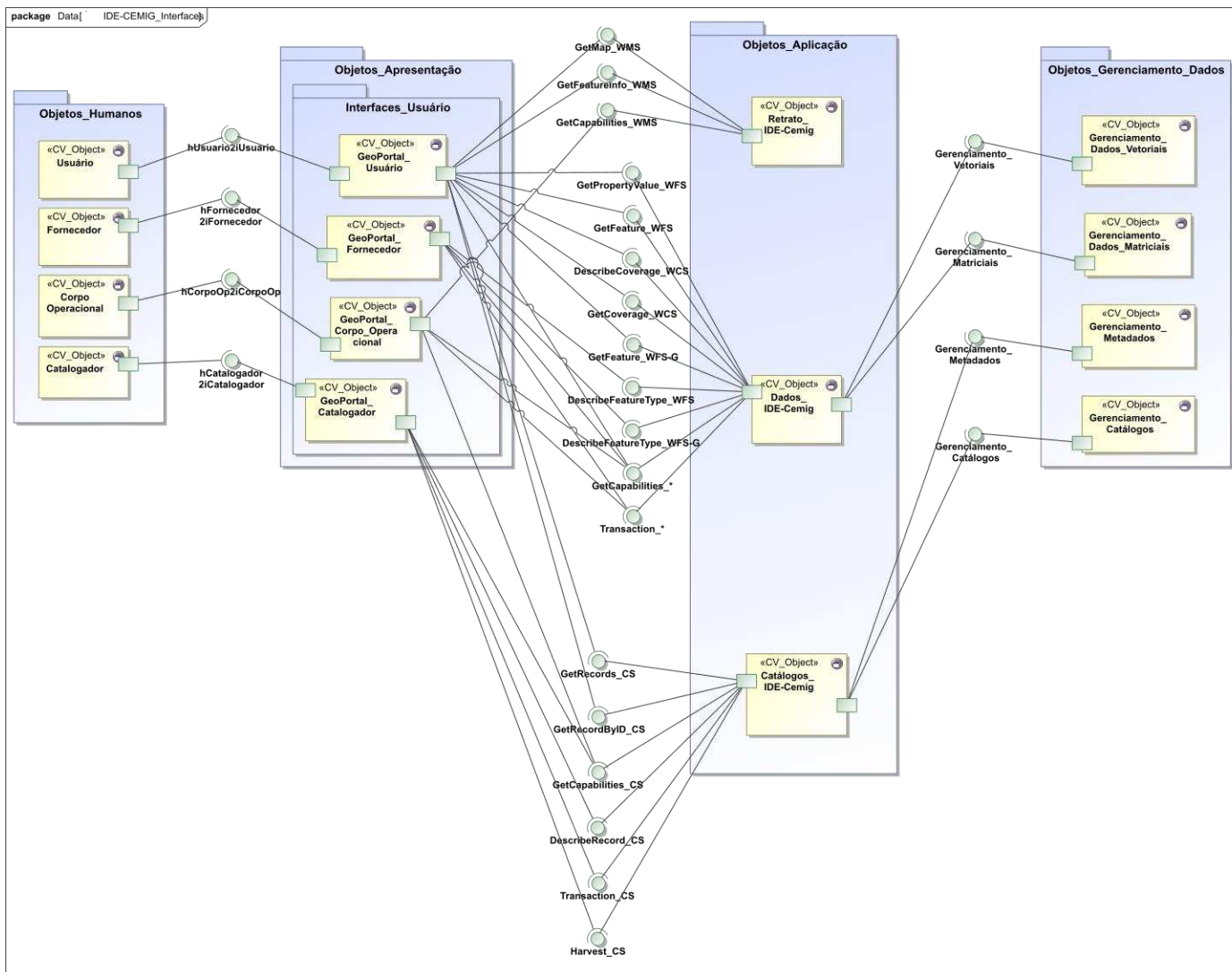


Figura 37 – Visão detalhada dos objetos computacionais da IDE-Cemig

Os atores utilizados como objetos computacionais (Usuário, Fornecedor, Corpo Operacional e Catalogador) foram escolhidos devido que, para realizar suas funções, estes atores dependem das funcionalidades oferecidas através dos padrões da OGC. As interfaces do GeoPortal de cada ator irão requerer as interfaces dos objetos computacionais do grupo `Objetos_Aplicação` que atendam às suas necessidades.

As interfaces fornecidas `GetCapabilities_CS` e `GetCapabilities_*`, sendo que o `*` indica que essa interface é equivalente a interface `GetCapabilities` dos padrões WCS, WFS e WFS-G. Nesta seção, a utilização do símbolo `*` indica que a interface fornecida é equivalente às interfaces especificadas pelos padrões WCS, WFS e WFS-G.

A interface `GetCapabilities_*`, ao ser utilizada, retorna uma lista das funcionalidades oferecidas pelo componente e suas respectivas descrições. Desse modo, um objeto, ao requisitar esta interface, pode verificar quais outras funcionalidades ele pode acessar e como acessá-las. A interface fornecida `Transaction_*` permite a inserção, atualização e remoção dos dados do tipo de dado que o objeto computacional é focado.

Além dessas interfaces, cada objeto computacional do grupo `Objetos_Aplicação` oferece um conjunto específico de interfaces fornecidas. O objeto computacional `Dados_IDE-Cemig` possui as interfaces fornecidas especificadas pelos padrões WFS, WFS-G e WCS: `GetPropertyValue_WFS`; `GetFeature_WFS`; `DescribeCoverage_WCS`; `GetCoverage_WCS`; `GetFeature_WFS-G`; `DescribeFeatureType_WFS`; `DescribeFeatureType_WFS-G`; `GetCapabilities_*`; e `Transaction_*`.

A interface `GetPropertyValue_WFS` retorna o valor de uma propriedade ou parte de uma propriedade complexa de uma feição pesquisada. O `GetFeature_WFS` retorna uma ou mais feições geográficas de acordo com a pesquisa realizada. A `DescribeFeatureType_WFS` retorna um *schema* contendo os tipos de feições oferecidas pelo serviço, além de especificar o padrão que os dados devem possuir para serem utilizados pelo serviço.

As interfaces especificadas pelo WFS-G são as mesmas interfaces que o WFS, além de se comportarem de maneira similar. A diferença entre suas interfaces é o modo no qual as pesquisas são realizadas. Enquanto que o WFS especifica que a recuperação de feições geográficas é realizada através de pesquisas que utilizem operações espaciais, como a utilização de retângulo mínimo envolvente, sobreposição de feições, etc., as interfaces especificadas pelo WFS-G especificam que a recuperação de feições se dá através da utilização de dicionários geográficos (*gazetteers*).

Caso o usuário queira recuperar dados de cobertura da IDE, é necessário utilizar as interfaces do padrão WCS implementadas pelo `Dados_IDE-Cemig`. As interfaces fornecidas relacionadas ao padrão WCS são similares às dos padrões WFS e WFS-G. A interface `DescribeCoverage_WCS` retorna uma descrição dos dados de cobertura que a IDE possui, incluindo, por exemplo, a área que o dado abrange, o que ele representa e sua estrutura. O dado de cobertura é retornado ao usuário através da interface `GetCoverage_WCS`. Assim como na interface `GetFeature_WFS`, o dado é recuperado com base em consultas que utilizam conceitos espaciais.

O `Retrato_IDE-Cemig`, por ser um objeto computacional que não insere, altera, remove ou recupera os dados geoespaciais da base de dados, não possui nenhuma interface requerida e, portanto, não interage com os objetos computacionais do grupo `Objetos_Gerenciamento_Data`.

O último objeto computacional a ser descrito do grupo `Objetos_Aplicação` é o `Catálogo_IDE-Cemig`. Este objeto computacional é responsável por recuperar e manipular os catálogos geográficos da IDE-Cemig. As interfaces fornecidas `GetRecordbyID_CS` e `GetRecords_CS` retornam os catálogos que atendam os critérios da pesquisa realizada pelo usuário. A diferença entre as duas interfaces é a maneira em que o catálogo é pesquisado e a quantidade retornada. Na interface `GetRecordbyID_CS`, um único catálogo é retornado caso o mesmo tenha o identificador igual ao pesquisado, enquanto que a interface `GetRecords_CS` irá retornar todos os catálogos que atendam aos critérios da consulta realizada. A última interface a ser analisada, `Harvest_CS`, é responsável por inserir os catálogos e seus registros na IDE-Cemig, assim como a interface `Transaction_CS`. Entretanto, a interface `Harvest_CS` realiza essa função “colhendo” os catálogos e registros de outras bases de dados e os referenciando na IDE-Cemig. Ou seja, enquanto a `Transaction_CS` insere os catálogos e registros fornecidos pelo usuário na base de dados da IDE-Cemig, a `Harvest_CS` referencia os catálogos e registros de outras bases de dados na IDE-Cemig, tornando-os disponíveis ao usuário.

Os objetos computacionais `Dados_IDE-Cemig` e `Catálogos_IDE-Cemig`, por manipularem dados presentes na base de dados da IDE-Cemig, necessitam de interfaces requeridas, as quais interage com os objetos computacionais do grupo `Objetos_Gerenciamento_Dados`. O `Dados_IDE-Cemig` insere, atualiza, remove e recupera os dados geoespaciais solicitados pelo usuário. Por isso, este objeto computacional

utiliza as interfaces fornecidas Gerenciamento_Vetoriais e Gerenciamento_Matriciais.

Entretanto, como definido pela política do tipo Regras de Negócio presente no Apêndice A, “*Os metadados devem ser armazenados junto com os dados que eles descrevem*”, os metadados devem ser armazenados no momento que os dados geoespaciais são inseridos ou alterados na IDE. O objeto computacional Catálogos_IDE-Cemig é o responsável por manter os metadados e sua interface requerida irá interagir com as interfaces fornecidas Gerenciamento_Metadados e Gerenciamento_Catalogos. A interface/objeto computacional Gerenciamento_Metadados permite que o Catálogos_IDE-Cemig insira, atualize, remova e recupere os metadados dos dados geoespaciais, enquanto que a interface/objeto computacional aplica essas mesmas funcionalidades aos catálogos, os quais mantêm como registro os metadados.

A Figura 38 destaca os possíveis objetos computacionais e interfaces que o ator Usuário poderá usar ao utilizar a IDE-Cemig. A interface apresentada ao usuário quando o mesmo acessar a IDE-Cemig pelo GeoPortal permitirá que o usuário pesquise por dados geoespaciais, através de consultas espaciais, nomes geográficos ou navegando através dos catálogos, e em seguida podendo visualizá-los e/ou recuperá-los.

Para realizar consultas, a interface do usuário (GeoPortal_Usuario) irá requerer as interfaces GetRecords_CS e GetRecordByID_CS. Estas interfaces irão retornar os catálogos de metadados dos dados geoespaciais, os quais poderão ser pesquisados para que o usuário encontre os dados que atendam às suas necessidades. Caso o usuário encontre nos metadados os dados que lhe interessam, o mesmo poderá recuperá-los utilizando as interfaces GetFeature_WFS, GetFeature_WFS-G e GetCoverage_WCS. Além de recuperá-los, o usuário tem a opção de visualizar os dados geoespaciais no próprio navegador, utilizando a interface GetMap_WMS, passando para esta interface os dados que ele deseja visualizar. A interface GetCapabilities_* é destinada para os usuários que desejam utilizar as funcionalidades da IDE-Cemig sem a necessidade de acessá-la via um navegador web. Esta interface irá retornar as funcionalidades oferecidas pelo objeto computacional, além de informações auxiliando em como utilizar estas funcionalidades.

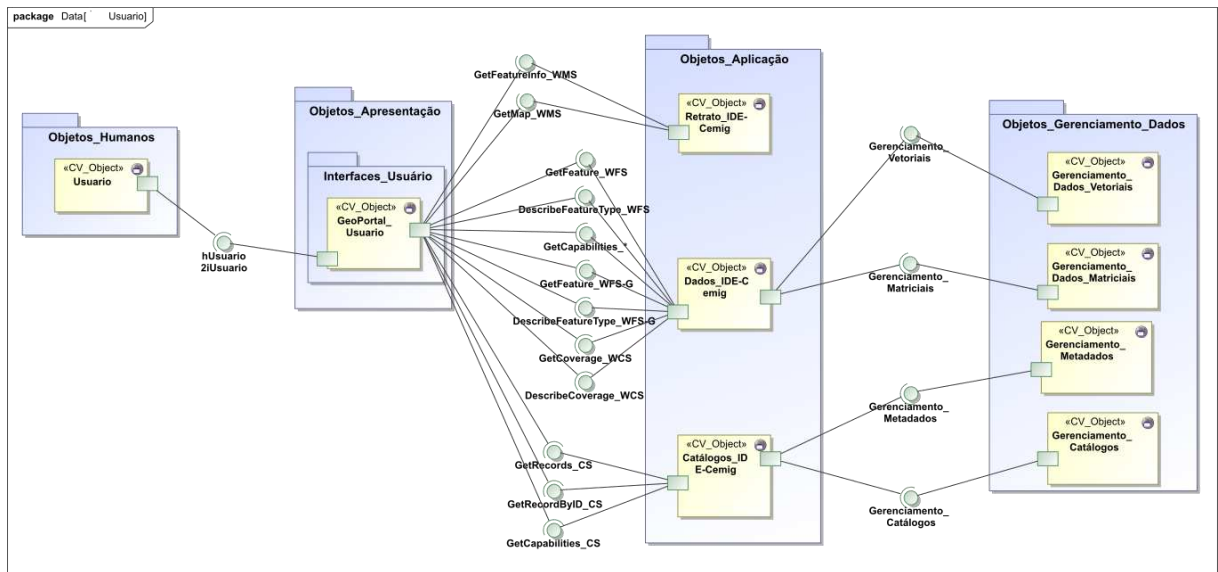


Figura 38 – Objetos computacionais e interfaces utilizados pelo ator Usuário

As interfaces e objetos computacionais utilizados pelo ator Fornecedor para disponibilizar os dados geoespaciais na IDE-Cemig estão apresentadas na Figura 39. A interface do Fornecedor no GeoPortal (*GeoPortal_Fornecedor*) permite que o mesmo insira, altera ou remova os dados geoespaciais da base de dados da IDE-Cemig. A IDE-Cemig não permite que o Fornecedor adicione mais serviços a IDE.

Para disponibilizar um dado geoespacial na IDE-Cemig, o Fornecedor irá utilizar as interfaces *Transaction_**. As interfaces a serem utilizadas dependerá do tipo de dado geoespacial que o Fornecedor pretenda disponibilizar. Devido às políticas do tipo Regras de Negócio (Apêndice A), “*Os Produtores dos dados geoespaciais são responsáveis pela criação dos metadados dos mesmos*” e “*Os metadados devem ser armazenados junto com os dados que eles descrevem*”, o Fornecedor terá que disponibilizar em um catálogo da IDE os metadados que descrevem o dado geoespacial que ele disponibilizou. Para isso, o Fornecedor utilizará a interface fornecida *Transaction_CS*.

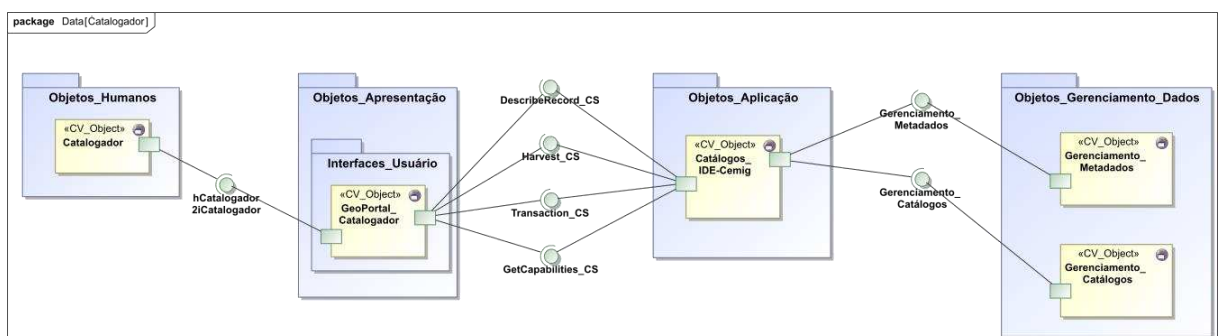


Figura 39 – Objetos computacionais e interfaces utilizados pelo ator Fornecedor

Além das interfaces que possibilitam que o Fornecedor disponibilize, altere e remova os dados geoespaciais da IDE-Cemig, o mesmo irá utilizar interfaces que descrevam o formato que os dados geoespaciais deverão possuir para serem disponibilizados na IDE, as quais são: `DescribeFeatureType_WFS`, `DescribeFeatureType_WFS-G` e `DescribeCoverage_WCS`. Por fim, assim como o `Usuario`, o Fornecedor utiliza as interfaces `GetCapabilities` para descobrir as funcionalidades do objeto computacional e utilizá-las sem a necessidade da interface web.

O ator `Catalogador`, como descrito na subseção 2.3.1, é responsável por manter os catálogos da IDE. A interface do `Catalogador` na IDE-Cemig (`GeoPortal_Catalogador`), permite que o mesmo insira, altera ou remove os catálogos e seus registros (metadados). Para isso, ele utiliza as interfaces `Harvest_CS` e `Transaction_CS` mostradas na Figura 40. Além dessas interfaces, o `Catalogador` utiliza a interface `DescribeRecord_CS`, a qual permite que ele obtenha informações do formato que os catálogos e metadados devem estar para serem inseridos na IDE-Cemig, e a interface `GetCapabilities_CS`, que permite que o `Catalogador` obtenha as informações sobre as demais interfaces, possibilitando que o mesmo as utiliza sem a necessidade da interface web.

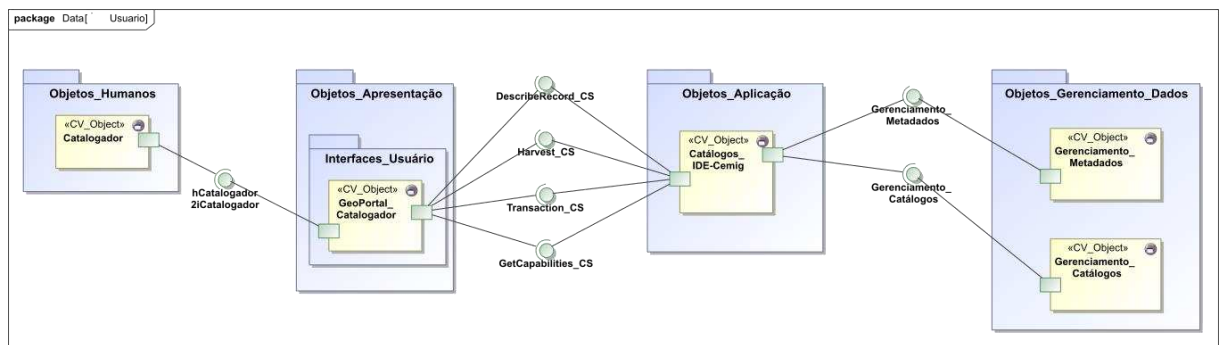


Figura 40 – Objetos computacionais utilizados pelo ator `Catalogador`

O ator `Corpo Operacional`, como descrito nas subseções 2.3.1.1 e 3.1, é responsável por diversas atividades na IDE relacionadas a parte técnica, desde a manutenção de sistemas menores até a garantia da consistência da base de dados. Devido à impossibilidade de especificar todas interfaces, e suas interações, utilizadas pelo ator, seja pelo grande número ou seja devido a grande parte de suas responsabilidades ainda não tem sido atribuídas na IDE-Cemig, são consideradas as interfaces, mostradas na Figura 41, que permitem ou auxiliam o ator `Corpo Operacional` a realizar manutenções em sistemas menores e garantir a

consistência da base de dados geoespaciais, cuja responsabilidade é do ator `Administrador de Banco de Dados`.

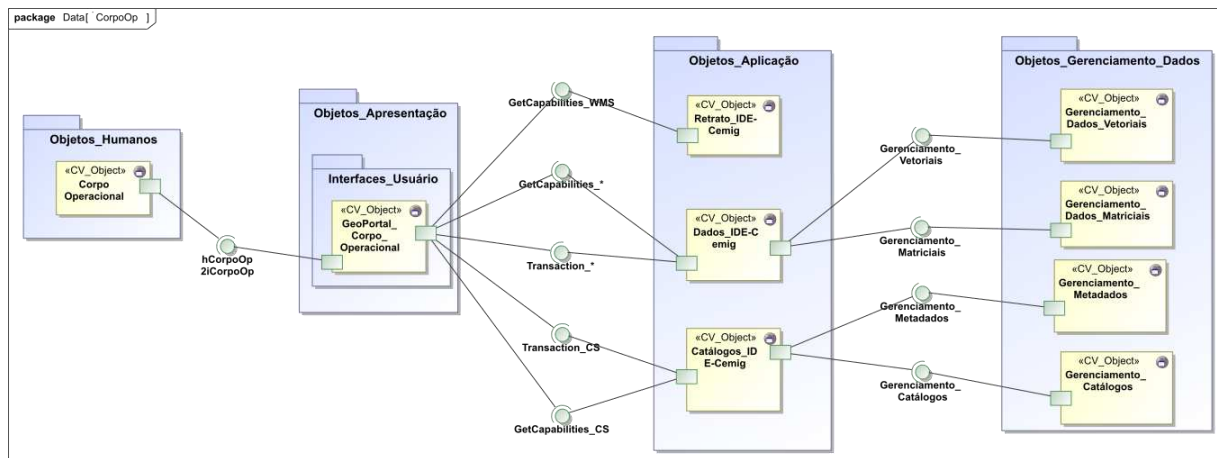


Figura 41 – Objetos computacionais utilizados pelo ator `Corpo Operacional`

Para auxiliar na manutenção dos sistemas, o `Corpo Operacional`, através de sua interface web `GeoPortal_Corpo_Operacional`, utiliza as interfaces fornecidas `GetCapabilities_*` e `GetCapabilities_CS`, que permite que o `Corpo Operacional` obtenha informações dos serviços oferecidos pelo objeto computacional e verifique se os mesmos estão *online* e os se os valores retornados estão de acordo com a especificação de cada serviço.

Para realizar as funções do `Administrador de Banco de Dados`, o ator `Corpo Operacional` tem acesso as interfaces `Transaction_*`, as quais permitem que o `Corpo Operacional` possa alterar e remover os dados geoespaciais inconsistentes. Tais inconsistências podem ser criadas, por exemplo, devido à criação ou alteração de uma política ou devido à um erro do produtor do dado geoespacial.

4.4 Comparativo entre a IDE-Cemig e o modelo formal da ICA adaptado

A especificação da IDE-Cemig, apesar de se mostrar coerente, apresentou discrepâncias com o modelo formal da ICA para IDEs adaptado. Essas discrepâncias se devem as peculiaridades da IDE-Cemig, como, por exemplo, a ainda não adoção de serviços de geoprocessamento. A Tabela 5 apresenta um comparativo entre o modelo formal da ICA para IDEs adaptado e a especificação da IDE-Cemig.

Tabela 5 – Comparativo entre o modelo formal da ICA para IDEs adaptado e a IDE-Cemig

Modelo formal da ICA adaptado para IDEs			IDE-Cemig			
Perspectiva Empresarial	Atores	Usuário	Usuário Ingênuo	Existente		
			Usuário Avançado	Existente		
		Produtor	Agência de Produção Oficial	Existente		
			Agência de Produção Comercial	Existente		
			Comunidade de Interesse	Não existente		
			Fonte de Informação	Não existente		
		Corpo Operacional	Suporte Técnico	Existente		
			Gerente de Gateway	Não existente		
			Notificador de Notas de Revisão	Não existente		
			Administrador de Banco de Dados	Existente		
			Controle de Qualidade	Não existente		
		Fornecedor	Um produtor que é seu próprio Distribuidor de Dados	Existente		
			Distribuidor de Dados	Existente		
			Árbitro de Dados	Não existente		
			Um produtor que é seu próprio Distribuidor de Serviços	Existente		
			Distribuidor de Serviços	Existente		
			Árbitro de Serviços	Não existente		
		Perspectiva Empresarial	Atores	Diretoria	Legislador	Existente
					Promotor	Não existente
Criador de Políticas	Existente					
Secretariado	Existente					
Educador	Não existente					
Revendedor de Valor Agregado	Publicador			Não existente		
	Integrador de Serviços			Não existente		
	Integrador/Aggregador de Dados e Metadados			Existente		
Broker	Facilitador de Crowd-sourcing			Não existente		
	Descobridor de Cliente/Usuário			Não existente		
	Descobridor de Fornecedores			Não existente		
	Coletor			Não existente		
	Catalogador			Existente		
	Negociador			Existente		

Conclusão da Tabela 5 – Comparativo entre o modelo formal da ICA para IDEs adaptado e a IDE-Cemig

Modelo formal da ICA adaptado para IDEs			IDE-Cemig		
Perspectiva Empresarial	Partes da IDE	Produto		Equivalente	
		Metadado		Equivalente	
		Ferramentas Processamento		Equivalente	
		Conectividade		Equivalente	
		Tecnologia		Equivalente	
		Políticas	Regras de Negócio		Existente
				Governança	Não existente
				Afiliação	Existente
				Qualidade	Existente
				Acesso	Existente
				Atribuição de Papéis	Existente
				Financiamento	Existente
			Promoção		Existente
			Padrões		Existente
				Fundamento	Existente
		Educação		Existente	
			Melhores Práticas	Existente	
Restrições	Restrições Legais	Existente			
	Acordos Empresariais	Não existente			
Perspectiva Informação	Dados da IDE		Políticas	Equivalente	
			Especificação Produto	Equivalente	
			Produto	Equivalente	
			Metadado	Equivalente	
			Catálogo	Equivalente	
			Serviço	Equivalente	
			Dado	Equivalente	
			Conhecimento	Equivalente	
Informação	Equivalente				
Perspectiva Computação	Componentes da IDE		Aplicação IDE	Equivalente	
			Registro IDE	Equivalente (Não possui a interface Publicar)	
			Dados IDE	Equivalente	
			Retrato IDE	Equivalente (Não utiliza a interface Registrar e Publicar)	
			Processamento IDE	Não existente	
			Gerenciamento IDE	Não existente	

Destaca-se que foram identificados os papéis de ator Usuário e, por não ser possível identificar o nível de habilidade dos mesmos, foi considerado que tanto o Usuário Ingênuo como o Usuário Avançado existem na IDE-Cemig.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O uso do *framework* RM-ODP como modelo para implementação de sistemas distribuídos complexos, como no caso de uma IDE, permite a descrição do sistema em diferentes níveis de abstração, além de permitir a especificação de características como distribuição, interoperabilidade e portabilidade utilizando uma linguagem independente de tecnologias.

O uso do modelo da ICA para IDEs, desenvolvido por Hjelmager et al. (2008) e estendido por Cooper et al. (2011), Béjar et al. (2012) e Cooper et al. (2013), permite que os componentes fundamentais de uma IDE sejam contemplados na fase de projeto, além de permitir um maior entendimento sobre os conceitos básicos, como a estrutura de uma IDE, quais serão seus usuários e quais papéis eles assumirão ao utilizar uma IDE, como as políticas afetarão o desenvolvimento da IDE, etc.

A unificação dos atores e políticas propostas neste trabalho permite que a extensão proposta por Béjar et al. (2012) para o modelo da ICA possa ser utilizada por outros projetistas sem que existam diferenças terminológicas e semânticas, auxiliando a comunicação entre estes projetistas.

O modelo da ICA adaptado se mostrou adequado para descrever a IDE-Cemig. As diferenças encontradas entre o modelo e a especificação se devem às características específicas da IDE-Cemig.

Durante a especificação dos atores da perspectiva Empresarial da IDE-Cemig, percebe-se a concentração de cargos que a comunidade TI apresenta, possuindo responsabilidades de fornecer os dados para a IDE-Cemig, dar manutenção em sistemas menores, negociar novos dados geoespaciais e criar novas políticas. Muitas dessas responsabilidades fogem do escopo do que a TI deveria assumir na IDE-Cemig. Idealmente, responsabilidades administrativas e a responsabilidade de negociar por dados geoespaciais deveriam ser atribuídos a outras comunidades.

Em relação às políticas, ainda não foram definidas políticas relacionadas ao tipo Governança. Além disso, outros tipos de políticas possuem um número baixo de políticas especificadas (geralmente uma única política foi especificada para cada tipo).

A perspectiva Informação da IDE-Cemig possui todos os componentes especificados pelo modelo da ICA adaptado, não havendo a necessidade de alterar o comportamento ou a semântica dos mesmos. A especificação da perspectiva Computação da IDE-Cemig, no entanto, possui diferenças nos componentes especificados pela ICA. Os componentes

Processamento IDE e Gerenciamento IDE não foram identificados, no primeiro momento, na IDE-Cemig, sendo aconselhável sua futura implementação, garantindo que a IDE-Cemig forneça novas funcionalidades aos seus usuários e permitindo um maior controle das trocas de mensagens entre os componentes. Além disso, o comportamento do componente Retrato IDE foi alterado, não necessitando das interfaces fornecidas do componente Registro IDE.

As diferenças encontradas entre a especificação da IDE-Cemig com o modelo da ICA adaptado se deve às peculiaridades da IDE-Cemig, cujo objetivo principal é auxiliar o compartilhamento de dados geoespaciais dentro da Cemig. Uma das principais características do conceito de IDE, melhorar a utilização de dados geoespaciais, ainda não está sendo considerada com a devida importância na IDE-Cemig, justificando a falta de serviços de processamento de dados geoespaciais e a falta de políticas de governança.

Apesar da utilização do modelo da ICA na especificação da IDE-Cemig não ser capaz de validar o modelo para todas as IDEs corporativas, este trabalho apresentou que é possível utilizá-lo para descrever IDEs corporativas. Além disso, este trabalho pode auxiliar outros projetistas que queiram utilizar o modelo da ICA para especificar novas IDEs, independentemente do nível que as IDEs possam ser, pois, apesar do modelo da ICA adaptado descrever IDEs de todos os níveis e assim garantir que os conceitos básicos da literatura sejam contemplados na fase de especificação, não há uma descrição de como o modelo deve ser utilizado. Por exemplo, qual o número de detalhes exigidos para descrever os componentes da perspectiva Empresarial, o que poderia ser considerado como uma especificação de produto na perspectiva Informação, ou como devem ser comparadas as interfaces dos componentes especificados na perspectiva Computação com as interfaces dos componentes da IDE.

Como trabalhos futuros, pretende-se especificar as perspectivas Engenharia e Tecnologia da IDE-Cemig, sendo que ambas perspectivas ainda não foram abordadas pelo modelo da ICA. Segundo Hjelmager et al. (2008), Cooper et al. (2011) e Cooper et al. (2013), ambas perspectivas não foram abordadas por serem muito dependentes de tecnologias e implementações. Entretanto, a descrição de ambas para uma determinada tecnologia permitirá que projetistas a utilizem como guias para especificar IDEs que utilizem essa tecnologia. O modelo da ICA, adaptado ou não, ainda não foi validado para IDEs de nível local e regional.

BIBLIOGRAFIA

- BÉJAR, R.; LATRE, M. Á.; NOGUERAS-ISO, J.; MURO-MEDRANO, P. R.; ZARAZAGA-SORIA, F. J. An RM-ODP Enterprise View for Spatial Data Infrastructure. **Computer Standards & Interfaces**, v. 34, n. 2, p. 263-272, 2012.
- BORGES, K. A. V., DAVIS JR., C. A., LAENDER, A. H. F. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: Casanova, M. A., Câmara, G., Davis Jr., C. A., Vinhas, L., Queiroz, G. R. (Eds.) **Bancos de Dados Geográficos. Curitiba, EspaçoGeo**, p. 93-146, 2005.
- CÂMARA, G. Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos. Tese de Doutorado, INPE. **São José dos Campos**. 1995.
- CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB). Disponível em: http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/perfil_mgb_final_v1_homologado.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2015. 2009.
- COOPER, A. K.; MOELLERING, H.; HJELMAGER, J.; RAPANT, P.; DELGADO, T.; LAURENT, D.; COETZEE, S.; DANKO, D. M.; DÜREN, U.; IWANIAK, A.; BRODEUR, J.; ABAD, P.; HUET, M.; RAJABIFARD, A. A Spatial Data Infrastructure Model from the Computational Viewpoint. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 27, n. 6, p. 1133-1151, 2013.
- COOPER, A. K.; RAPANT, P.; HJELMAGER, J.; LAURENT, D.; IWANIAK, A.; COETZEE, S.; MOELLERING, H.; DÜREN, U. Extending the Formal Model of a Spatial Data Infrastructure to Include Volunteered Geographical Information. 25th International Cartographic Conference (ICC). Paris, jul. 2011.
- CROMPVOET, J. Spatial Data Infrastructure and Public Sector. Disponível em: http://www.spatialist.be/eng/act/pdf/20111107_sdi_intro.pdf. Acesso em: 21 de fev. 2013. 2011.
- FAROOQUI, K.; LOGRIPPO, L.; DE MEER, J. The ISO Reference Model for Open Distributed Processing: an introduction. **Computer Networks and ISDN Systems**, v. 27, n. 8, p. 1215-1229, 1995.
- GEOCONNECTIONS. Canadian Geospatial Data Infrastructure. Disponível em: <http://geoscan.ess.nrcan.gc.ca/cgi-bin/starfinder/0?path=geoscan.fl&id=fastlink&pass=&format=FLFULL&search=R=288844>. Acesso em: 20 de maio de 2014.
- GOODCHILD, M., F. Geographic data modeling. **Computers & Geosciences**, v. 18, n. 4, p. 401-408, 1992.
- GOODCHILD, M., F. Geographic information system. In: Encyclopedia of Database Systems. Springer US, p. 1231-1236, 2009.
- HARVEY, F.; IWANIAK, A.; COETZEE, S.; COOPER, A. K. **SDI past, present and future: a review and status assessment**. Spatially Enabling Government, Industry and Citizens, 2012.
- HJELMAGER, J.; MOELLERING, H.; COOPER, A.; DELGADO, T.; RAJABIFARD, A.; RAPANT, P.; DANKO, D.; HUET, M.; LAURENT, D.; AALDERS, H.; IWANIAK, A.; ABAD, P.; DÜREN, U.; MARTYNENKO, A. An Initial Formal model for Spatial Data Infrastructure. **International Journal of Geographic Information Science**, v. 22, n. 11-12, p. 1295-1309, 2008.
- HILL, LINDA L. Core elements of digital gazetteers: placenames, categories, and footprints. In: **Research and advanced technology for digital libraries**, Springer Berlin Heidelberg, p. 280-290, 2000.

- ISO/IEC 10746-1. Information technology - Open Distributed Processing - Reference model: Overview. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 1998.
- ISO/IEC 10746-2:2009. Information technology - Open distributed processing - Reference model: Foundations. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 2009.
- ISO/IEC 10746-3:2009. Information technology - Open distributed processing - Reference model: Architecture. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 2009.
- ISO/IEC 10746-4:1998. Information technology - Open Distributed Processing - Reference Model: Architectural semantics. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 1998.
- ISO/IEC 19115:2003. Geographic information — Metadata. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 2003.
- ISO/IEC 19115:2014. Geographic information — Metadata — Part 1: Fundamentals. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 2014.
- ISO/IEC 19793:2008. Information technology — Open distributed processing — Use of UML for ODP system specifications. Montréal, Québec, Canada: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission, 2008.
- LEÃO, RUTH. GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, 2009. Disponível em: <http://www.clubedaeletronica.com.br/Eletricidade/PDF/Livro%20GTD.pdf>. Acesso em: 08 de maio de 2015.
- LININGTON, P. F.; MILOSEVIC, Z.; TANAKA, A.; VALLECILO, A. Building Enterprise Systems with ODP: An Introduction to Open Distributed Processing. CRC Press, 2011.
- KOTTMAN, C. The OpenGIS abstract specification. Topic13: Catalog Services. **OpenGIS Project Document**, 99-113, OpenGIS Consortium Inc, 1999.
- NEBERT, D. D. Technical Working Group Chair GSDI. Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook. V.2. **GSDI – Global Spatial Data Infrastructure**. Disponível em: <http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf>. Acesso em: 27 de fevereiro 2014. 2004.
- NOGUERAS-ISO, J.; ZARAZAGA-SORIA, F. J. E MURO-MEDRANO, P. R. Geographic information metadata for spatial data infrastructures. **Resources, interoperability and information retrieval**. Springer Verlag, 2005.
- NETWORK SERVICES DRAFTING TEAM. INSPIRE Network Services Architecture. Disponível em: http://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/D3_5_INSPIRE_NS_Architecture_v3-0.pdf. Acesso em: 09 de jul. 2014.
- OGC – Open Geospatial Consortium. OpenGIS Catalogue Services Specification. Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20555. Acesso em: 24 de abr. de 2015. 2007a.
- OGC – Open Geospatial Consortium. Gazetteer Service Profile of the Web Feature Service Implementation Specification. Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7175. Acesso em 24 de abr. de 2015. 2002.
- OGC – Open Geospatial Consortium. OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard. Disponível em:

- http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20509. Acesso em: 18 de maio de 2015. 2007b.
- OGC – Open Geospatial Consortium. Open GIS Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification. Disponível em: <https://portal.opengeospatial.org/files/07-067r2>. Acesso em: 24 de abr. de 2015. 2007c.
- OGC – Open Geospatial Consortium. OpenGIS Web Map Server Implementation Specification. Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14416. Acesso em: 24 de abr. De 2015. 2006.
- OGC – Open Geospatial Consortium. Web Feature Implementation Specification. Disponível em: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8339. Acesso em: 24 de abr. de 2015. 2005.
- OLIVEIRA, I. L., LISBOA-FILHO, J. A Spatial Data Infrastructure Review – Sorting the Arctors and Policies from Enterprise Viewpoint. In: 17th International Conference on Enterprise Information Systems, 2015, Barcelona. **Proceedings of the 17th International Conference on Enterprise Information Systems**, v. 17, p. 287-294, 2015.
- OWUSU-BANAHENE, W.; MENSAH, F.; COETZEE, S.; COOPER, A. K.; RAUTENBACH, V.; SINVULA, K. M.; NANGOLO, E.; HIPONDOKA, M. A description of spatial data infrastructure stakeholders in Ghana using the ICA model. In: Spatial enablement in support of economic development and poverty reduction. GSDI Association Press: Massachusetts, Estados Unidos, 2013.
- RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I. P. Spatial Data Infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. **Proceedings of GEOMATICS'80 Conference**, p. 10, 2001.
- RAYMOND, K. Reference Model for Open Distributed Processing (RM-ODP): Introduction. Open Distributed Processing, p. 3-14, 1995.
- SINVULA, K.M.; COETZEE, S.; COOPER, A. K.; HIPONDOKA, M. Exploring the potential suitability of an SDI model in context of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) of Namibia. GISSA Ukubuzana 2012 Conference, Ekurhuleni, Africa do Sul, 2012.
- SINVULA, K. M.; COETZEE, S.; COOPER, A. K.; NANGOLO, E.; OWUSU-BANAHENE, W.; RAUTENBACH, V.; HIPONDOKA, M. A Contextual ICA Stakeholder Model Approach for the Namibian Spatial Data Infrastructure (NamSDI). In: **Cartography from Pole to Pole**, Springer Berlin Heidelberg, p. 381-394, 2014.
- TAIT, MICHAEL G. Implementing geoportals: applications of distributed GIS. **Computers, Environment and Urban Systems**, Elsevier, v. 29, n. 1, p. 33-47, 2005.

APÊNDICE A

Este apêndice apresenta as políticas a serem implementadas na IDE-Cemig. As políticas foram organizadas de acordo com a unificação proposta na subseção 3.1.

1 REGRAS DE NEGÓCIO

As políticas consideradas como Regras de Negócio irão definir ou restringir um determinado aspecto no modo que a IDE deverá cumprir sua função. As políticas descritas a seguir definem o comportamento da IDE, mas não se encaixam em nenhuma das especializações:

- Os Produtores dos dados geoespaciais são responsáveis pela criação dos metadados dos mesmos;
- Os metadados devem ser armazenados junto com os dados que eles descrevem;
- Os metadados deverão ser exportados nos seguintes formatos:
 - XML;
 - HTML;
 - Texto.
- Oferecer os seguintes serviços: *Coordinate Transformation Service (CTS)*, *Gazettters*, *Geospatial Analysis Services* e *Chain Services*;
- Os serviços de Catálogos precisam usar uma das seguintes abordagens:
 - Consórcio
 - Corporativa
- Padronização dos termos a serem utilizados em atividades relacionadas com a IDE;

1.1 Governança

Segundo Béjar et al. (2012), as políticas de Governança determinam como serão os processos de criação de políticas e tomada de decisões na IDE.

1.2 Afiliação

As políticas de Afiliação definem o comportamento que os usuários da IDE terão ao se relacionar com outros usuários.

- O usuário responsável por garantir a qualidade dos metadados precisa ter uma boa comunicação com os Produtores;

1.3 Qualidade

Determina como será o a garantia e o processo de qualidade dos dados, serviços, metadados e processos da IDE.

- Os serviços disponibilizados pela IDE deverão ser validados pelo *Service Status Check* (<http://registry.fgdc.gov/statuschecker/index.php>);

1.4 Acesso

As políticas de Acesso determinam o uso e acesso aos dados e serviços da IDE.

- Dados gratuitos podem ser acessados sem a necessidade de identificação por parte do usuário. Dados sigilosos e restritos podem ser acessados via autenticação login/senha. Dados podem ser comprados via sistema *e-commerce* ou em contato com um Negociador da IDE;

1.5 Atribuição de Papéis

As políticas de Atribuição de Papéis irão definir as responsabilidades e os papéis dos usuários dentro da IDE. No caso da IDE-CEMIG, os possíveis papéis que um usuário pode assumir estão descritos na subseção 3.1.

- Um usuário da IDE deverá avaliar os metadados para garantir sua qualidade;

1.6 Financiamento

Determina como será o financiamento das atividades relacionadas com a IDE.

- A IDE, com um fundo específico, fornece um capital inicial para projetos relacionados com a IDE e para novos membros;

2 PROMOÇÃO

As políticas de Promoção determinam o funcionamento das atividades relacionadas a promoção da IDE para novos usuários e público externo, e como será a difusão das novidades entre os atores da IDE.

- Utilizar *newsletter*, páginas web e publicações para manter os usuários da IDE informados;

3 PADRÕES

As políticas Padrões determinam quais serão os padrões a serem adotados na IDE. Ou seja, determina as práticas e conceitos que os atores serão obrigados a utilizar em atividades relacionadas a IDE.

- O transporte dos dados geoespaciais será em formato XML utilizando o *schema* GML (*Geographic Markup Language*);
- Os serviços oferecidos pela IDE devem ser compatíveis com os padrões OGC (WFS, WCS, SFA);

- Os serviços e aplicativos de buscas de dados deverão usar o padrão ISO 23950 ou o OGC *Catalogue Services Specification*. Estes serviços são responsáveis pela pesquisa e recuperação dos dados com base nos critérios fornecidos pelo usuário;
- Utilização do perfil MGB para a documentação de metadados geoespaciais produzidos em território nacional;
- Os dados geoespaciais produzidos para a IDE-CEMIG utilizarão o sistema de projeção policônica e o *datum* SIRGAS2000.

3.1 Fundamento

Determinam os dados e serviços básicos que a IDE deve possuir. Os dados e serviços básicos podem ser considerados como o núcleo da IDE e eles são o mínimo exigido para a IDE alcançar seus objetivos.

- Os produtos da IDE podem ser considerados como públicos, restritos, sigilosos, etc. Produtos públicos podem ser acessados por qualquer usuário. Produtos sigilosos só podem ser acessados por funcionários da empresa. Produtos restritos podem ser acessados por usuários que atendam aos requisitos estabelecidos pela empresa;
- Escalas padronizadas para determinados tipos de mapas. Exemplos dados pelo GSDI:
 - Mapas cadastrais (1:100 até 1:5000);
 - Mapas topográficos com escala grande para planejamento e desenvolvimento urbano (1:500 até 1:10000);
 - Mapas nacionais “básicos” (1:20000 até 1:100000);
 - Mapas com escala pequenas (1:100000 e menores).
- A IDE-Cemig será composta pelos seguintes temas e camadas:
 - Malha Distribuição
 - Malha_Regional_Distribuicao;
 - Malha_Regional_Sede;
 - Unidades_Negocio;
 - Unidades_Negocio_Sedes;
 - Regionais_Transmissao;
 - Local_Cemig_Concessao;
 - Areas_Concessao_Distribuicao.
 - Geração
 - Usinas_Hidreletricas;
 - Usinas_Eolicas;

- Usinas_Solares;
 - Pequenas_Centraís_Hidreletricas;
 - Centrais_Geradoras_Hidreletricas;
 - Subestacoes_Geracao;
 - Estruturas_LT;
 - Vao_LT;
 - Linhas_Transmissao.
- Transmissao
 - Subestacoes_Transmissao;
 - Estrutura_LT_230-500;
 - Vao_LT_230-500;
 - Linhas_Transmissao_230-500.
- Distribuição
 - Subestacoes_Distribuicao;
 - Postes;
 - Transformadores;
 - Estrutura_LT_34-161;
 - Vaos;
 - Vao_LT_34-161;
 - Linhas_Transmissao_34-161.
- Imagens Georreferenciadas
 - LandSat_Alta_Resolucao;
 - LandSat_Media_Resolucao.
- Recursos Hídricos
 - Bacias_Hidrograficas_MG;
 - Hidrografia;
 - Reservatorios.
- Infraestrutura
 - Aeroportos_MG;
 - Helipontos_MG;
 - Ferrovias_MG;
 - Rodovias_MG.

- Dados Ambientais
 - Arvores;
 - Descargas_Atmosfericas;
 - Vegetacao;
 - Ventos;
 - Erosao;
 - Areas_Protecao_Ambiental;
 - Queimadas.
- Organização Político-Administrativa
 - Capitais_Brasil;
 - Estados_Brasil;
 - Municipios_Limite;
 - Municipios_Sede.

4 EDUCAÇÃO

As políticas de Educação definem a frequência e modo no qual os atores da IDE receberão capacitação.

- *Workshops* para explicar origem, propósito e estratégia para a implementação da IDE.

4.1 Melhores Práticas

Diferentemente das práticas impostas pelas políticas Padrão, as políticas consideradas como Melhores Práticas definem processos, equipamentos e softwares cujo uso é recomendado e incentivado, mas não são obrigatórios.

- Utilizar software que são compatíveis com os padrões OGC;
- Os serviços de catálogo precisam possuir os seguintes itens:
 - Suporte de um protocolo padrão para a pesquisa e recuperação de informações em servidores acessíveis pela web;
 - Ligação com um sistema de gerenciamento de metadados indexados que permita consultas multi-campos em tipos de dados textuais, numéricos e estendidos, com suporte a construtores E e OU e o resultado da consulta precisa ser retornado em um formato estruturado;
 - Capacidade de traduzir atributos e campos públicos em nomes e estruturas utilizados pelo sistema de gerenciamento de metadados utilizando um vocabulário nacional ou internacional (MGB quando possível);

- Capacidade de adicionar, atualizar e deletar metadados no sistema de gerenciamento de metadados.
- Utilizar um fórum para debater questões relevantes da IDE;

5 RESTRIÇÕES

As políticas de Restrições delimitam o escopo ou determinam alguma particularidade dos componentes da IDE.

5.1 Restrições Legais

Políticas que restringem a IDE baseado em alguma lei imposta pelo governo.

- Adoção do Decreto de Lei Nº 6.666 – Uso do perfil MGB para a documentação de metadados geoespaciais produzidos em território nacional;

5.2 Acordos Empresariais

Políticas que restringem a IDE com base em acordos comerciais entre a IDE e outras empresas

APÊNDICE B

Este apêndice apresenta uma versão resumida do modelo formal da ICA para IDEs adaptado, com o intuito de facilitar a consulta do mesmo. Assim como no modelo da ICA especificado em (HJELMAGER et al., 2008) (COOPER et al., 2011) e (COOPER et al., 2013), o modelo formal da ICA para IDEs adaptado detalha as perspectivas Empresarial, Informação e Computação de uma IDE.

Perspectiva Empresarial

A perspectiva Empresarial, segundo Linington et al. (2011), deve responder qual o propósito do sistema, quais são suas regras de negócio e quais são os atores que irão interagir com o sistema.

A especificação da perspectiva Empresarial de uma IDE consiste na especificação das partes que irão compor uma IDE, as políticas que irão reger o funcionamento da mesma e os atores que irão interagir com a IDE.

A Figura B1 apresenta um diagrama de classes que representam as diferentes partes que compõem uma IDE e os quais devem ser especificados pelo projetista. No diagrama, a classe IDE é o componente central, possuindo um escopo e um plano de implementação. Uma IDE é composta pelas partes: Produto; Políticas; Metadado; Ferramentas Processamento; Conectividade; e Tecnologia.

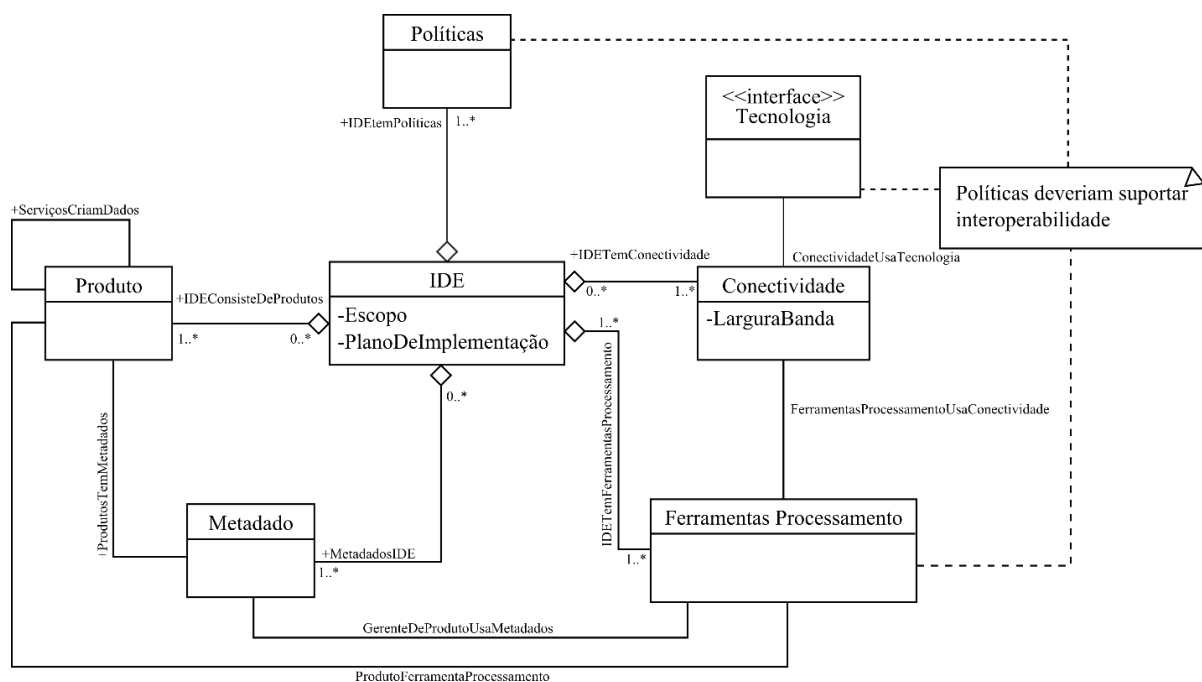


Figura B1 – Partes que compõe uma IDE

Fonte: Hjelmager et al. (2008)

A parte *Produto* representa os dados e serviços geoespaciais oferecidos pela IDE. A parte *Metadado* descreve o padrão de metadados a serem utilizados para descrever os produtos e ferramentas de processamento da IDE. Ferramenta de Processamento são sistemas externos que utilizam ou são utilizados pela IDE, os quais se conectam a ela através da parte *Conectividade*. Para que a conectividade ocorra, é necessário a utilização de alguma *Tecnologia*. Por fim, uma IDE é composta por *Política* que regem o funcionamento da mesma. Em relação as políticas, as mesmas foram especializadas em diversas outras, as quais estão descritas na Tabela B1.

Tabela B1 – Políticas que regem o funcionamento da IDE

Fonte: Oliveira e Lisboa-Filho (2015)

Políticas		Descrição
Regras de Negócio	Governança	Determina o processo de tomada de decisões
		Regula o processo de criação de política
	Afiliação	Determina os relacionamentos entre os membros da IDE
	Qualidade	Define os níveis de qualidades estabelecidos na IDE
	Acesso	Determina como e quem pode acessar os produtos da IDE
	Atribuição de Papéis	Define quais serão as responsabilidades (papéis de atores) dos usuários da IDE
	Financiamento	Define como serão repassados os recursos para o desenvolvimento e manutenção da ID
Promoção	-	Como será realizado a publicidade da IDE
Padrões	-	Define os padrões adotados pela IDE
	Fundação	Define os principais produtos da IDE
Educação	-	Determina os treinamentos que os usuários da IDE poderão realizar
	Melhores Práticas	Práticas que deverão ser adotadas pelos usuários participantes da IDE
Restrições	Restrições Legais	Restrições impostas por leis da confederação onde a IDE está situada
	Acordos Empresariais	Restrições existentes devido a contrato entre empresas

Além das partes que compõe a IDE, deve ser descrito na perspectiva Empresarial os possíveis usuários que irão interagir com a mesma e quais os papéis e responsabilidades eles deverão assumir. Em relação aos papéis, foram definidos seis principais papéis que uma IDE deve possuir, os quais estão exemplificados na Figura B2: Usuário; Produtor; Corpo Operacional; Fornecedor; Diretoria; Revendedor de Valor Agregado (RVA); e *Broker*.

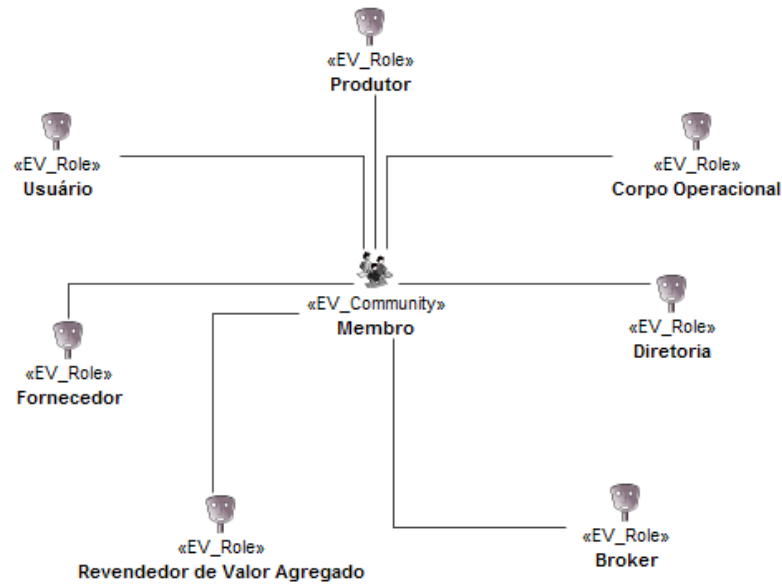


Figura B2 – Principais atores da IDE
 Fonte: Oliveira e Lisboa-Filho (2015)

Todos os seis atores foram especializados para representar de maneira mais adequada todas as responsabilidades assumidas por eles. O Usuário consumirá os dados e serviços oferecidos pela IDE para alcançar seus objetivos, sendo especializado em Usuário Avançado e Usuário Ingênuo, como mostra a Figura B3. O Usuário Avançado possui grande conhecimento sobre a utilização de dados geoespaciais e pode contribuir com críticas e sugestões, enquanto o Usuário Ingênuo possui pouco conhecimento sobre dados geoespaciais.

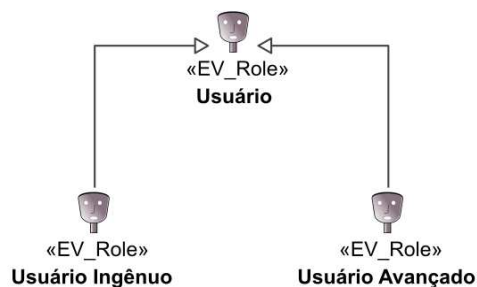


Figura B3 – Especializações do papel de ator Usuário
 Fonte: Adaptado de Cooper et al. (2011)

O Produtor é o papel de ator responsável pela produção de dados e serviços geoespaciais de uma IDE, sendo especializados (Figura B4) em quatro grupos: Status; Papel; Motivação; e Habilidade. O grupo Status indica a importância do produtor para a IDE. O grupo Papel é referente aos produtores que produzem dados geoespaciais, indicando como eles obtêm esses dados. O grupo Motivação indica a motivação do produtor para produzir dados e serviços e por fim, o grupo Habilidade define o nível de habilidade do produtor, indo do Principiante até a Autoridade Especialista.

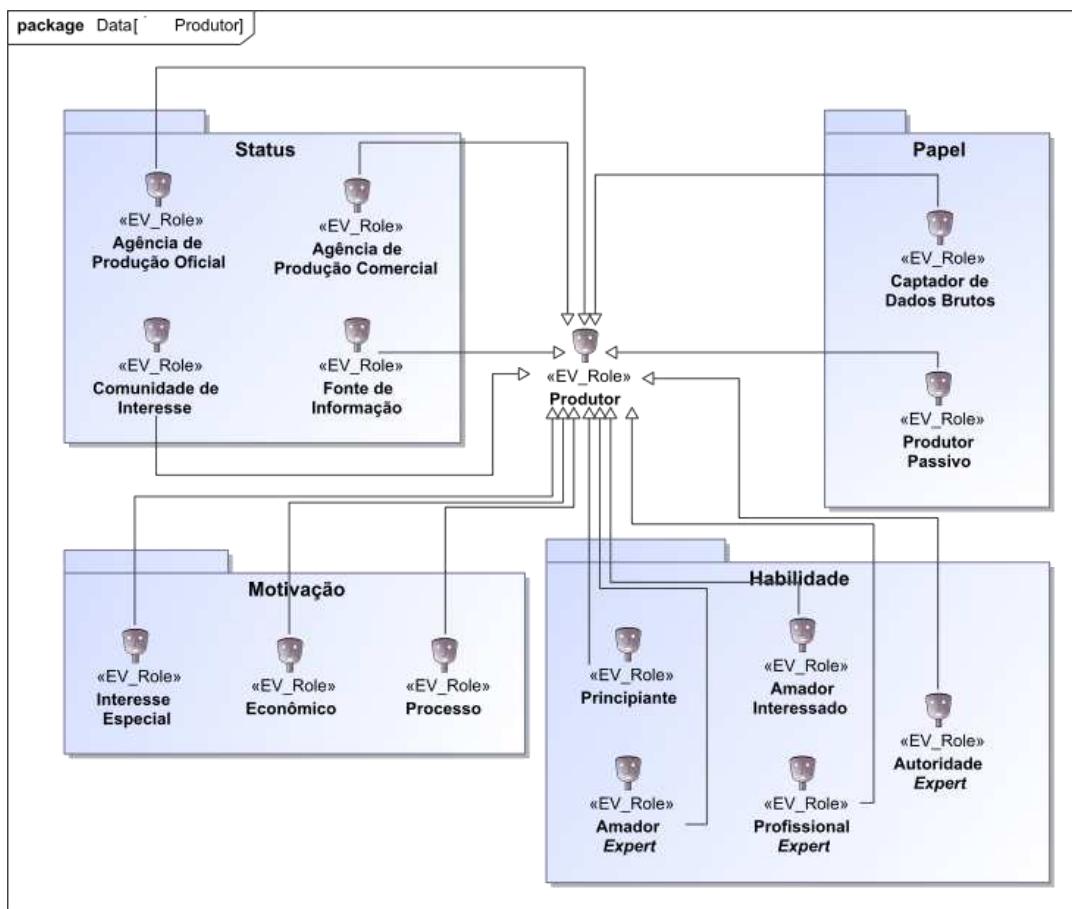


Figura B4 – Especializações do papel de ator Produtor

O Corpo Operacional é responsável por questões técnicas da IDE, possuindo o maior número de responsabilidades. Devido ao grande número de responsabilidades, a Figura B5 destaca algumas das responsabilidades, priorizando as destacadas por Béjar et al. (2012) e Nebert (2004). Dentre as especializações, destaca-se as Gerente de *Gateway* e o Notificador de Notas de Revisão. O Gerente de *Gateway* é responsável por criar e hospedar mecanismos de buscas que permitam que os dados e serviços da IDE sejam encontrados, enquanto o Notificador de Notas de Revisão é responsável por notificar os produtos sobre revisões e correções nos dados e serviços geoespaciais da IDE.

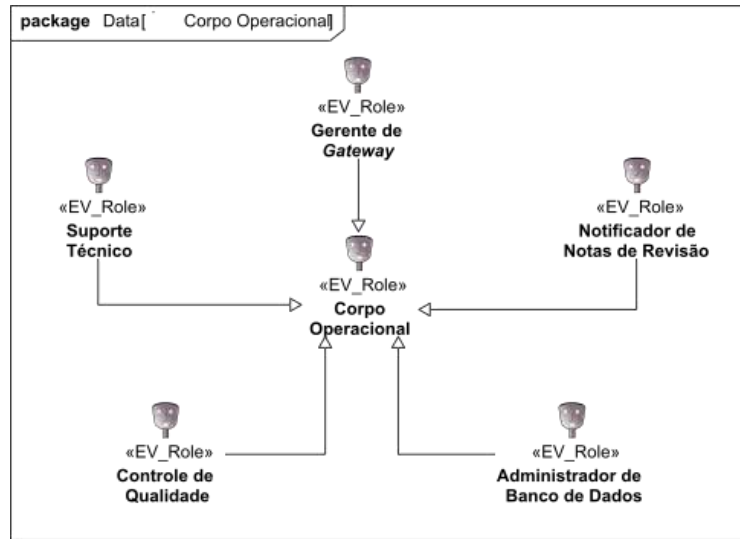


Figura B5 – Especializações do papel de ator Corpo Operacional

O *Fornecedor*, apresentado na Figura B6, é responsável por distribuir os dados e serviços geospaciais produzidos pelo *Produtor* na IDE. As especializações do *Fornecedor* mostradas na Figura 6 foram agrupadas em dois grupos, os quais diferem dependendo do produto a ser disponibilizado na IDE: *Fornecedor de Dados* e *Fornecedor de Serviços*. Destaca-se que as especializações *Árbitro de Dados/Serviços* irá selecionar os dados e serviços geospaciais a serem disponibilizados na IDE de acordo com seu critério de seleção.

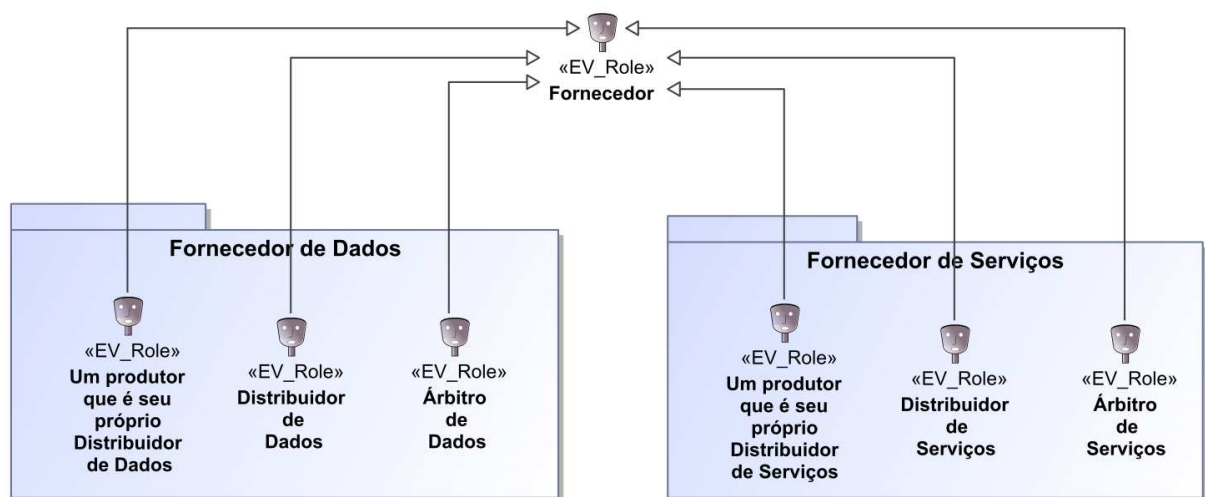


Figura B6 – Especializações do ator Fornecedor
Fonte: Adaptado de Cooper et al. (2011)

A papel de ator *Diretoria*, detalhado na Figura B7, é responsável pela parte administrativa (*Legislador*) e financeira da IDE (*Secretariado*), sendo responsável pelas criação e manutenção das políticas que irão reger o funcionamento da IDE (*Criador*

de Políticas), definição dos treinamentos dos membros que irão interagir com a IDE (Educador) e sua promoção para conseguir novos usuários e fornecedores (Promotor).

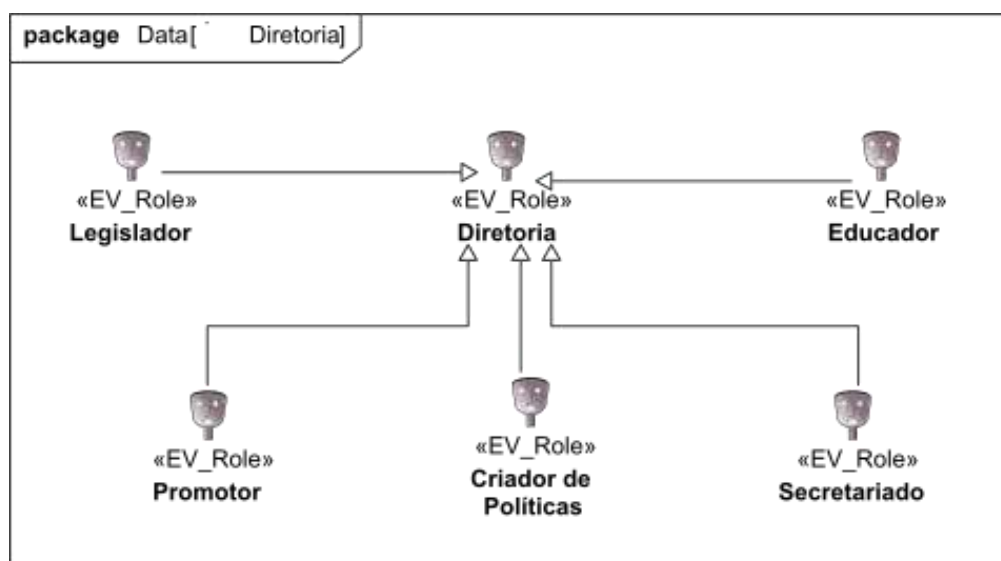


Figura B7 – Especializações do papel de ator Diretoria

O RVA (Figura B8) adiciona novas funcionalidades aos produtos existentes da IDE e os disponibiliza como novos produtos, podendo ser especializado em Publicador, o qual “pega dados de várias fontes e as integra e os edita para produzir novos produtos, como atlas ou serviços baseados em localização” (COOPER et al., 2011), e Agregador/Integrador, o qual integra e diversos dados e serviços em um único produto.

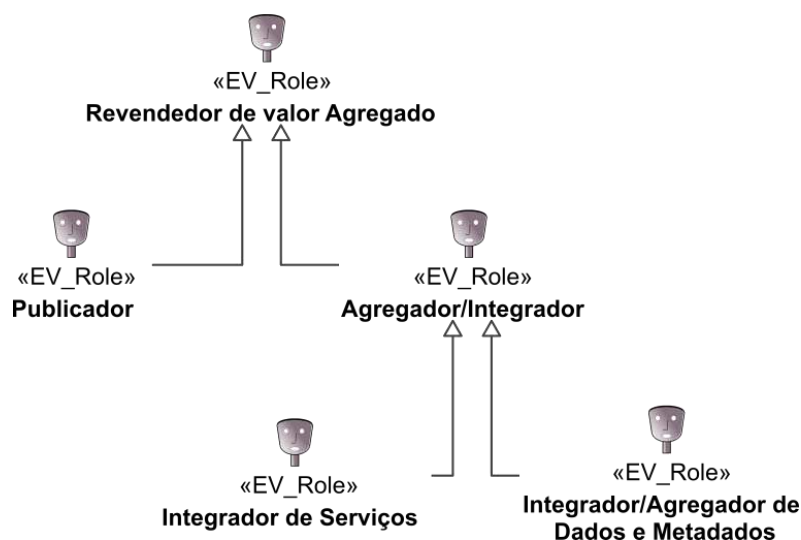


Figura B8 – Especializações do papel de ator Revendedor de Valor Agregado
Fonte: Adaptado de Cooper et al. (2011)

Por fim, o papel de ator *Broker* apresentado na Figura B9 é responsável por auxiliar nas negociações entre o Usuário e o Fornecedor. A especialização *Facilitador de Crowd-sourcing* age como um intermediário entre uma tarefa que precisa ser concluída e

a mão-de-obra qualificada que resolva essa tarefa. O *Descobridor* é responsável por descobrir novos usuários e fornecedores para a IDE. O *Coletor* coleta os metadados de dados e serviços de diversas fontes e os integra, enquanto que o *Catalogador* constrói e mantém catálogos utilizando os metadados. Por fim, o *Negociador* ajuda um usuário a encontrar um fornecedor que tenha o produto que lhe interessa e ajuda nas negociações entre os dois.

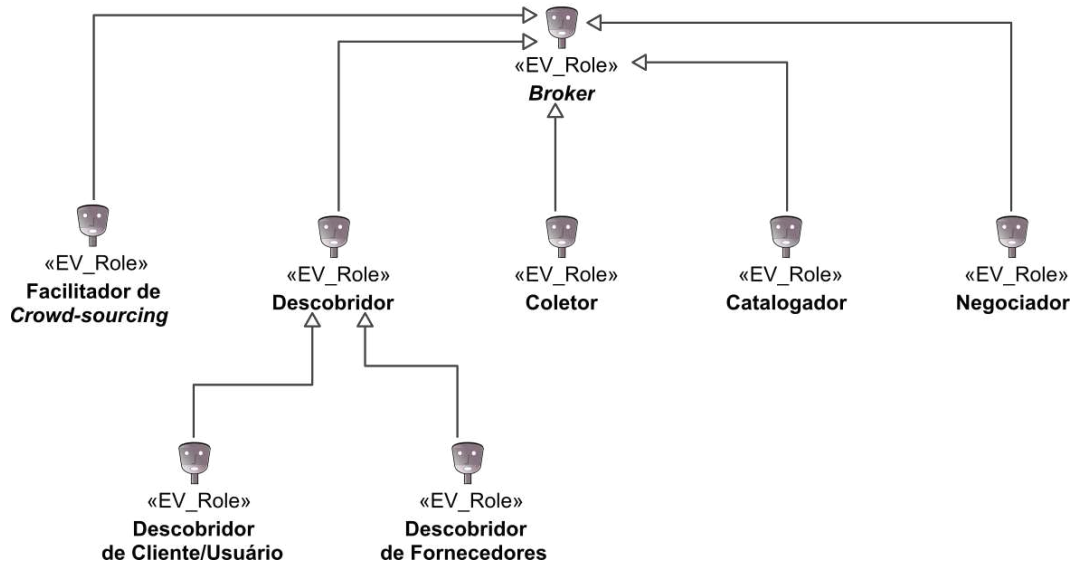


Figura B9 – Especializações do papel de ator *Broker*
 Fonte: Adaptado de Cooper et al. (2011)

Perspectiva Informação

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Informação é responsável por descrever as informações que serão manipuladas pelo sistema, sem se preocupar em qual tecnologia será utilizada para armazenar e manipular a informação.

São utilizados três esquemas para organizar a informação segundo o seu comportamento. O esquema dinâmico descreve as mudanças que ocorrem na informação durante a utilização do sistema. O esquema invariante descreve os relacionamentos entre os dados e as restrições sobre esses dados e relacionamentos. Por fim, o esquema estático descreve o estado dos dados do sistema em um determinado momento do tempo (LININGTON et al., 2011).

No caso de IDEs, será especificado somente o esquema invariante, o qual será a modelagem conceitual da base de dados. Os demais esquemas não serão utilizados devido a natureza dos dados geoespaciais. Dados geoespaciais sofrem poucas alterações durante a utilização do sistema e sua representação através de dados alfanuméricos dificulta a visualização do que o dado geoespacial representa, justificando, respectivamente, a não especificação dos esquemas dinâmico e estático.

Além disso, o projetista deverá especificar como as diferentes partes da IDE se relacionamento com os produtos (dados e serviços geoespaciais) da mesma. Hjelmager et al. (2008) apresentam na Figura B10 o relacionamento entre os produtos da IDE com seus demais componentes através do diagrama de classes da UML.

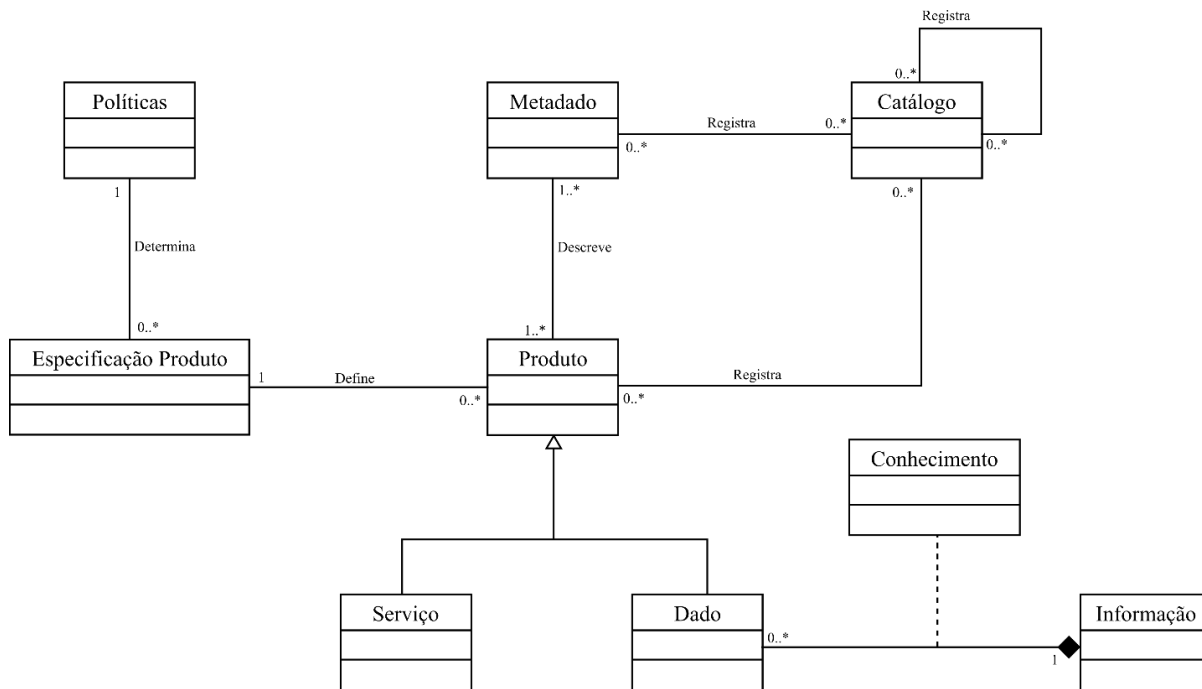


Figura B10 – Diagrama de classes para a perspectiva Informação
 Fonte: Hjelmager et al. (2008)

A classe *Produto*, por ser o objeto de maior interesse na perspectiva Informação, é o centro do diagrama. A classe *Política* representa as políticas definidas na perspectiva Empresarial, as quais irão restringir e direcionar as especificações dos produtos, estes representados pela *Especificação Produto*. Os produtos são descritos pelos metadados (classe *Metadado*) e ambos são registrados em catálogos (classe *Catálogo*), os quais podem conter outros catálogos, permitindo a criação de uma hierarquia. Os produtos podem ser classificados em dois tipos: serviços e dados (sejam eles geoespaciais ou não). Os dados são utilizados, com auxílio de um conhecimento prévio, como fonte de informações, as quais podem vir a gerar novos conhecimentos.

Além do diagrama de classes, Hjelmager et al. (2008) dividiu as classes *Políticas*, *Especificação Produto*, *Produto* e *Metadados* em atividades, relacionando-as com os atores definidos anteriormente. Essa relação é mostrada na Tabela B2, onde cada ator pode assumir dois papéis, dependendo da atividade a ser executada: eles podem ser ativos, quando eles executam ou iniciam uma atividade; ou passivos, quando eles utilizam essa atividade. Tal

divisão auxilia o projetista a verificar se os atores da IDE estão cumprindo funções que fogem do escopo de suas responsabilidades.

Tabela B2 – Relação entre os atores e suas possíveis atividades em uma IDE
Fonte: Hjelmager et al. (2008)

Classes UML	Atividades	Stakeholders (Atores)					
		Criador de Políticas	Produtor	Fornecedor	Broker	RVA	Usuário
Políticas	Cria políticas	A	P	P	P	P	P
	Aplica políticas	A	A	A	A	A	P
	Cria planos de negócio	-	A	A	A	A	-
	Utiliza planos de negócio	-	A	A	A	A	-
Especificação do produto	Consulta usuários	A	A	A	-	A	P
	Estipula requisitos	P	A	P	P	A	A
	Traduz em especificações do produto	-	A	A	A	A	P
	Obtém e implementa especificações do produto	-	A	A	A	A	P
Produto	Captura/cria dados (da fonte)	-	A	-	-	A	-
	Produz o produto	-	A	A	A	A	-
	Assegura qualidade (processo de produção)	-	A	A	A	A	-
	Assegura qualidade (certificação do produto)	-	A	A	A	A	P
	Fornece o produto	-	-	A	A	A	P
	Usa os produtos	-	-	-	-	A	A
	Mantém o produto	-	A	A	A	A	-
Metadado	Produz metadados	-	A	A	A	A	-
	Assegura qualidade dos metadados	-	A	A	A	A	-
	Fornece metadados	-	-	A	A	A	P
	"Colhe" metadados	-	-	P	A	P	-
	Procura através de metadados	-	-	-	A	A	A
	Analisa metadados	-	-	-	A	A	A
	Mantém metadados	-	A	A	A	A	-
Catálogo	Produz o catálogo	-	A	A	A	A	-
	Fornece o catálogo	-	-	A	A	A	P
	Procura por catálogos	-	-	-	A	A	A
	Procura através de catálogos	-	-	-	A	A	A
	Mantém catálogos	-	A	A	A	A	-

A: Ativo-Criador; P: Passivo-Destinatário; -: Não Aplicável

Perspectiva Computação

Segundo Linington et al. (2011), a perspectiva Computação descreve as funcionalidades da aplicação através dos serviços que ela oferece, utilizando o conceito de componentes e conectores (interfaces fornecidas e requeridas), e como esses serviços se relacionam, sem se

preocupar com a localização desses serviços ou qual tecnologia será utilizada para implementá-los.

Para IDEs, deve ser especificado os componentes que irão compô-la e as interações desses componentes entre si. Cooper et al. (2013) identificaram seis objetos computacionais, e suas interfaces, necessários em uma IDE, como mostra a Figura B11: Dados IDE, Retrato IDE, Registro IDE, Processamento IDE, Aplicação IDE e Gerenciamento IDE.

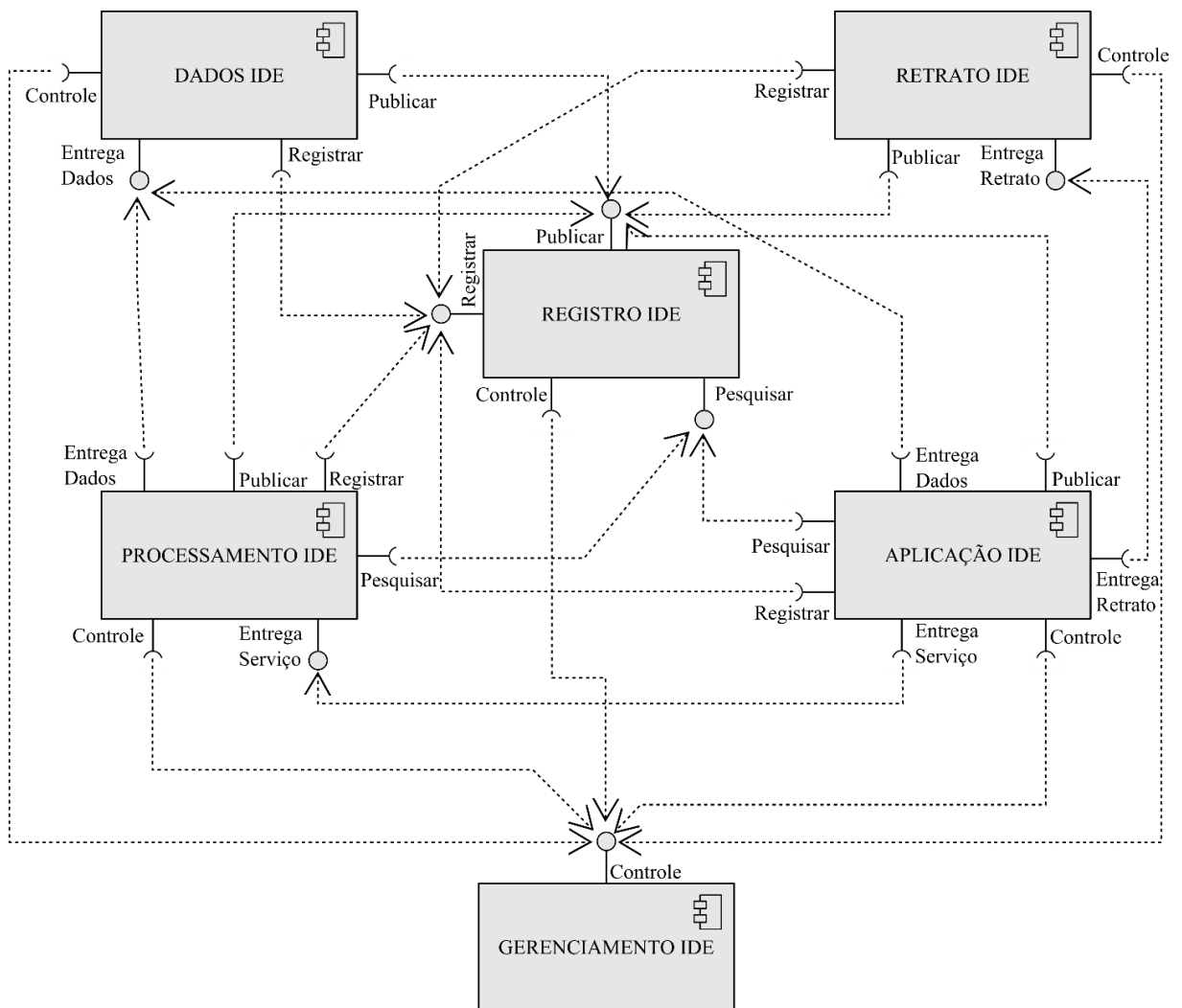


Figura B11 – Diagrama de componentes para os objetos computacionais da IDE
Fonte: Cooper et al. (2013)

Segundo Cooper et al. (2013), o componente Aplicação IDE é o único componente acessado pelo usuário. Este componente não oferece nenhuma funcionalidade e utiliza todas as funcionalidades dos demais componentes. O componente Registro IDE é o componente responsável por registrar e publicar os produtos da IDE, além dos metadados e catálogos, além de permitir a pesquisa dos mesmos. Quando uma pesquisa retorna um resultado do usuário, o

mesmo pode baixar o dado geoespacial desejado através do componente Dados IDE, ou visualizar o dado geoespacial através de uma interface utilizando o componente Retrato IDE.

O componente Dados IDE lida com os conjuntos de dados que foram publicados na IDE, permitindo que os mesmos sejam recuperados pelo usuário. O Retrato IDE, no entanto, permite que os dados geoespaciais publicados sejam visualizados através de uma interface como mapas estáticos. O componente Processamento IDE é responsável por realizar os processamentos de dados geoespaciais da IDE, contendo serviços como: transformação de sistemas de coordenadas geográficas; análise de dados; e processamento de coordenadas. Por fim, o componente Gerenciamento IDE tem a responsabilidade de garantir a integridade das comunicações entre os componentes, verificando permissões de acesso e garantindo a interoperabilidade dos dados durante a comunicação dos componentes.

Resumo do modelo formal de IDEs da ICA adaptado

A especificação de uma IDE através da utilização da do modelo formal da ICA adaptado se dá através da especificação das perspectivas Empresarial, Informação e Computação. Resumidamente, a especificação se dá através:

- Perspectiva Empresarial
 - Especificação das comunidades e definição dos seus papéis;
 - Detalhamento do escopo, plano de trabalho e partes que compõem a IDE.
- Perspectiva Informação
 - Detalhamento dos dados e serviços oferecidos pela IDE;
 - Especificação do modelo conceitual da base de dados.
- Perspectiva Computação
 - Especificação dos componentes, interfaces e interações entre os componentes da IDE.