



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
E DE COMPUTAÇÃO



Uma Arquitetura para Formação de Interredes de Compartilhamento de Ativos Digitais

Carlos Eduardo Silveira Dias

Orientador: Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN (área de concentração: Engenharia de Computação) como parte dos requisitos para obtenção do título Doutor em Engenharia.

Número de Ordem do PPgEEC: D103

Natal, RN, 18 de dezembro de 2013.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Silveira Dias, Carlos Eduardo.

Uma Arquitetura para Formação de Interredes de
Compartilhamento de Ativos Digitais / Carlos Eduardo Silveira
Dias. - 2013.

83 f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica e de Computação. Natal, RN, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho.

1. Interredes de compartilhamento - Tese. 2. Políticas de
acesso - Tese. 3. Contratos digitais - Tese. 4. Negociação -
Tese. 5. Ativos digitais - Tese. I. Souza Filho, Guido Lemos de.
II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 004.7

Uma Arquitetura para Formação de Interredes de Compartilhamento de Ativos Digitais

Carlos Eduardo Silveira Dias

Tese de Doutorado _____ em 18 de dezembro de 2013 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Guido Lemos de Souza Filho (orientador)

Prof. Dr. Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui

Prof. Dr. Luiz Eduardo Cunha Leite

Prof. Dr. Alisson Vasconcelos de Brito

Prof. Dr. Dênio Mariz Timóteo de Sousa

*À minha esposa Milena, o amor da minha vida.
Aos meus pais, Laise e Carlos, que sempre me
ensinaram a importância do estudo na vida de
uma pessoa.*

Agradecimentos

À minha esposa, Milena, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência para realização deste trabalho, sempre oferecendo seu carinho e apoio principalmente nos momentos de maior estresse, cansaço e desânimo.

Aos meus pais, Laise e Carlos, sempre me ensinando a ser uma pessoa de bem e me apoiando em todas as minhas decisões. Muito obrigado por seu amor incondicional e pelo que me tornei hoje.

Às minhas irmãs, Paula e Larissa, pelas conversas e desabafos durante várias etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador, Guido Lemos, profissional exemplar e com grande visão para perceber e potencializar em seus alunos suas maiores qualidades. Agradeço por todo o acompanhamento em minha vida acadêmica, sempre orientando e incentivando meu progresso, nunca desistindo ou deixando para trás.

À Rharon, Marcos Rafael, Alisson, Diego, Denio e vários outros colegas do LAVID e da Dynavideo, pelas valiosas discussões que conduziram ao desenvolvimento deste trabalho.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

Atualmente a produção de conteúdo audiovisual está cada vez mais baseada em sistemas totalmente digitais, onde o conteúdo torna-se um ativo digital de valor para as organizações. Ao mesmo tempo, as organizações trabalham em um ambiente de rede, que impõe desafios para a formação de parcerias para compartilhamento e distribuição dos ativos digitais entre estas organizações, uma vez que cada organização tem um modelo de negócios próprio onde é definido como compartilhar e distribuir seus ativos digitais, envolvendo contratos de uso e políticas de acesso ao conteúdo. Neste sentido, este trabalho propõe a definição de uma arquitetura para formação de uma interrede de compartilhamento de ativos digitais. Na arquitetura proposta, cada organização é vista como uma rede privada, com políticas internas de acesso aos seus ativos digitais e contratos que regulam a interação os participantes da interrede. Para a formação da interrede, as redes são conectadas através dos Pontos de Troca de Conteúdo (PTC). Cada rede define quais ativos digitais publicar, quais os contratos válidos para interconexão entre participantes e quais as políticas de acessos aos ativos digitais disponibilizados. Se algum participante da interrede deseja um ativo digital que não está disponível ou tem uma política limitada de acesso, é possível estabelecer novos contratos através uma negociação entre os participantes para o acesso a este novo ativo digital. Uma análise de vários cenários de uso foi conduzida para validar aspectos da arquitetura proposta em um ambiente em rede distribuído, como a negociação contratual entre os participantes, respeito às políticas de acesso definidas aos conteúdos e a formação da interrede.

Palavras-chave: interredes de compartilhamento, políticas de acesso, contratos digitais, negociação, ativos digitais

Abstract

Nowadays the production of audiovisual content is becoming more and more based on digital systems, where the content is converted in a digital asset, which represents a value for the organizations. At the same time, the organizations are working in a networked environment, which imposes challenges to the establishment of partnerships to share and distribute digital assets between these organizations, since each organization has its own business model where are defined how to share and distribute their own digital assets. In this way, this thesis proposes the definition of an architecture to enable the establishment of an internetwork to share digital assets. In the proposed architecture, each organization is seen as a private network, with internal policy to its own digital assets and contracts that govern the interaction with other organizations of the internetwork. To create the internetwork, the private networks are interconnected through the Content Exchange Points (CEPs), so each private network defines which digital assets to publish for share, what contracts are valid for the interconnection with other organizations and what policies are defined to access the digital assets. If any organization in the internetwork wants to access a digital asset that is not available or has a more restricted policy it is possible to establish a negotiation between the organizations, generating a new contract. An analysis of many use scenarios are conducted to validate some aspects of the proposed architecture in a distributed environment, like contract negotiation, enforcement of the policies defined to access the digital assets and the establishment of an internetwork.

Keywords: internetwork, access policies, digital contracts, negotiation, digital assets

Sumário

Sumário	i
Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Símbolos e Abreviaturas	vi
1. Introdução	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.2 Definição do Problema	3
1.3 Tese	4
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivos Gerais	6
1.5 Metodologia	6
1.6 Contribuições	6
1.7 Organização geral do trabalho	7
2. Fundamentação Teórica	8
2.1 Modelos de Interredes	8
2.1.1 Redes Overlay	8
2.1.2 Organizações Virtuais	9
2.2 Contratos Eletrônicos	10
2.2.1 Linguagens de Representação de Contratos	10
2.2.1.1 Contract Expression Language	10
2.2.1.2 OASIS eContracts	12
2.2.2 Arquiteturas e <i>Arcabouços</i> para Contratos Eletrônicos	14
2.2.2.1 E-Contract Reference Architecture	14
2.2.2.2 ER ^{EC} Framework	15
2.2.2.3 Framework para Contratos Eletrônicos	16
2.3 Linguagens de Expressão de Direitos (REL)	17
2.3.1 XrML/MPEG-21 REL	17
2.3.2 ODRL	18
2.4 Linguagens de Políticas	19
2.4.1 XACML	19
2.5 Gerenciamento de Conteúdo	21
2.5.1 Gerenciamento de Ativos Digitais	21
2.5.2 Padrões de Metadados	22
2.5.3 Formatos de Arquivos para Conteúdo Digital	22
2.5.3.1 MXF	23
2.5.3.2 AAF	23
2.6 Considerações Finais	23
3. Trabalhos Relacionados	25
3.1 Sistema de Intercâmbio XAC	25
3.2 Gridcast	26
3.3 AXMEDIS	27
3.4 MediaGrid	29
3.5 Comparação entre os Trabalhos	30
3.6 Considerações Finais	32
4. Interrede de Compartilhamento	33
4.1 Arquitetura	35

4.2	Gerenciador de Conexões.....	37
4.2.1	Pareamento	37
4.2.2	Roteamento.....	38
4.2.3	Mensagens	39
4.3	Gerenciador de Contratos.....	39
4.3.1	Definição de um Contrato	40
4.3.2	Vocabulário	41
4.3.3	Representação de um Contrato.....	41
4.3.4	Ciclo de Vida de um Contrato.....	42
4.3.5	Negociação de Ativos Digitais	43
4.4	Gerenciador de Políticas.....	44
4.4.1	Modelo de Dados, Vocabulário e Representação.....	44
4.4.2	Modelo de Autorização	44
4.5	Gerenciador de Conteúdo.....	46
4.5.1	Catálogo de Conteúdos.....	47
4.5.2	Adaptação de Conteúdo.....	47
4.5.3	Distribuição de Conteúdo	48
4.6	Considerações Finais.....	48
5.	Cenários de Uso.....	49
5.1	Interrede de Conteúdo Audiovisual.....	49
5.1.1	Public Broadcasting Service.....	50
5.1.2	BBC Media Gallery.....	51
5.1.3	T3Media	51
5.2	Cenário de Uso	52
5.2.1	Compartilhamento de Conteúdo.....	52
5.2.2	Operações sobre o Conteúdo	53
5.2.3	Negociação de Conteúdo.....	55
5.3	Considerações Finais.....	55
6.	Conclusão	57
5.4	6.1 Limitações	58
5.5	6.2 Trabalhos Futuros.....	58
	Referências Bibliográficas	60

Lista de Figuras

Figura 1: Operação de uma rede de televisão sob uma rede de comunicação de dados...	3
Figura 2: Interrede de televisão formada sob uma infraestrutura de rede existente.	5
Figura 3: Estrutura de uma rede overlay.....	8
Figura 4: Modelo de Dados da CEL (WANG et al., 2004).....	11
Figura 5: Arquitetura de Referência ERA (ANGELOV; GREFEN, 2008).....	14
Figura 6: <i>Framework</i> ER ^{EC} (RADHA KRISHNA et al., 2004).	15
Figura 7: Fluxo básico de atividades (GUTH et al., 2003).....	16
Figura 8: Modelo de Dados da XrML (CONTENTGUARD, 2002).....	17
Figura 9: Modelo Fundamental da ODRL 1.1 (IANNELLA, 2002).....	18
Figura 10: Modelo de Dados do XACML (OASIS, 2005).....	20
Figura 11: Arquitetura de um Gerenciador de Ativos Digitais.....	21
Figura 12: Estrutura de um arquivo MXF.	23
Figura 13: Arquitetura XAC (DELGADO et al., 2006).	26
Figura 14: Arquitetura Geral AXMEDIS (BELLINI et al., 2005).	28
Figura 15: Modelo de Grid do <i>MediaGrid</i> (VOLCKAERT et al., 2008).....	29
Figura 16: Ponto de Troca de Conteúdo.	34
Figura 17: PTC em detalhes e o fluxo de informação entre os componentes.....	36
Figura 18: Formação da Interrede e Propagação das Tabelas de Rotas.....	38
Figura 19: Formato de uma Mensagem da Interrede.....	39
Figura 20: Modelo de Dados de um Contrato Digital da Interrede.	40
Figura 21: Ciclo de vida de um contrato.....	43
Figura 22: Modelo de Autorização de Acesso. Baseado em (OASIS, 2005).	45
Figura 23: Módulos do Gerenciador de Conteúdo.....	46
Figura 24: Instância da Interrede de Compartilhamento de Conteúdo.....	50
Figura 25: Compartilhamento de Ativos Digitais por um PTC.....	52
Figura 26: Sequência de uma Operação em um PTC.....	54
Figura 27: Sequência de Negociação na Interrede.....	55

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estrutura de um Contrato e de um eContract. Adaptado de (OASIS, 2007)...	12
Tabela 2: Um <i>eContract</i> simples. Adaptado de (OASIS, 2007)	13
Tabela 3: Comparação entre trabalhos relacionados	31
Tabela 4: Vocabulários de termos do modelo de dados de um contrato	41
Tabela 5: Representação de um Contrato em XML	42
Tabela 6: Operações, descrição e resultados esperados.	47

Lista de Símbolos e Abreviaturas

ABTU	Associação Brasileira de TVs Universitárias
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ATM	Asynchronous Transfer Mode
B2B	Bussiness to Bussiness
B2C	Bussiness to Consumer
BBC	British Broadcast Corporate
BCL	Bussiness Contract Language
CEL	Contract Expression Language
DAM	Digital Asset Management
EBU	European Broadcasting Union
IP	Internet Protocol
MPEG	Motion Picture Expert Group
MXF	Material Exchange Format
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
ODRL	Open Digital Rights Language
PBCore	Public Broadcast Metadata Dictionary Project
PTC	Ponto de Troca de Tráfego
REL	Rights Expression Language
RITU	Rede de Intercâmbio de TVs Universitárias
TI	Tecnologia da Informação
TV	Televisão
WAN	Wide Area Network
XACML	Extensible ACESS Control Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XrML	Extensible rights Markup Language

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto e Motivação

No contexto das emissoras de televisão, o conteúdo audiovisual é tradicionalmente produzido pela própria emissora a partir de meios analógicos e armazenado em meios físicos, como fitas de vídeo. Mas durante a última década, o uso da tecnologia da informação aliado aos sistemas computacionais mudou o paradigma de produção deste conteúdo, trazendo o processo de produção para um meio digital (TOUS et al., 2008). Deste então, a produção de conteúdo audiovisual está se tornando cada vez mais um processo totalmente baseado em arquivos digitais, onde diversos nichos de mercado, mais evidentemente as emissoras de televisão, já se utilizam de armazenamento de conteúdo audiovisual em formato digital (AUSTERBERRY, 2006). Uma vez produzido e integrado à base de conteúdos da emissora, o conteúdo audiovisual será explorado objetivando o retorno financeiro do investimento na produção do conteúdo. Dessa maneira, considerando também os direitos a propriedade intelectual, a emissora de televisão tem agora um ativo digital.

De acordo com (TOYGAR et al., 2013), um ativo digital é uma propriedade de qualquer tipo de dado binário armazenado em um computador ou em sistemas de nuvem na Internet. A definição de ativo digital atrelada diretamente ao formato e local de armazenamento nos leva a um outro questionamento: o que faz um arquivo em formato binário realmente ser um ativo digital? A resposta é reusabilidade (MOON, 2007). A reusabilidade permite ao proprietário do ativo digital usa-lo várias vezes, em sua própria organização ou repassando direitos de uso para outras organizações ou pessoas, esta última tarefa realizada através da publicação do ativo digital em repositórios acessíveis ao público ou restritos a outras organizações.

Uma emissora de televisão é uma organização complexa onde a distribuição e transmissão dos ativos digitais é parte importante da infraestrutura. No modelo tradicional de operação de uma emissora de televisão tem-se a criação de uma grade de programação centralizada, a partir dos ativos digitais audiovisuais produzidos pela emissora, que é então distribuída para diversos parceiros comerciais que retransmitem essa programação (GLASMAN et al., 2005). Nesse modelo de operação, os parceiros comerciais da emissora são chamados de afiliados e a emissora principal é chamada de cabeça de rede. Encontramos redes de televisão operando dessa maneira no Brasil (BARBOSA FILHO; CASTRO, 2008) (KURTH, 2006) (GONÇALVES BARACHO, 2007), Rússia (GLASMAN et al., 2005) e Reino Unido (HARMER, 2007). A produção de conteúdo geralmente é predominante na emissora cabeça de rede, onde os conteúdos são produzidos em tempo real ou para exibições posteriores e são enviados para as afiliadas da rede através de conexões de satélite, ocasionando um fluxo dominante de *download* de conteúdo nas afiliadas. A taxa de envio dos sinais subindo das pontas (afiliadas) para a emissora cabeça de rede é utilizada com menos frequência, por seu alto custo (BARBOSA FILHO; CASTRO, 2008). Embora consolidado, este modelo centralizado permite pouca interação entre os parceiros comerciais da rede, resumindo-se nas afiliadas aceitarem o conteúdo da cabeça de rede e retransmiti-lo. Às afiliadas é permitido adicionar conteúdo produzido localmente, mas o comando da programação ainda é definido pela cabeça de rede. O uso frequente de satélites como meio de

transmissão também reforça a pouca interação entre as afiliadas, já que nesse tipo de transmissão predomina um fluxo de dados unidirecional.

O uso de outras tecnologias de transmissão na tentativa de estimular a troca de ativos digitais audiovisuais entre produtores regionais, locais e cabeça torna-se uma necessidade na evolução para este novo modelo de compartilhamento de conteúdo. Um exemplo são as fibras ópticas para que dados, som e vídeo possam ser enviados e recebidos através da Internet com altas taxas de transmissão e grande capacidade de tráfego (BARBOSA FILHO; CASTRO, 2008). Assim o surgimento das redes de comunicação de dados inseridas no contexto das redes de televisão permitiu uma nova maneira de se produzir, distribuir, acessar e usar os ativos digitais, que agora podem ser distribuídos por esse novo meio de comunicação, alcançando um novo público e abrindo espaço para novos modelos de negócios (HARMER et al., 2005). Devido ao mercado mais competitivo, as redes de televisão demandam mais redução de custos, maior valor agregado para a produção de conteúdo, novas parcerias e terceirização de serviços, exigindo maior flexibilidade no modelo de operação de toda a rede (VOLCKAERT et al., 2008).

Estes requisitos de operação demandam também uma nova forma de interação do modelo de distribuição de ativos digitais audiovisuais em uma rede de televisão. De acordo com a figura 1, temos agora a operação da rede de televisão alicerçada em uma infraestrutura de comunicação de dados. As várias afiliadas, representadas na figura 1 por Afiliada A, B e C, agora estão ligadas à cabeça de rede através de uma rede ampla (WAN). Assim é possível trocar informação mais facilmente entre a cabeça de rede e também entre todas as outras afiliadas, sem a limitação e custos de um enlace de satélite, por exemplo. Também nesse novo modelo de operação tem-se produtoras de conteúdo como parceiros comerciais, que podem fornecer ativos digitais para as afiliadas da rede de televisão.

A partir da utilização das redes de comunicação de dados, a conexão de parceiros comerciais fomenta uma série de oportunidades para a operação da rede através do compartilhamento de ativos digitais: produtores de conteúdo querem ser pagos pelo fluxo de conteúdo gerado e distribuído por eles; redes de emissoras públicas de televisão querem ter certeza que o seu conteúdo poderá ser acessado livremente; empresas de tecnologia querem manter custos baixos de equipamentos e da complexidade de manipulação dos conteúdos.

Nesse contexto, algumas soluções para compartilhamento de conteúdo usando redes de comunicação de dados foram propostas. O THOTH (ANJOS, DOS et al., 2007) oferece uma solução de mais baixo custo em alternativa ao modelo consolidado de transmissão de conteúdo por satélite entre as afiliadas de uma rede de televisão. Com base nessa solução, a ABTU (Associação Brasileira de Televisão Universitária) criou a RITU (Rede de Intercâmbio de TVs Universitárias), a partir do conceito de organizações virtuais de televisão, onde as estações de TV podem compartilhar conteúdo e, cooperativamente, construir grades de programação. Já a BBC (HARMER et al., 2005) utiliza uma solução em *Grid* Computacional para compartilhamento de conteúdo entre as afiliadas da *BBC National Broadcasters*. O conteúdo é armazenado na emissora cabeça de rede e distribuído em tempo real para as afiliadas da rede BBC através de linhas de comunicação ATM dedicadas. Uma outra solução é o *MediaGrid* (VOLCKAERT et al., 2008) que tem por objetivo aumentar a extensão de uma rede de televisão a partir de parcerias com comunidades produtoras de conteúdo, permitindo a distribuição de conteúdo, integração de bases de ativos digitais e migração das plataformas de produção para aplicações convencionais de TI, baixando os custos de produção.

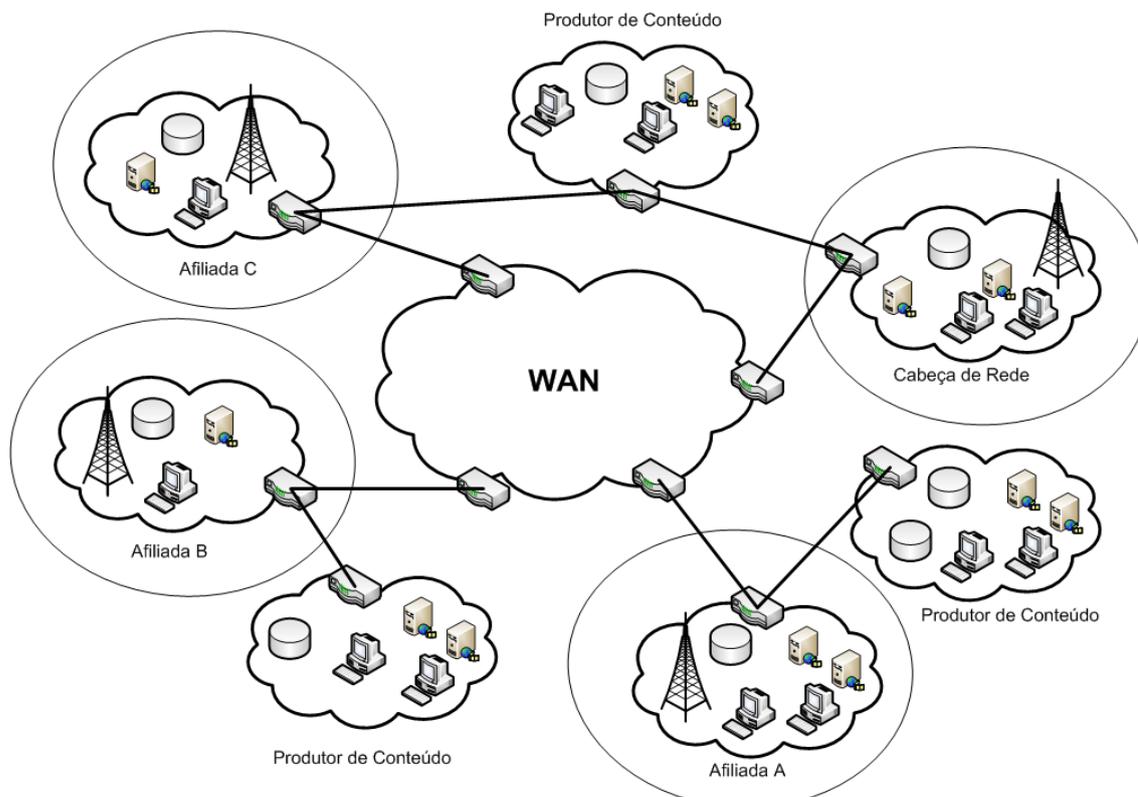


Figura 1: Operação de uma rede de televisão sob uma rede de comunicação de dados.

Uma importante característica a se observar em soluções de compartilhamento de ativos digitais é a aplicação de direitos e políticas de uso na rede de televisão. Há uma diferença entre os dois: os direitos visam garantir a monitoração e controle de uso sobre um ativo digital (SHEPPARD; SAFAVI-NAINI, 2006) enquanto que políticas de uso vão definir as regras a serem seguidas pela rede de televisão para permissões de acesso aos ativos digitais (ANJOS, DOS et al., 2007). Antes de se tornar afiliada a uma rede, uma emissora deve cumprir determinadas políticas que são definidas para a operação em rede. Por exemplo, uma política de operação da rede pode definir que os vídeos armazenados em qualquer afiliada possam ser usados por outras afiliadas da mesma rede. Outra política pode tratar da inserção de conteúdo local durante a retransmissão da grade de programação da emissora cabeça de rede. Já os direitos autorais podem ser exigidos durante a transferência entre afiliadas da rede garantido assim o uso correto de um ativo digital.

Enquanto o ativo digital permanece circulando em uma rede de televisão – em um ambiente privado com políticas de uso comuns – há maior flexibilidade quanto ao uso desse conteúdo. Porém, uma rede de televisão (emissora cabeça de rede) pode se interessar em parcerias com outras redes de televisão. Nessa nova escala de interação, tem-se a saída de um modelo de compartilhamento interno geralmente menos restritivo – intra-rede – para um modelo externo – interrede – onde é preciso novas estratégias para compartilhar o conteúdo entre redes de televisão distintas. Questões como os direitos e políticas de uso são mais pertinentes nesse modelo interrede de compartilhamento.

1.2 Definição do Problema

Existem soluções que contemplam de forma eficiente o compartilhamento de ativos digitais numa única rede de televisão. Porém, vemos que o modelo de

compartilhamento baseado em redes de comunicação de dados oferece oportunidades de uso dessa infraestrutura não só para conectar redes de televisão, mas também para interligá-las de maneira a compartilhar ativos digitais.

Essas oportunidades são mais claras quando pensamos que os maiores consumidores de ativos digitais são as próprias redes de televisão e que os produtores de conteúdo muitas vezes são dependentes destas. Assim, se os produtores de conteúdo puderem compartilhar seus ativos digitais não com uma mas com várias redes de televisão, e também outros produtores, temos um ganho em escala no compartilhamento de ativos digitais. Não só os produtores, mas as redes de televisão podem acessar conteúdo audiovisual disponível em outras redes de televisão e outros produtores e assim enriquecer suas programações locais.

No entanto, a tecnologia que permite o compartilhamento também apresenta desafios, conceituais e práticos, relacionados à escalabilidade da interrede, políticas de acesso e direitos de uso relacionados ao conteúdo compartilhado na interrede. Assim temos o seguinte problema: como é possível uma rede de televisão acessar ativos digitais de outras redes de televisão através de uma infraestrutura de comunicação em rede já existente e considerando que cada rede aplica políticas de uso aos ativos digitais de sua propriedade?

Considerando a infraestrutura de rede, temos atualmente a Internet como a rede mais abrangente e disponível da qual grande parte das organizações estão conectadas, incluindo as redes de televisão. O modelo de comunicação utilizado da Internet absorve de maneira eficiente a questão de interconectar domínios distintos (redes distintas) e assim pode ser usado como referência na definição de um modelo de comunicação para o compartilhamento de ativos digitais.

Quando se fala em ativos digitais, surge a necessidade de compensação pelo uso deste recurso. Dependendo do modelo de funcionamento da rede de televisão – se comercial ou pública – o ativo digital compartilhado pode ter mais ou menos restrições, o que implica também em políticas mais ou menos restritivas. Assim a aplicação das políticas tem efeitos diferentes de acordo com o modelo geral de operação da rede de televisão. O uso das políticas deve ser fazer presente para os ativos digitais compartilhados independente do modelo de funcionamento adotado pela rede detentora do ativo digital compartilhado.

A integração das redes de televisão através de redes de comunicação de dados, como a Internet, o compartilhamento dos ativos digitais e a aplicação de políticas abrem a oportunidade para apresentar a tese proposta neste trabalho.

1.3 Tese

A tese proposta neste trabalho é de que é possível definir uma arquitetura para integração entre redes de televisão, respeitando as regras de operação individuais de cada uma dessas organizações conectadas, formando assim uma interrede. Esta arquitetura é uma extensão ao modelo de funcionamento individual de uma rede de televisão que opera um sistema de compartilhamento de ativos digitais através de redes de dados no modelo de intra-rede, a exemplo das redes RITU (ANJOS, DOS et al., 2007) e/ou BBC (HARMER, 2007). O resultado é uma interconexão de várias redes de televisão em uma interrede que permite compartilhar conteúdo, respeitando os acordos e as políticas impostas por cada rede participante aos seus conteúdos.

O conteúdo de uma rede de TV geralmente é descrito por relações contratuais que regem a utilização desse conteúdo entre as redes de televisão. Nesses contratos estão incluídas as regras e cláusulas para exibição do conteúdo e remuneração das partes

envolvidas no negócio. Como as redes de TV possuem contratos com políticas específicas para o conteúdo com o qual trabalham, tais políticas devem ser refletidas durante a troca de conteúdo com outras redes. Um novo modelo de gerenciamento de políticas multilaterais deve ser criado, incorporando os requisitos de controle de acesso ao conteúdo a ser transferido entre as redes. Além disso, deve ser possível a manutenção das políticas associadas ao conteúdo compartilhado para outra rede, de forma a manter as restrições quanto ao uso do conteúdo.

Na figura 2 é apresentado um exemplo da arquitetura de interredes de televisão funcionando sobre uma infraestrutura de rede. No plano chamado de *interrede de televisão* tem-se a formação da interrede a partir de cinco redes. A troca de conteúdo entre a rede A e a rede B, por exemplo, é feita através de uma conexão direta entre essas duas redes. Mas se a rede A quiser trocar conteúdo com a rede E, esta utilizará conexões intermediárias com outras redes. No exemplo da figura 2, podemos ter dois caminhos entre A e E: o primeiro sendo ABCDE e o segundo sendo ACDE. A interrede funciona sobre o plano chamado de *infraestrutura de rede*, representado na figura 2 pela ligação entre vários roteadores de domínios distintos. Pode-se perceber que as ligações entre as emissoras de televisão não são correspondências diretas das ligações no plano da infraestrutura de rede. Por exemplo, os servidores da Rede de TV B estão ligados em dois domínios administrativos diferentes na infraestrutura de rede, porém no plano da interrede eles estão em uma mesmo domínio. Dessa maneira, podemos caracterizar a arquitetura da interrede como um modelo de rede *overlay* (UCHÔA et al., 2009).

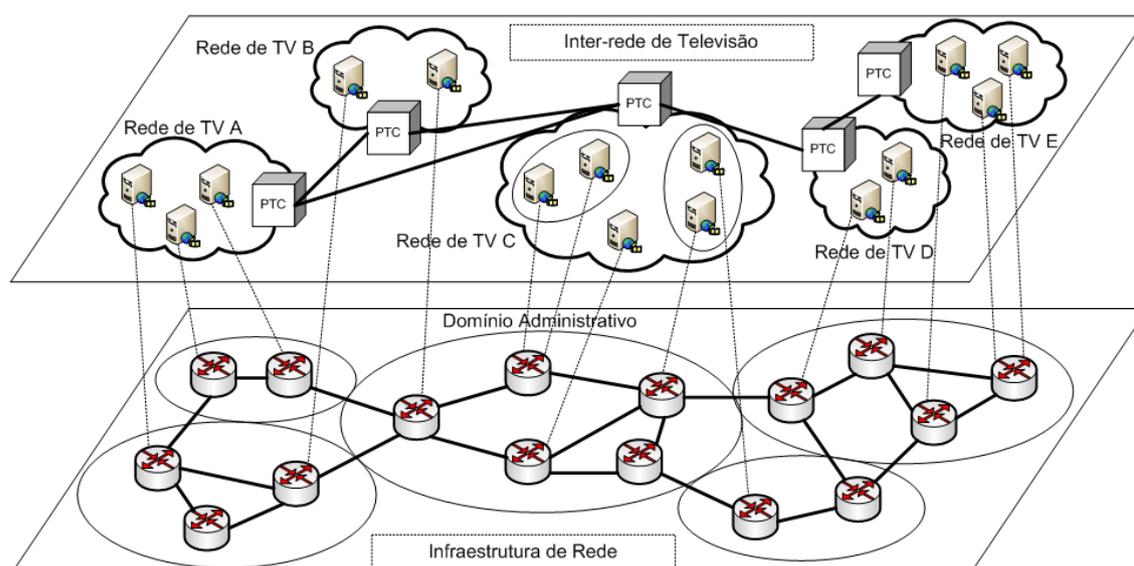


Figura 2: Interrede de televisão formada sob uma infraestrutura de rede existente.

Ainda olhando para a figura 2, temos que a coordenação das conexões entre as redes é feita pelos Pontos de Troca de Conteúdo – PTC. Cada rede que desejar fazer parte da interrede deve possuir um PTC, sendo este componente da arquitetura responsável pela formação e funcionamento da interrede. Aqui o funcionamento não se resume somente à manutenção das conexões entre as redes de televisão em seus respectivos PTCs, mas também outras características propostas na arquitetura de interredes: (i) é necessário gerenciar os contratos entre as redes de televisão, contratos estes que servem de regras de operação durante o compartilhamento dos ativos digitais; (ii) gerenciamento das políticas que são definidas pelas redes de televisão aos seus ativos digitais compartilhados com a interrede; (iii) as rotas gerenciadas agora são influenciadas pelos contratos estabelecidos entre as redes de televisão da interrede,

necessitando de um ciclo de vida para manutenção desses contratos; (iv) sistemas de busca de ativos digitais, contratos, redes bem como mecanismos para transferência desses ativos digitais; (v) interpretação de metadados e conteúdo dos sistemas de armazenamento dos ativos digitais de cada rede de televisão.

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor uma arquitetura para formação de uma interrede de compartilhamento de ativos digitais, utilizando contratos digitais para permitir a formação e gerenciamento da interrede e a aplicação de políticas de uso ao conteúdo compartilhado por cada participante que se conecte.

1.4.1 Objetivos Gerais

- A interoperabilidade de organizações produtoras de ativos digitais audiovisuais em um ambiente de rede;
- O compartilhamento de conteúdo audiovisual com os participantes da interrede;
- O estabelecimento e manutenção de acordos contratuais entre os participantes da interrede;
- A aplicação de políticas de acesso ao conteúdo compartilhado e respeito a essas políticas por todos os participantes da interrede;
- Integração de bases de ativos digitais permitindo a busca e recuperação do conteúdo das organizações.

1.5 Metodologia

- O levantamento e análise das soluções de compartilhamento de conteúdo disponíveis em redes de televisão;
- Estudo dos modelos de compartilhamento de conteúdo em redes de televisão, analisando principalmente as políticas associadas ao conteúdo e como essas políticas são respeitadas;
- Definição de uma arquitetura para compartilhamento interredes de televisão, respeitando e garantindo as políticas multilaterais associadas ao conteúdo multimídia que trafega na interrede;
- Simulação de uma instância da arquitetura proposta para validar as estratégias desenvolvidas para políticas, contratos e formação da interrede.

1.6 Contribuições

A principal contribuição deste trabalho é permitir o compartilhamento de ativos digitais com diversas outras redes de televisão em um ambiente de rede. Esta abordagem, à luz deste trabalho, aborda áreas de pesquisa como os modelos interconectividade em redes de comunicação de dados, controles de acesso a recursos através de políticas de uso, *frameworks* para representação contratual em meio digital e manipulação de sistemas de gerenciamento de ativos digitais. Além disso, destacamos como contribuições específicas:

- Proposta de uma interrede de compartilhamento de conteúdo que funciona em um modelo de redes overlay, com conectividade inter-domínio utilizando roteamento dinâmico;
- Um modelo para aplicação de políticas de controle de acesso e uso de ativos digitais em um ambiente distribuído de rede, que seja também descentralizado;

- Um modelo para gerenciamento dos contratos estabelecidos entre as redes de televisão participantes da interrede de compartilhamento, cobrindo as operações de um ciclo de vida contratual: negociação e aceitação dos termos contratuais, busca, execução e finalização de um contrato.
- Possibilitar acesso à diversas bases de dados de ativos digitais, facilitando a integração das redes de televisão dentro da interrede, bem como as operações de publicação e busca dos ativos digitais através dos metadados associados a esses ativos.

1.7 Organização geral do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho. Logo em seguida, o Capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados encontrados na literatura. No Capítulo 4 a arquitetura de interredes e todos os seus componentes são apresentados e detalhados. O Capítulo 5 apresenta cenários de uso da arquitetura proposta. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões deste trabalho e na sequência as referências bibliográficas utilizadas.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão apresentados a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente serão expostos conceitos relacionados a modelos de interconexão de redes de comunicação de dados. Logo em seguida, serão abordados os conceitos de contratos eletrônicos (*e-contract*) e as linguagens de representação de contratos, os conceitos de políticas e as linguagens de representação de políticas. Por fim são discutidos os sistemas de gerenciamento de conteúdos e suas aplicações em ativos digitais. A fundamentação teórica levantada tem por objetivo subsidiar a definição das estratégias de formação da interrede de compartilhamento de ativos digitais entre redes de televisão.

2.1 Modelos de Interredes

Desde que a ARPANET surgiu como um projeto de pesquisa para explorar a tecnologia de comutação de pacotes, a interconexão das redes de computadores continuou a crescer em uma escala global (STALLINGS, 2002). Mais recentemente, novas necessidades de uso da infraestrutura de comunicação interredes levou a novos modelos de comunicação, como as redes *overlay*, organizações virtuais e as redes de distribuição de conteúdo.

2.1.1 Redes Overlay

As redes de *Overlay* são modeladas pela sobreposição de uma estrutura de entrega construída em nível de aplicação sob uma infraestrutura física de rede, como a Internet (UCHÔA et al., 2009) e (SEETHARAMAN; AMMAR, 2006), o que traz vantagens como flexibilidade, adaptabilidade e fácil implantação. Um dos principais objetivos de uma rede *Overlay* é superar as limitações das redes, como a Internet, com relação a serviços fim a fim, garantindo mais qualidade de serviço (QoS) para a entrega dos dados caso ocorra alguma falha de conexão da rede (SEETHARAMAN; AMMAR, 2006). A figura 3 apresenta uma rede de *Overlay* construída sob uma infraestrutura de rede.

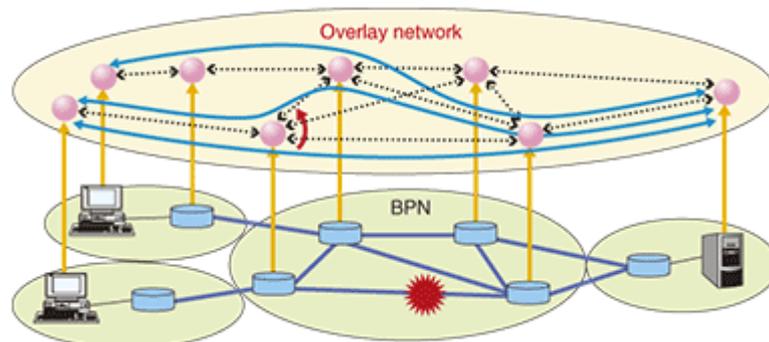


Figura 3: Estrutura de uma rede overlay.

De acordo com a figura 3, a rede de *Overlay* possui suas próprias rotas e conexões, não necessariamente alinhadas com as conexões da rede sob a qual a rede de *Overlay* foi implantada. Isto implica que uma falha em uma determinada conexão da

infraestrutura de rede pode não afetar as conexões da rede de *Overlay*. Outra característica é que uma rede de *Overlay* é construída em nível de aplicação, o que implica que uma série de protocolos de comunicação devem ser especificados para a rede. Por não existir um padrão específico para redes de *Overlay* (UCHÔA et al., 2009), cada rede é livre para especificar os seus protocolos de comunicação.

2.1.2 Organizações Virtuais

Uma organização virtual (*virtual organization – VO*) é um modelo dinâmico de colaboração entre organizações tradicionalmente focados em atividades de compartilhamento de dados e recursos (UDUPI; SINGH, 2006) e (METSO; KUTVONEN, 2005). Esta abordagem é interessante em um ambiente de relação entre organizações que querem terceirizar serviços que não são o foco principal de negócios da organização (GREFEN et al., 2000). As organizações virtuais possuem propriedades que as diferem de arquiteturas organizacionais tradicionais:

- **Autonomia:** cada membro da organização virtual funciona de maneira independente, limitados pelas suas regras internas de operação;
- **Heterogeneidade:** os membros de uma organização virtual são independentes, limitados por suas interfaces de aplicação;
- **Dinâmica:** a organização virtual muda dinamicamente suas conexões de dados e recursos, em tempo de execução, a medida em que outras organizações virtuais estabelecem ou desfazem parcerias;
- **Estrutura:** o relacionamento entre os membros torna a organização virtual uma estrutura complexa.

Como as organizações são autônomas e heterogêneas, cada uma tem suas próprias políticas de operação que devem ser respeitadas quando houver a formação de uma organização virtual. Dessa maneira, contratos são utilizados como uma abstração natural para modelar as interações entre as organizações (UDUPI; SINGH, 2006). De uma maneira geral, a formação das organizações virtuais segue os seguintes procedimentos (METSO; KUTVONEN, 2005):

- 1) Definição dos recursos a serem compartilhados e as regras de utilização, como período de tempo de uso, carga máxima de utilização, entre outros critérios, geralmente utilizando-se políticas;
- 2) Fase contratual, onde as organizações entram em uma etapa de negociação dos recursos a serem utilizados, formalizando uma relação contratual;
- 3) Execução dos contratos negociados, o que implica o monitoramento contra quebras contratuais durante o tempo de vida da relação contratual;
- 4) Finalização da organização virtual.

A formação de uma organização virtual não define uma topologia específica de rede, nem está atrelada a nenhuma tecnologia de comunicação. Porém, o modelo de organização virtual é adaptado para funcionar sobre uma infraestrutura de rede, uma vez que as organizações já possuem suas conexões de dados, como a Internet. Os *grids* computacionais são vistos comumente como candidatos a formação de organizações virtuais, devido ao alto grau de compartilhamento de recursos necessário ao funcionamento desses sistemas (DIAS DE ASSUNÇÃO et al., 2008). Outro modelo de rede que também pode ser adaptado às organizações virtuais são as redes de distribuição de conteúdo, que são discutidas na seção 2.1.3 a seguir.

2.2 Contratos Eletrônicos

De acordo com (RADHA KRISHNA et al., 2004), um contrato é um acordo entre duas ou mais partes para criar uma relação mútua de negócios ou obrigações legais. Desde os primórdios da humanidade, os contratos para troca de bens têm sido adotados para especificar os valores aplicados nessas trocas, os direitos, as obrigações e os participantes (ANGELOV; GREFEN, 2008).

Enquanto que tradicionalmente as obrigações dos contratos são estabelecidas em papel, assinado por ambas as partes, a evolução digital das empresas e organizações exige uma mudança de paradigma, agora com a representação dos contratos em forma digital, os chamados contratos eletrônicos (*e-contracts*). Uma definição mais simples de um contrato eletrônico é a digitalização de um contrato em papel, o que facilita a disseminação das obrigações entre as partes através de meio eletrônico, como *e-mail* ou página na Internet. Segundo (ANGELOV; GREFEN, 2008), este tipo de contrato eletrônico é chamado de contrato superficial (*shallow contract*). Apesar de contratos superficiais aumentarem a eficiência, no sentido de diminuir custos e tempo durante a fase de contratação, este tipo de contrato ainda envolve a parte humana na definição das obrigações e regras entre as partes.

Uma segunda maneira de criar um contrato eletrônico dá-se pela implementação de um sistema dedicado para estabelecer, assinar e gerenciar contratos. Estes contratos são chamados de contrato profundos (*deep contract*) (ANGELOV; GREFEN, 2008). Em parte, os contratos profundos eliminam a participação humana na negociação de contratos entre as partes, pois possuem um alto nível de automação, permitindo que novos negócios possam ser realizados de maneira mais rápida.

Os contratos tradicionais são escritos por pessoas com experiência em direito ou em um domínio de negócios (FINNEGAN et al., 2007). Porém, em um meio eletrônico, onde necessita-se da automatização dos processos contratuais, uma negociação baseada em linguagem natural se torna uma tarefa complexa e ineficiente computacionalmente. Diante disso existem diversas tentativas de se definir contratos baseados em XML (DONCEL, 2010), que atribuem o mesmo sentido (semântica) aos textos escritos (FINNEGAN et al., 2007). Apesar da existência da representação de um contrato em uma linguagem sem ambiguidade e computacionalmente tratável, as cláusulas legais em um contrato desse tipo podem não ser bem interpretadas por uma pessoa sem conhecimentos técnicos da linguagem de representação de contratos.

2.2.1 Linguagens de Representação de Contratos

Os contratos eletrônicos não possuem um padrão definido e várias soluções foram apresentadas para representação dos contratos eletrônicos. Essas representações usam linguagens de representação de contratos, como DocLog (THOEN, 2000), CEL – *Contract Expression Language* (WANG et al., 2004), BCL – *Business Contract Language* (NEAL et al., 2003) e OASIS *eContracts* (OASIS, 2007). Para melhor compreensão, apresentamos como a CEL e o OASIS *eContracts* são usados para representar um contrato. O CEL foca nos contratos em termos semânticos, que podem ser usados para expressar o comportamento entre duas partes envolvidas em uma negociação, enquanto que a OASIS *eContracts* enfatiza a apresentação do documento, antes em papel, agora num formato digital.

2.2.1.1 Contract Expression Language

Na CEL, um contrato é conceitualmente uma coleção de promessas acordadas e assinadas entre as partes, podendo ter uma seção de descrição geral dos contratos,

cláusulas e partes, ou seja, metadados do contrato. Cada promessa contém várias cláusulas que representam uma relação da seguinte maneira (WANG et al., 2004):

- Uma parte possui um direito (ou permissão) sobre o quê outra parte permite;
- Uma parte vincula uma obrigação sobre o quê outra parte exige;
- Uma parte segue uma proibição sobre o quê outra parte impõe;
- Uma parte vê uma intenção sobre o quê outra parte expressa;
- Uma parte sabe a afirmação sobre a qual a outra parte faz.

Um direito/permissão, uma obrigação ou uma proibição significam a execução ou não execução de algum ato. Um direito/permissão pode ser caracterizado com uma palavra do tipo “pode”, uma obrigação com uma palavra do tipo “deve” e uma proibição com uma expressão do tipo “não deve”. Em contraste, uma intenção significa um desejo de executar algum ato, e uma afirmação descreve um fato sobre o estado da situação: se o ato foi ou não realizado, está sendo realizado ou vai ser realizado. Para as representações de assertivas, atos, permissões, obrigações, cláusulas e todas as possíveis composições em um contrato, a figura 4 apresenta o modelo de dados da CEL.

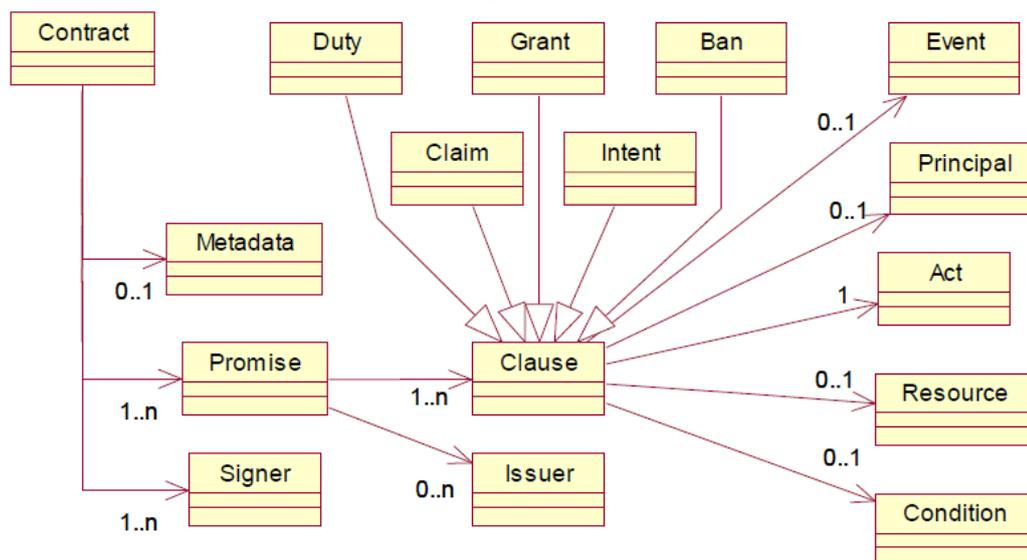


Figura 4: Modelo de Dados da CEL (WANG et al., 2004)

No modelo, o elemento central de uma expressão CEL é o elemento Contrato (*Contract*). Ele contém um ou mais elementos Promessa (*Promise*) e um ou mais Signatários (*Signers*), que representam as partes que se comprometem com as declarações feitas pelo elemento Promessa no Contrato. Cada Promessa é definida como um agrupamento de várias Cláusulas (*Clause*) podendo conter um ou mais Emissores (*Issuers*) que emitem as declarações das cláusulas de um contrato. A diferença básica de um Emissor para um Signatário é que o Emissor emite as declarações enquanto o Signatário apenas concorda com essas declarações. Cada Cláusula, ainda, pode conter:

- Eventos (*Event*), que representa um gatilho para um evento gerado, é disparado quando a cláusula é alterada por alguma alteração nas condições, recursos, ação ou partes, como por exemplo, data expirada, recurso indisponível, partes não reconhecidas, entre outras;
- Principal (*Principal*), que representa uma parte ou um conjunto de partes que podem executar um ato descrito pelo elemento Ato;
- Ato (*Act*), que representa um ato ou uma série de atos;
- Recurso (*Resource*), que representa um recurso ou um conjunto de recursos a que um Ato se aplica;

- Condição (*Condition*), que representa uma condição a qual o Ato a ser executado está sujeito.

Por fim, para representar as relações de Direito, Obrigação, Proibição, Intenção e Afirmação, uma Cláusula também possui os seguintes elementos de semântica:

- Permissão (*Grant*): toda vez que um Evento é gerado, permite ao Principal o direito de executar um Ato específico sobre um Recurso desde que a Condição seja satisfeita;
- Dever (*Duty*): toda vez que um Evento é gerado, exige uma obrigação ao Principal para executar um Ato no Recurso quando a Condição é satisfeita;
- Proibição (*Ban*): toda vez que um Evento é gerado, impõe uma proibição ao Principal para executar um Ato em um Recurso sob a Condição;
- Intenção (*Intent*): toda vez que um Evento é gerado, expressa a intenção do Principal para executar o Ato em um Recurso sob a Condição;
- Afirmação (*Claim*): toda vez que um evento é gerado, atesta um fato que o Principal executou o Ato no Recurso quando a Condição foi satisfeita.

Ainda podemos destacar que a linguagem CEL possui características que a tornam uma linguagem de representação de contratos bastante expressiva, como a interdependência de cláusulas, representação de exclusividade, resolução de conflitos e precedência, relações de confiança e suporte para o ciclo de vida dos contratos.

2.2.1.2 OASIS eContracts

Atualmente o *eContract*, promovido pelo consórcio OASIS, é o padrão mais difundido e aceito para contratos digitais (DONCEL, 2010). O objetivo do *eContract* é fornecer uma representação geral de contratos, sem nenhum escopo em particular, ou seja, uma definição mínima do que é mais comumente encontrado em todos os documentos de contratos em papel e representá-los de maneira digital (OASIS, 2007).

Ainda segundo o consórcio OASIS, em um contrato a unidade básica de conteúdo geralmente é chamada de cláusula ou seção, que usualmente tem um número, título ou parágrafo de texto. Já no *eContract*, um *Item* é a unidade básica de construção hierárquica de um documento, sendo um elemento recursivo que representa as estruturas geralmente conhecidas nos contratos como “capítulos”, “partes”, “seções”, “cláusulas” e “subcláusulas”. A tabela 1 apresenta um comparativo entre o que seria a estrutura de um contrato em linguagem natural e sua representação em *eContract*.

Tabela 1: Estrutura de um Contrato e de um eContract. Adaptado de (OASIS, 2007).

Contrato	<p>1 Primeiro Nível 1.1 Segundo Nível 1.1.1 Terceiro Nível Conteúdo do terceiro nível. 1.2 Segundo Nível 1.2.1 Conteúdo do terceiro nível. 1.2.2 Mais conteúdo do terceiro nível.</p>
eContract	<pre><item number="1"><title><text>Primeiro Nível</text></title> <item number="1.1"><title><text>Segundo Nível</text></title> <item number="1.1.1"><title><text>Terceiro Nível</text></title> <block><text>Conteúdo do terceiro nível.</text></block> </item> </item> <item number="1.2"><title><text>Segundo Nível</text></title> <item number="1.2.1"> <block><text>Conteúdo do terceiro nível.</text></block> </item> <item number="1.2.2"> <block><text>Mais conteúdo do terceiro nível.</text></block> </item> </item> </item></pre>

A partir do elemento básico *Item* e outros elementos auxiliares, como *block*, *text*, *number*, é possível definir os elementos estruturais que descrevem um *eContract*. São eles: *metadata*, *title* e *subtitle*, *contract-front*, *body*, *back* e *attachments*. A tabela 2 apresenta o esqueleto de um contrato que ilustra estes elementos (OASIS, 2007).

Pela tabela 2, temos um exemplo simples de um *eContract* e todos os seus componentes básicos. O elemento *metadata* contém informações sobre o documento que não são impressas. O contrato tem um *title* e *subtitle* descrevendo, respectivamente, o título e subtítulo do contrato. *Contract-front* encapsula elementos para definição da data de assinatura (*date-block*) e as partes envolvidas (*parties*, *party*). Dentro do elemento *block* é possível definir o conteúdo do contrato, através da utilização de elementos *item*, como apresentado hierarquicamente na tabela 1. O elemento *back* encapsula elementos para assinatura das partes e testemunhas (*party-signature*, *signature*, *witness*). Por fim, *attachments* define elementos para incluir anexos ao *eContract*, e pode ser definido de acordo com a tabela 1, utilizando-se elementos *item*.

Tabela 2: Um *eContract* simples. Adaptado de (OASIS, 2007)

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<contract xmlns="urn:oasis:names:tc:eContracts:1:0"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  <metadata>
    <dc:title>Contrato Exemplo</dc:title>
    <dc:creator>Carlos Hacks</dc:creator>
  </metadata>
  <title><text>Exemplo Geral</text></title>
  <subtitle>Este arquivo é para testar: - title - sub-title - contract-front -
    date-block - parties - party - body - back - attachments - attachment -
    e outros elementos
  </subtitle>
  <contract-front>
    <date-block>
      <date><em>Novembro de 2013</em></date>
    </date-block>
    <parties>
      <party><person-record><name>Carlos Hacks</name></party>
      <party><person-record><name>Guido Lemos</name></party>
    </parties>
  </contract-front>
  <body><block><text>Tese de Doutorado</text></block></body>
  <back>
    <party-signatures>
      <signature-group>
        <signature-record>
          <signature id="T001"></signature>
          <witness></witness>
        </signature-record>
      </signature-group>
    </party-signature>
  </back>
  <attachments>
    <attachment class="appendix"></attachment>
  </attachments>
</contract>
```

O esquema dos objetos definidos para um *eContract* é suficientemente genérico, podendo ser adotado para a criação de contratos em outros padrões de contratos, como contratos semânticos e computacionalmente tratáveis, a exemplo da linguagem CEL. Dessa maneira, pode-se definir contratos híbridos, onde uma parte é textual, baseada o esquema de dados e objetos do *eContracts*, enquanto outra parte possui semântica para a utilização em sistemas computacionais que suportem o ciclo de vida de um contrato digital.

2.2.2 Arquiteturas e Arcabouços para Contratos Eletrônicos

Um *framework* ou arquitetura para suporte ao ciclo de vida dos contratos eletrônicos provê diversos benefícios, como a facilidade para integração e manutenção dos contratos entre as partes interessadas em realizar negócios em meio digital e de maneira automatizada (ANGELOV; GREFEN, 2008) e (RADHA KRISHNA et al., 2004).

Vários *frameworks* foram propostos na literatura para dar suporte ao ciclo de vida de um contrato, tratando questões como negociação, assinatura, execução, obrigações, deveres e encerramento de um contrato eletrônico. Entre exemplos de *frameworks* podemos citar o *E-contracting Reference Architecture* (ANGELOV; GREFEN, 2008), ER^{EC} (RADHA KRISHNA et al., 2004) e o trabalho de definição de um *framework* para contratos eletrônicos de (GUTH et al., 2003).

2.2.2.1 E-Contract Reference Architecture

Segundo (ANGELOV; GREFEN, 2008), um processo de estabelecimento de um contrato eletrônico consiste de quatro fases: informação, pré-contratação, contratação e decreto, além de uma integração transparente entre essas fases durante o processo. Nessa visão de processo, encontramos os seguintes requisitos funcionais:

- Fase de informação (achar parceiros): provê funcionalidades de correspondência (*matching*);
- Fase de pré-contratação (selecionando parceiros para negociação): provê funcionalidades de seleção de parceiros;
- Fase de contratação (negociação e assinatura do acordo em um contrato): provê funcionalidades de negociação e estabelecimento de contratos;
- Fase de sanção: provê funcionalidades para sanção de contratos;
- Fase de integração: provê funcionalidades de gerenciamento.

De acordo com os quatro requisitos funcionais e a necessidade de gerenciamento, um sistema de contrato eletrônico pode ser decomposto em cinco componentes: *Matchmaker*, *Partner Selector*, *Contractor*, *Enactor* e *Contracting Manager*. A figura 5 apresenta a arquitetura proposta por (ANGELOV; GREFEN, 2008). O componente *Secure Messenger* é definido para tratar da segurança da arquitetura, provendo suporte a encriptação, deciptação e verificação de mensagens e cumprimento do processo acordado.

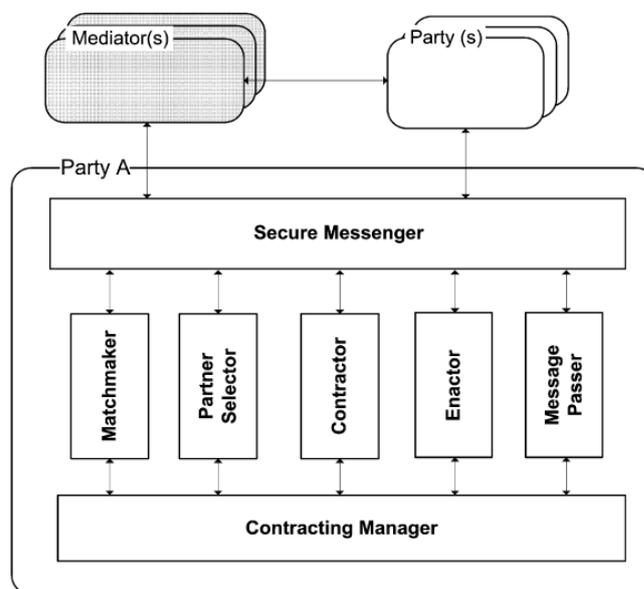


Figura 5: Arquitetura de Referência ERA (ANGELOV; GREFEN, 2008)

A arquitetura também utiliza a participação de mediadores (*Mediator*), responsáveis por intermediar a negociação, como cartórios eletrônicos ou autoridades certificadoras. A presença de mediadores assegura as relações contratuais entre as partes, mas acrescenta um elemento centralizador na arquitetura.

Finalmente o *Contracting Manager* é responsável pelo gerenciamento dos contratos a partir das informações fornecidas pelos outros cinco componentes. Aqui será sancionado e monitorado a execução dos contratos estabelecidos entre as partes, bem como eventuais atualizações negociadas pelas partes para contratos já existentes.

2.2.2.2 ER^{EC} Framework

De acordo com (RADHA KRISHNA et al., 2004), um Contrato está associado a várias entidades, processos e procedimentos. Os elementos em um Contrato são Partes, Atividades, Cláusulas e Pagamento. Duas ou mais Partes estão envolvidas em executar as Atividades de um Contrato, que é composto por essas Partes e um conjunto de Cláusulas. Além disso, cada Contrato tem um período de validade. Por fim, os Pagamentos realizados entre as Partes de um Contrato precisam ser revisados, pois é uma área sensível em um negócio. A figura 6 apresenta o *framework* ER^{EC} .

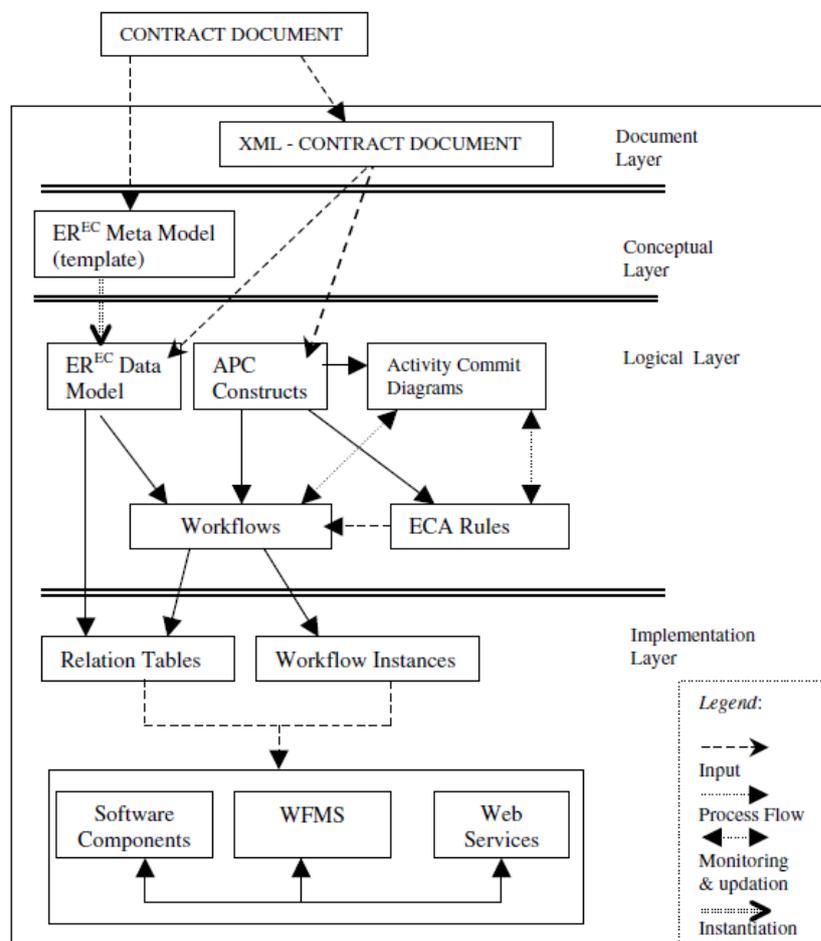


Figura 6: *Framework* ER^{EC} (RADHA KRISHNA et al., 2004).

O *framework* ER^{EC} é focado na execução de um contrato eletrônico considerando os seguintes pontos:

- Associação com humanos, que tomam decisões críticas em relação aos contratos eletrônicos;
- Eventos externos, que podem influenciar na execução dos contratos;

- Exceções que causem um desvio das cláusulas iniciais estabelecidas;
- Sequência de atividades a serem realizadas em paralelo ou de forma sequencial;
- Subcontratos, todos governados pelo contrato pai;
- Composição de contratos;
- Fluxo de informações intra e inter organizacional para suportar as atividades de um contrato;
- Manipulação de documentos.

De acordo com a figura 6, o *framework* é dividido em quatro camadas: Documental, Conceitual, Lógica e Implementação. Na camada documental, um contrato eletrônico é especificado em uma linguagem de especificação de contratos baseada em XML. A camada conceitual é responsável por capturar as relações entre as entidades envolvidas, como Partes, Contratos, Subcontratos, Cláusulas, Atividades, Eventos, Exceções, Regras de Negócio, entre outras. A partir de um meta modelo de contrato é possível instanciar um modelo de dados. A camada lógica consiste de um modelo de dados, que permite o monitoramento dos relacionamentos entre as atividades. Construções Atividade-Partes-Cláusulas são retiradas do documento em XML que representa o contrato eletrônico e serve para monitorar as violações de cláusulas, gerando o evento de exceção correspondente à violação detectada. Os Diagramas de Registro de Atividade (DRA) permitem monitoramento e reversão de transações, além de manter um registro das atividades. Por fim, a camada de implementação permite a integração e execução de componentes de *software* com tarefas humanas relacionadas ao decreto de um contrato. Também é possível criar um relacionamento com outras organizações através de uma interface baseada em *Web Services*.

2.2.2.3 Framework para Contratos Eletrônicos

O *framework* para contratos eletrônicos proposto por (GUTH et al., 2003) sugere a modelagem de um contrato digital através do relacionamento entre os objetos do contrato, como Sujeito, Recurso, Permissão, Restrição e Papel. Cada objeto do contrato permite descrições mais detalhadas, como por exemplo, Sujeito permite um nome, endereço ou número de telefone. Já uma Permissão é garantida a um Sujeito e pode ser reduzida por uma Restrição. Temos ainda o Papel, que é atribuído a um Sujeito e consiste na associação de várias Permissões.

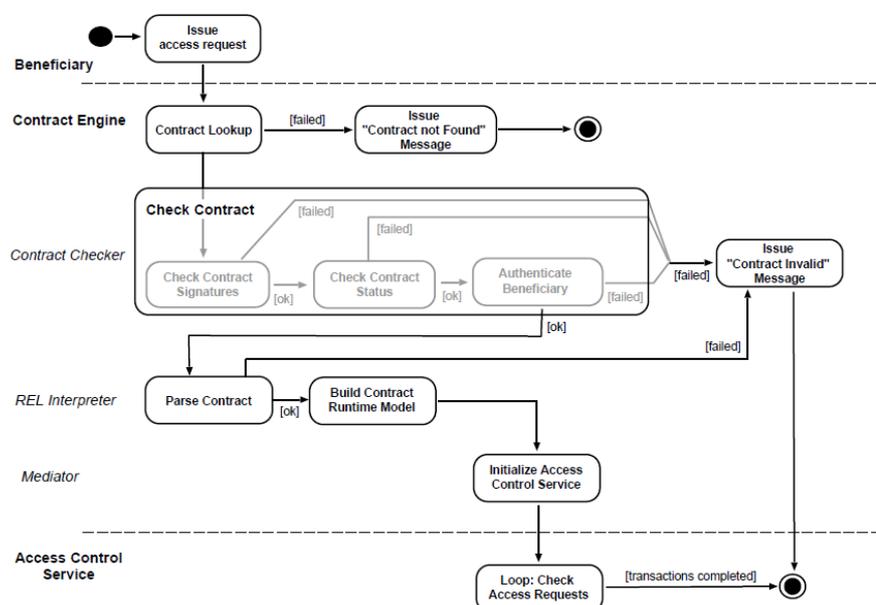


Figura 7: Fluxo básico de atividades (GUTH et al., 2003).

Além dos objetos do contrato, um contrato eletrônico pode carregar seus próprios atributos, como um identificador único do contrato, assinaturas digitais, data de expiração ou comentários. A figura 7 apresenta o fluxo básico das atividades para o estabelecimento de um contrato para controle de acesso. Este fluxo pode ser adaptado para qualquer outro modelo de dados, como por exemplo, a permissão para uso de um vídeo condicionado a dez exibições.

2.3 Linguagens de Expressão de Direitos (REL)

As linguagens de expressão de direitos permitem definir o fluxo dos ativos digitais através de uma cadeia de valor inteiramente digital (MAROÑAS et al., 2009) e (POLO et al., 2004). Uma REL geralmente é aplicada às diferentes partes de uma cadeia de valor através de um arquivo no formato XML, que contém as permissões e restrições aplicadas ao ativo digital.

Em geral, uma REL está diretamente ligada a um sistema de gerenciamento de direitos digitais (*Digital Rights Management* – DRM). Podemos dizer que uma REL é um dos fundamentos de um sistema DRM, por especificar as permissões e restrições de um ativo digital (WU; BAO, 2010) e (NAM et al., 2007).

Várias linguagens de expressão de direitos foram definidas, todas sempre com o objetivo de especificar as permissões e restrições dos objetos digitais. Entre outras, podemos destacar o XrML (CONTENTGUARD, 2002), MPEG-21 REL (ISO/IEC, 2004), XACML (OASIS, 2005) e ODRL (IANNELLA, 2002).

2.3.1 XrML/MPEG-21 REL

A XrML (*eXtensible rights Markup Language*) é uma linguagem baseada em XML para especificação de direitos e condições para controlar o acesso a determinado conteúdo ou serviços digitais (CONTENTGUARD, 2002). Já a parte 5 do padrão MPEG-21 especifica a sintaxe e semântica de uma linguagem de expressão de direitos baseada na XrML (POLO et al., 2004) e (KANG et al., 2009). Assim o conceito principal do MPEG-21 REL é o mesmo do XrML, sendo o MPEG-21 REL a padronização do XrML pela ISO.

O uso do XrML/MPEG-21 REL permite que o detentor de um direito sobre um ativo digital possa identificar as partes habilitadas a usar este ativo, os direitos disponíveis para essas partes e os termos e condições sobre os quais esses direitos devem ser exercidos. Sobre esses quatro elementos fundamentais – Partes, Direitos, Termos e Condições – a XrML/MPEG-21 REL define seu modelo de dados, como apresentado na figura 8.

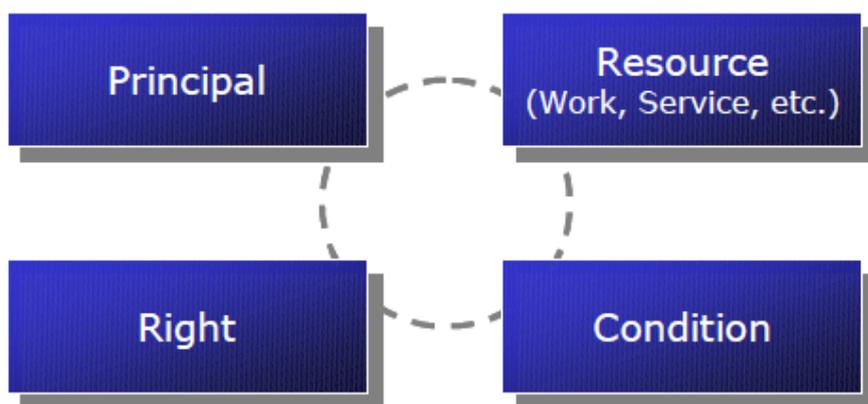


Figura 8: Modelo de Dados da XrML (CONTENTGUARD, 2002)

O *Principal* encapsula a identificação da parte a qual os direitos são garantidos. Cada *Principal* identifica exatamente uma parte. Como o *Principal* identifica uma parte unicamente, esta informação tem mecanismos de segurança associados, como chaves públicas e privadas. O Direito (*Right*) é a garantia dada a um *Principal* (*Principal*) para exercer um Direito em algum Recurso (*Resource*), sobre certa Condição (*Condition*). Um Recurso (*Resource*) é um objeto no qual é garantido a um *Principal* exercer algum Direito. Por exemplo, podemos ter um Recurso sendo um ativo digital, como um *e-book*, música ou vídeo, ou um serviço, como e-mail ou transação de B2B (*Business-to-Business*). Por fim, temos a Condição (*Condition*), que especifica os termos, as condições e as obrigações sobre as quais um Direito pode ser exercido. Uma condição simples, por exemplo, pode ser um intervalo de tempo em que um direito pode ser exercido.

Dois outros elementos ainda são especificados pelo XrML: Permissão (*Grant*) e Licença (*License*). Uma Licença é caracterizada por uma ou mais Permissões, sendo esta última a associação dos quatro elementos do modelo de dados do XrML. Uma Licença transfere para alguém (*Principal*) certos Direitos sobre certos Recursos sob certas Condições, onde a licença só tem validade se existir um Emissor (*Issuer*) com direitos válidos para emitir as licenças.

2.3.2 ODRL

A ODRL (*Open Digital Rights Language*) é uma linguagem de expressão de direitos que tem por objetivo prover mecanismos flexíveis e interoperáveis para suportar de maneira transparente o uso de ativos digitais na publicação, distribuição e consumo de publicações eletrônicas, imagens digitais, áudio e vídeo e outras criações em meio digital (IANNELLA, 2002) e (WU; BAO, 2010).

A ODRL pode ser usada por si só para expressar direitos sobre um determinado recurso digital ou em conjunto com *frameworks* ou sistemas de proteção de conteúdo (DRM). Também é possível usar a ODRL como linguagem de especificação de contratos (GUTH et al., 2003). De maneira semelhante às outras linguagens já apresentadas nas seções 2.3.1 e 2.3.2, a ODRL possui um modelo de dados para a linguagem que provê o suporte para criação de uma licença que expressa direitos a um usuário em particular sobre um determinado ativo digital (SERRÃO et al., 2005). A figura 9 apresenta o modelo de dados da ODRL.

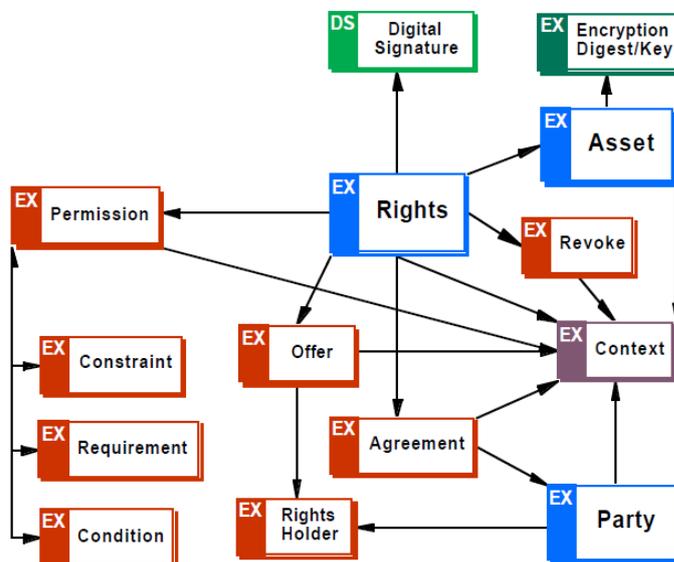


Figura 9: Modelo Fundamental da ODRL 1.1 (IANNELLA, 2002)

O modelo de informação da ODRL é composto por três entidades centrais: Ativo (*Asset*), Direitos (*Rights*) e Partes (*Parties*). Os Ativos representam qualquer conteúdo digital ou físico. Já os Direitos incluem Permissões (*Permissions*), que por sua vez contém Restrições (*Constrains*), Requisitos (*Requirements*) e Condições (*Conditions*). Permissões são os usos ou atividades permitidos sobre Ativos, como por exemplo, tocar um vídeo. Restrições são limites impostos às Permissões, como tocar um vídeo por no máximo cinco vezes. Requisitos são as Obrigações (*Obligations*) necessárias para exercer uma Permissão, como por exemplo, pagar R\$ 5,00 cada vez que um vídeo é exibido. Condições especificam exceções que, se forem verdade, expiram a Permissão e uma renegociação pode ser requisitada (se um cartão de crédito expira, então todas as permissões para tocar um vídeo são retiradas). As Partes incluem os usuários e detentores de direitos, podendo ser pessoas, organizações ou papéis.

A partir dessas três entidades centrais, o modelo fundamental pode expressar Ofertas (*Offers*) e Acordos (*Agreements*). Ofertas são propostas de Detentores de Direitos para um Direito específico sobre seus Ativos. Já os Acordos são quando as Partes entram em contrato ou negociam Ofertas específicas.

2.4 Linguagens de Políticas

Políticas são uma abordagem usada para fornecer segurança e privacidade onde outros tipos de controle de acesso são ineficientes, como o controle baseado em identidade através de usuário e senha. Dessa maneira, as políticas conseguem de maneira mais eficiente especificar a quem é permitido executar uma determinada ação em um determinado objeto, bem como quais os parâmetros da ação executada e em quais condições (COI; OLMEDILLA, 2008).

As políticas podem ser enquadradas em diferentes tipos de controle de acesso e segurança: as baseadas em atribuição de papéis definem as condições e permissões de acesso em um papel (*role*) e ao usuário é atribuído o papel específico que contém as permissões necessárias ao acesso (FERRAILOLO; KUHN, 1992); as políticas de controle de acesso trabalham limitando as atividades permitidas aos usuários, ou seja, devem existir pré-requisitos que o usuário deve cumprir para ter acesso (COI; OLMEDILLA, 2008); já as políticas de privacidade trabalham na questão da privacidade dos usuários, refletindo regulações e/ou promessas feitas aos usuários (ASHLEY et al., 2002); por fim, as políticas obrigatórias especificam que ações devem ser executadas quando um determinado evento ocorre, como por exemplo, a violação de uma permissão especificada na política (GAMA; FERREIRA, 2005).

Nesse contexto, várias linguagens de descrição de políticas foram definidas para os tipos de controle de acesso apresentados, como *Ponder*, *Cassandra* e *XACML*. Apresentamos uma breve descrição da linguagem *XACML*.

2.4.1 XACML

A *XACML* (*eXtensible Access Control Markup Language*) é um padrão definido pela OASIS que especifica um modelo para uma linguagem de políticas para controle de acesso em sistemas distribuídos (OASIS, 2005). Seus elementos de política básicos são as Regras (*rules*), Políticas (*policy*) e Conjunto de Políticas (*policySet*) (BELLINI et al., 2005). A figura 10 apresenta o modelo de dados do *XACML*.

O elemento Regra (*Rule*) é composto por três elementos básicos: Alvo (*Target*), Efeito (*Effect*) e Condição (*Condition*). O elemento Alvo (*target*) é definido por um conjunto de Recursos (*Resource*), Sujeitos (*Subjects*), Ações (*Actions*) e Ambientes (*Environments*) aos quais uma regra ou política é aplicada. O elemento Efeito indica a consequência de uma avaliação verdadeira para uma Regra. O elemento Condição

refina a aplicabilidade de uma Regra. Já o elemento Política (*Policy*) consiste de elementos Regra e mecanismos para combinar os resultados das avaliações das regras. As Obrigações (*Obligations*) especifica as ações que devem ser executadas em conjunto com a avaliação da política. Finalmente, um Conjunto de Políticas (*policySet*) permite a combinação de políticas separadas em uma única política.

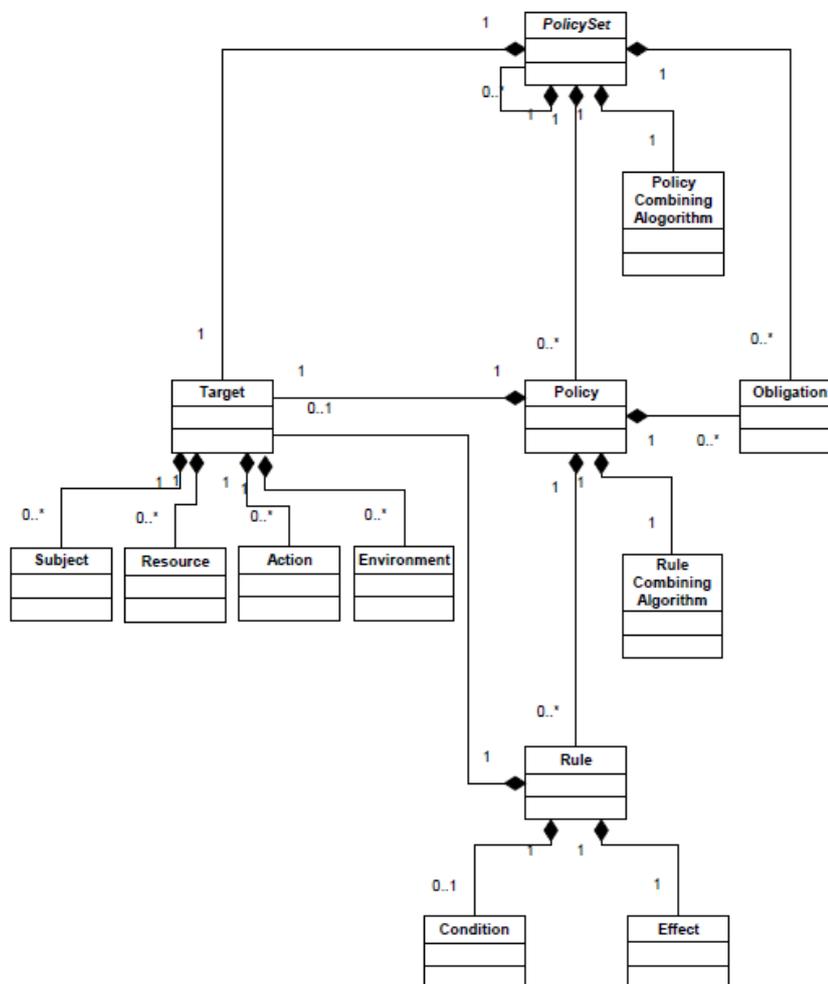


Figura 10: Modelo de Dados do XACML (OASIS, 2005)

O elemento Regra (*Rule*) é composto por três elementos básicos: Alvo (*Target*), Efeito (*Effect*) e Condição (*Condition*). O elemento Alvo (*target*) é definido por um conjunto de Recursos (*Resource*), Sujeitos (*Subjects*), Ações (*Actions*) e Ambientes (*Environments*) aos quais uma regra ou política é aplicada. O elemento Efeito indica a consequência de uma avaliação verdadeira para uma Regra. O elemento Condição refina a aplicabilidade de uma Regra. Já o elemento Política (*Policy*) consiste de elementos Regra e mecanismos para combinar os resultados das avaliações das regras. As Obrigações (*Obligations*) especificam as ações que devem ser executadas em conjunto com a avaliação da política. Finalmente, um Conjunto de Políticas (*policySet*) permite a combinação de políticas separadas em uma única política.

Uma importante característica da XACML é o fato de possuir mecanismos para combinação de políticas, fornecendo uma resposta única para a combinação de várias políticas, evitando conflitos. Apesar da combinação de políticas, XACML não possui uma especificação formal, sendo representada em XML.

2.5 Gerenciamento de Conteúdo

O conteúdo das redes de televisão está se tornando cada vez mais baseado em arquivos digitais. Podemos perceber isso nas iniciativas de redes de compartilhamento de conteúdo de televisão, como a RITU (ANJOS, DOS et al., 2007) ou a BBC (HARMER et al., 2005).

Para dar suporte a esse novo meio de armazenamento de conteúdo, as redes de televisão e produtores de conteúdo cada vez mais se apoiam nos sistemas de Gerenciamento de Ativos Digitais (*Digital Asset Management – DAM*) para ampliar a produtividade e prover o gerenciamento do ambiente de produção de conteúdo baseado em arquivos digitais (AUSTERBERRY, 2006).

2.5.1 Gerenciamento de Ativos Digitais

Um ativo é definido como um conteúdo que tem um direito para uso (AUSTERBERRY, 2006). O Gerenciamento de Ativos Digitais disponibiliza uma plataforma digital para manipular os ativos digitais, onde é possível a distribuição pela rede, copiar, realizar backup, entre outros.

Uma arquitetura de um Gerenciador de Ativos Digitais é apresentada na figura 11. O gerenciamento do conteúdo é feito por uma interface de gerenciamento, muitas vezes através de um navegador (*web browser client*), que disponibiliza visualizações, buscas e a recuperação dos ativos digitais. Toda a arquitetura é conectada através de uma rede de comunicação, e contém serviços específicos de armazenamento de conteúdo (*content repository*), armazenamento de metadados (*metadata*), lógica de negócios (*business logic*), *proxies* de aplicação (*media proxies*) e a camada de apresentação (*presentation layer*).

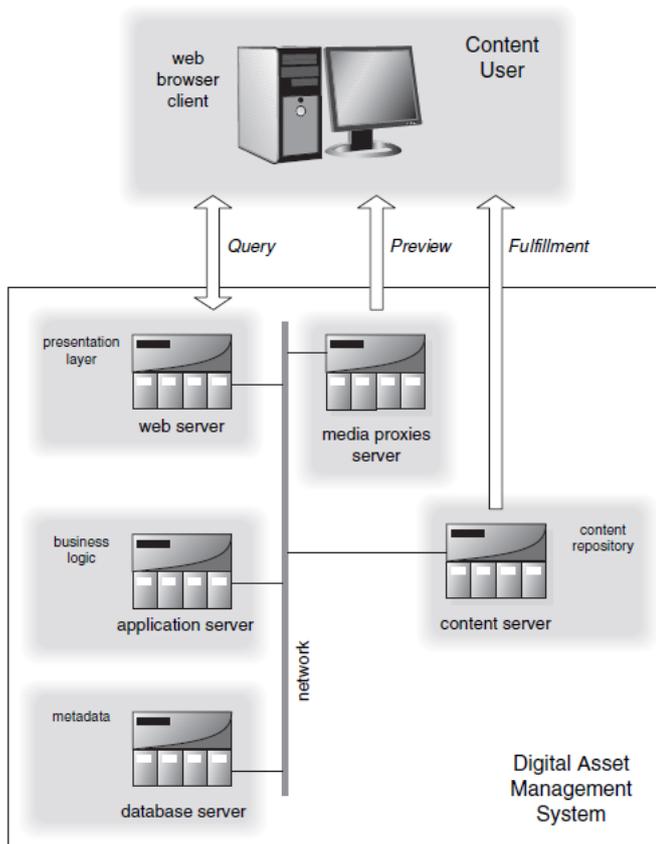


Figura 11: Arquitetura de um Gerenciador de Ativos Digitais.

Em um sistema de gerenciamento de ativos digitais encontramos, entre outros, os seguintes recursos (AUSTERBERRY, 2006):

- Armazenamento e Arquivamento: utiliza sistemas de transparente que permite crescimento e recuperação da base de dados de maneira eficiente;
- Múltiplos Formatos e Versões: deve ser possível armazenar vários formatos de conteúdo digital (vídeo, áudio, foto, livros, etc.) e suas versões;
- Catalogação e Indexação: utiliza os metadados dos ativos digitais (autor, título, duração, entre outros) para catalogar e indexar os arquivos, o que facilita o gerenciamento;
- Busca: capacidade de buscar um conteúdo, tanto pelos seus metadados como por palavras-chave;
- Identificação Única: ao inserir um ativo, um identificador único é gerado, independente do ativo armazenado e permitindo a localização independente do local armazenado;
- Publicação: capacidade para publicação e compartilhamento do conteúdo armazenado, seus metadados e direitos;
- Direitos Autorais: garante que os ativos e os direitos de uso serão respeitados;
- Contratos: gerenciamento dos contratos relacionados aos artistas e produtores de conteúdo com relação aos direitos autorais.

2.5.2 Padrões de Metadados

Um metadado, de uma maneira geral, é a informação descritiva sobre uma fonte de dado, que pode ser usado para organizar, identificar, representar, localizar, interoperar, gerenciar e usar esse dado (BLANKEN et al., 2007). Quando falamos de conteúdos digitais, os metadados tratam com a complexidade de descrever, gerenciar e usar o conteúdo digital. Para trabalhar com essas complexidades inerentes ao conteúdo digital, diversos padrões de metadados foram definidos, como MPEG-7, TV-Anytime, PBCore e P/META.

O MPEG-7 tem por objetivo padronizar a descrição de conteúdo multimídia, permitindo a interoperabilidade entre sistemas e aplicações em geração, gerenciamento, distribuição e consumo de conteúdo audiovisual (SIKORA; PURL, 2001).

De acordo com o *TV-Anytime Forum* (apud SILVEIRA DIAS, 2008), a proposta do TV-Anytime é criar novas possibilidades para as aplicações em receptores de TV Digital explorando armazenamento e persistência locais, envolvendo entrega independente da rede, interoperabilidade, integração em sistemas existentes e, ainda, a especificação das estruturas de segurança necessárias.

Também chamado de Dublin Core Metadata Initiative, o PBCore é um padrão de metadados focado especificamente na descrição de conteúdo público. É um padrão que tem relação com o *Dublin Core*, o padrão de metadados mais consolidado atualmente (DELGADO et al., 2006).

Considerando um ambiente profissional de produção de conteúdo, o P/META é um projeto criado pela EBU (*European Broadcasting Union*) e consiste na criação de um padrão de vocabulário para uso em funções de alto nível no intercâmbio de programas (EBU, 2011).

2.5.3 Formatos de Arquivos para Conteúdo Digital

O formato de arquivo digital de um conteúdo varia de acordo com o tipo de conteúdo – vídeo, áudio, foto, livros, etc. Como explicado, os tipos de arquivos são gerenciados pelo sistema de gerenciamento de ativos de maneira transparente. Porém,

em redes de televisão, outros requisitos para armazenamento e produção surgem, levando a novos (meta)formatos para trabalhar com conteúdo digital.

Em um ambiente de televisão, vários formatos surgem para intercâmbio entre os produtores de conteúdo, entre eles podemos citar o MXF e o AAF. Estes formatos encapsulam o conteúdo digital, seus metadados e foram especificados para permitir a transmissão em rede dos conteúdos de maneira eficiente.

2.5.3.1 MXF

O *Material eXchange Format* é um formato aberto com o objetivo de compartilhar material audiovisual e os metadados associados (DEVLIN, 2002), implementado e desenvolvido para melhorar a interoperabilidade de conteúdo digital entre servidores, estações de trabalho e os criadores de conteúdo.

Um conteúdo em MXF pode armazenar o conteúdo e seus metadados, armazenar conteúdo de maneira a permitir sua visualização enquanto é transferido e encapsular qualquer tipo de formato. A figura 12 apresenta a estrutura de um arquivo MXF.

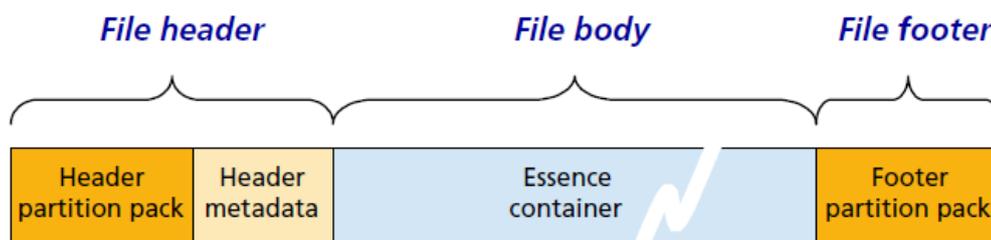


Figura 12: Estrutura de um arquivo MXF.

Um arquivo MXF contém um cabeçalho (*file header*), um corpo do arquivo (*file body*) e um rodapé (*file footer*). No cabeçalho, a parte inicial possui identificadores únicos para o conteúdo encapsulado no MXF. Além disso, podem ser adicionadas novas informações, o que permite a modificação de um arquivo MXF com adição ou remoção de conteúdo, de metadados etc. O cabeçalho de metadados é onde são armazenados os metadados do conteúdo. No corpo do arquivo MXF, a essência (*Essence container*) armazena o conteúdo digital. Vários conteúdos (essências) podem ser adicionados em um único arquivo MXF. No rodapé estão informações sobre a delimitação final do arquivo.

2.5.3.2 AAF

O formato AAF (*Advanced Authoring Format*) permite o intercâmbio de essência e metadados entre ferramentas de autoria de conteúdo digital (LU, 2002) e (DEVLIN, 2002). O formato MXF é derivado do formato AAF, ou seja, os formatos são complementares e podem trabalhar em um mesmo ambiente de produção e distribuição de conteúdo.

2.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a fundamentação teórica sobre modelos de interredes, contratos digitais, linguagens de expressão de direitos, linguagens de expressão de políticas e gerenciamento de conteúdo, sobre os quais este trabalho é desenvolvido. Na seção 2.1 foram apresentados modelos de interconexão em redes, incluindo as redes *overlay* e *grids* computacionais. Na seção 2.2 foram apresentados os conceitos de contratos e as abordagens utilizadas para representar um contrato entre duas partes em meio digital, o que inclui as linguagens de representação de contratos

digitais e *frameworks* ou arquiteturas para gerenciamento eletrônico desses contratos. Na seção 2.3 foram abordados os principais conceitos sobre linguagens de expressão de direitos, apresentando as linguagens mais comumente usadas para representar direitos sobre os ativos digitais em uma cadeia de valor. Já seção 2.4 foram apresentadas as linguagens de expressão de políticas, seus conceitos e aplicabilidades no controle de acesso aos recursos, aqui mapeados como ativos digitais. Por fim, na seção 2.5 os gerenciadores de ativos digitais são discutidos e seus conceitos apresentados.

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentadas quatro propostas que envolvem a criação de redes de compartilhamento de ativos digitais. A primeira é um *framework* para intercâmbio de conteúdo entre produtores de TV (XAC); em seguida o *Gridcast* apresenta uma infraestrutura de distribuição de conteúdo em *Grid* e *Web Services*; uma terceira abordagem é a definição de uma arquitetura para produção e distribuição de conteúdo (AXMEDIS); por fim o *MediaGrid* apresenta um *framework* para compartilhamento de recursos na produção de conteúdo audiovisual em *grids* computacionais.

3.1 Sistema de Intercâmbio XAC

A arquitetura do sistema de intercâmbio XAC (DELGADO et al., 2006) possibilita a troca de conteúdo entre emissoras de televisão através da Internet. Foi desenvolvido utilizando a infraestrutura da rede IP de audiovisual da Catalunha (*Xarxa IP Audiovisual de Catalunya – XAC*) e tem como participantes as emissoras de TV locais.

A objetivo principal da formação da rede é facilitar o intercâmbio entre as diversas emissoras de TV através da infraestrutura da Internet, considerando questões relacionadas aos metadados e direitos autorais dos conteúdos compartilhados.

Para trabalhar com metadados distintos de várias emissoras, foi proposto um novo modelo de metadados chamado de XAC-MS (*XAC Metadata Set*), permitindo trabalhar com vários provedores de conteúdo de maneira que o conteúdo torne-se interoperável entre os participantes da rede. Além disso, o XAC-MS também é interoperável com outros formatos de metadados, como o TV-*Anytime* e o MPEG-7.

Os usuários da rede de intercâmbio – as emissoras de TV – possuem dois papéis: o de consumidores e de fornecedores de conteúdo. Como consumidores, as emissoras estão aptas a pesquisar e utilizar o conteúdo disponibilizado na rede de intercâmbio. Já como fornecedores, as emissoras podem publicar o conteúdo para a rede e torná-lo disponível para as outras emissoras participantes da rede.

Outro enfoque dado ao trabalho é na questão dos direitos autorais dos conteúdos disponibilizados para intercâmbio. Uma vez que o conteúdo está em formato digital (ativo digital), foi proposto o uso de um modelo de DRM utilizando linguagens de expressão de direitos (*Rights Expression Language – REL*) para definir o modelo de negócios na troca de conteúdo entre as emissoras participantes da rede. O modelo tem por objetivo garantir a verificação de direitos autorais e da propriedade intelectual.

A figura 13 apresenta a arquitetura de sistema da XAC. As estações são responsáveis pela inserção do conteúdo no servidor (*XAC Content Server*) e também por definir as regras de uso para esse conteúdo. No servidor de metadados (*XAC Metadata Server*) temos a funcionalidade de busca de um conteúdo, para isso utilizando os metadados XAC-MS. Também é onde ocorre o acesso às políticas definidas pela emissora para o conteúdo disponibilizado na XAC. Ainda de acordo com a figura 13, os provedores de conteúdo (*Content Providers*) são entidades que disponibilizam efetivamente o conteúdo e são parte das emissoras participantes da rede.

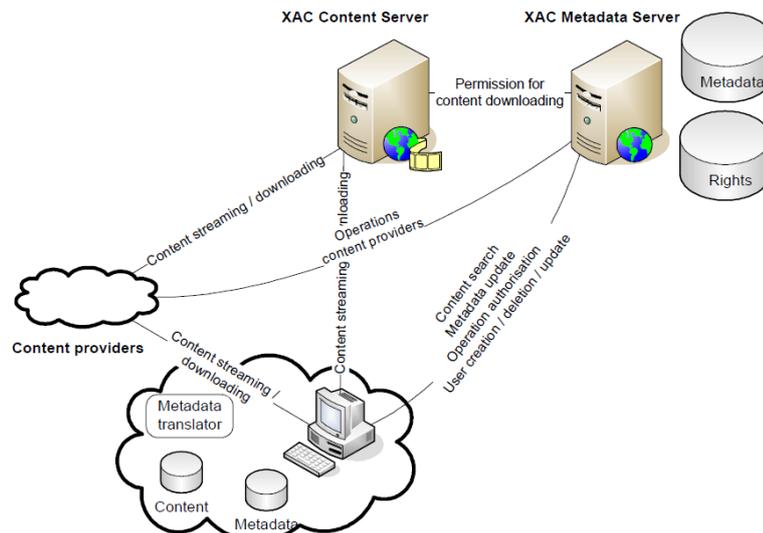


Figura 13: Arquitetura XAC (DELGADO et al., 2006).

A rede de intercâmbio funciona num modelo de comercialização de conteúdo, onde a emissora busca por determinado conteúdo e tem a opção de negociar e pagar para ter acesso. Durante a compra, ocorre a negociação e criação da licença para o conteúdo. Se for concretizada esta negociação, o pagamento é realizado e uma licença é expedida para o conteúdo em favor do comprador.

A proposta do sistema de intercâmbio XAC destaca a padronização de metadados para resolver problemas de interoperabilidade, suporte a negociação de conteúdo e emissão de licenças, bem como um mecanismo para garantia de direitos de uso através da linguagem de expressão de direitos MPEG-21 REL. Contudo é implementada em uma arquitetura com servidor centralizado, formando uma rede controlada de participantes. Utiliza o conceito de licença de uso para exportar os termos de uma negociação, não provendo qualquer tratamento para o ciclo de vida da licença.

3.2 Gridcast

O *Gridcast* (HARMER et al., 2005) é uma solução desenvolvida para transmissão de vídeos gravados e/ou ao vivo, em forma de grades de programação, entre as diversas localidades onde estão instaladas as emissoras afiliadas à rede BBC. A rede BBC utilizada pelo *Gridcast* é conectada por uma infraestrutura física de rede interligando as afiliadas da BBC na Irlanda, Escócia, País de Gales e emissoras locais da BBC em Londres e no Leste e Nordeste do Reino Unido.

A abordagem da BBC para intercâmbio de conteúdo entre as afiliadas da rede BBC é utilizar um sistema de *Grid* computacional e *Web Services*, de maneira a garantir qualidade de serviço nas transmissões, armazenamento dos arquivos audiovisuais, segurança na transmissão, modificação e uso dos vídeos e integração de metadados que definem os vídeos. O funcionamento do *Gridcast* pressupõe uma infraestrutura de banda larga para suportar a transmissão entre as emissoras.

Outro aspecto importante da arquitetura é a utilização de uma infraestrutura orientada a serviços, oferecidos sob o modelo de *Grid* computacional para fornecer a infraestrutura de compartilhamento e transmissão do conteúdo entre as emissoras. O *Gridcast* implementa uma coleção de serviços baseado em seis áreas centrais de transmissão: serviços de distribuição de conteúdos das emissoras, serviços de gerenciamento de conteúdo das emissoras, serviços de recursos técnicos, serviços de fluxo de trabalho das emissoras, serviços de transmissão e serviços de integração com

terceiros. A coleção dos serviços oferecidos fornece às emissoras novas funcionalidades na infraestrutura de funcionamento, como a possibilidade de capturar o *workflow* de outras emissoras participantes da rede, a integração com sistemas de transmissão locais de cada emissora, como os que transmitem a programação, serviços genéricos de integração com sistemas gerenciadores de conteúdo, permitindo que outras emissoras possam ser integradas ao *Gridcast*, entre outros tipos de integrações.

No transporte dos conteúdos entre as emissoras, o *Gridcast* utiliza um *Broker*, responsável pelo gerenciamento e mobilidade dos conteúdos. O *Broker* atua de forma a escolher a melhor maneira de transportar o conteúdo. Neste caso, é possível utilizar diversos métodos de transporte, como NAS (*Network Attached Storage*), GridFTP, HTTPS, *Multicast* e Ao Vivo (*Live*). Além disso, os conteúdos são movidos entre as emissoras participantes do *Gridcast*, garantido o uso dos ativos digitais nas grades de programação caso alguma emissora esteja desconectada da rede.

A proposta do *Gridcast* é focada na infraestrutura de grades de programação com conteúdo sob demanda e ao vivo para transmissão pelas redes de televisão da BBC, utilizando uma rede de alta velocidade e tecnologias em *Grid* computacional para transmitir o conteúdo da grade para as emissoras e garantir o processamento dos dados de maneira distribuída. Apesar do *Gridcast* propor controle de direitos autorais sobre os ativos digitais compartilhados e também integração com diferentes sistemas de gerenciamento de conteúdo, o trabalho não coloca claramente como isso é feito.

3.3 AXMEDIS

A AXMEDIS (BELLINI et al., 2005) é uma proposta de criação de um ambiente para produção e distribuição de conteúdo digital, com o objetivo de reduzir custos, suportar toda a cadeia de produção (digitalização, produção, composição, integração, agregação, sincronização, formatação, adaptação, indexação e integração), garantir um modelo de proteção, suportar diferentes modelos de negócios (B2C e B2B), trabalhar com qualquer formato, usar diferentes formatos de proteção (DRM), integrar-se com diferentes sistemas de gerenciamento de conteúdo (CMS), suportar diferentes canais de distribuição do conteúdo (internet, satélite, redes de celulares, TV interativa, etc.), automatizando todo o processo de produção e distribuição de conteúdo digital entre diferentes produtores de conteúdo que compartilhem os mesmos objetivos. Para alcançar os objetivos apresentados, a arquitetura AXMEDIS propõe o uso de um modelo de objeto digital unificado, capaz de incorporar qualquer conteúdo digital, podendo este objeto digital ser monitorado e protegido durante todo o fluxo de dados entre os componentes da arquitetura.

A figura 14 apresenta a arquitetura geral da AXMEDIS, seus componentes e fluxo de informação. A arquitetura AXMEDIS é dividida em cinco áreas principais: a Fábrica (AXMEDIS *Factory*), a AXEPTool, os Tocadores (*Players*), a Distribuição (*Distribution Area*) e os Utilitários de Proteção e Supervisão (*Protection and Supervision Tools*).

Uma Fábrica (AXMEDIS *Factory*) é criada para agregar um ou mais gerenciadores de conteúdo (CMS) e recuperar (*Crawler*) o conteúdo digital desses CMS. Todo o conteúdo recuperado e seus respectivos metadados são processados (AXMEDIS *Content Processing Engine and Scheduler*) e transformados em objetos AXMEDIS, sendo armazenados em uma base de dados (AXMEDIS *Database Area*). Uma vez armazenados, podem ser editados (AXMEDIS *Editor*) para incluir novos metadados, modelos de proteção DRM, entre outros atributos. Também é possível agora utilizar os utilitários de programação e publicação (*Programme and Publication*), que

interconecta a base de objetos AXMEDIS aos canais de distribuição, ou gerenciar o fluxo de informação entre diversas outras Fábricas (*Workflow Management Tools*). Tudo isso é contabilizado (*AXMEDIS Accounting Area*) para que o detentor de um conteúdo digital possa acompanhar as estatísticas de uso de um determinado conteúdo e, se desejar pode, por exemplo, aplicar alguma política de remuneração para o uso de seu conteúdo.

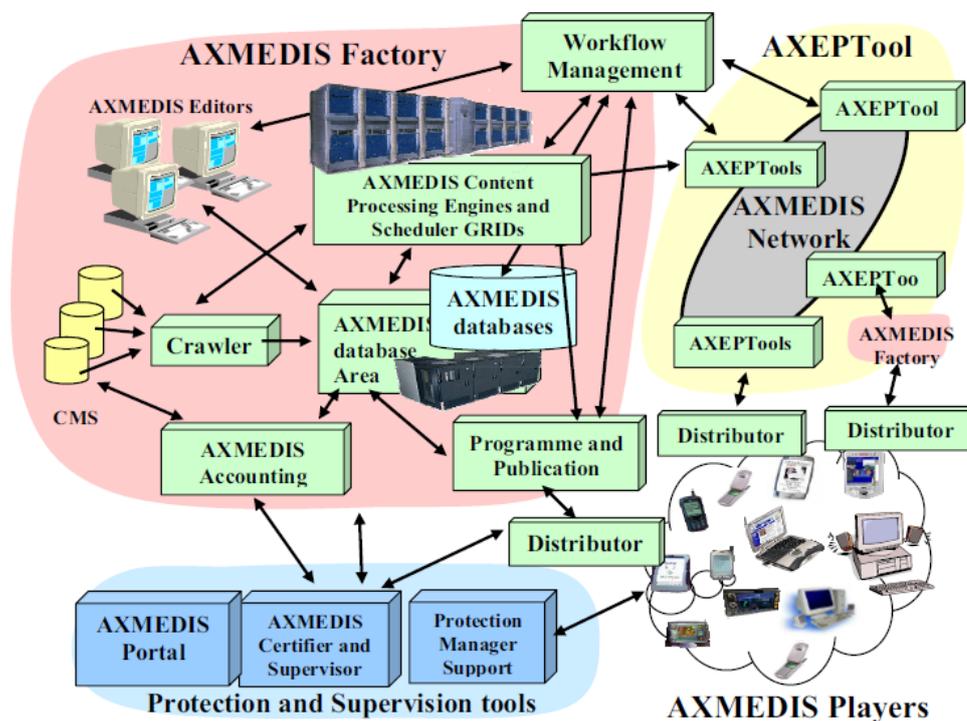


Figura 14: Arquitetura Geral AXMEDIS (BELLINI et al., 2005).

Na Área AXEPTool é formada a rede de distribuição de conteúdo com distribuidores, integradores, produtores ou com outras fábricas (*AXMEDIS Network*). O componente AXEPTool é responsável por estabelecer mecanismos de compartilhamento de conteúdo entre fábricas, onde o conteúdo é trocado através de um sistema *Peer-to-Peer* (P2P). Uma vez publicado no AXEPTool, o conteúdo é acessível através de buscar a todos os participantes da rede de distribuição AXMEDIS. A negociação de troca de conteúdo é analisada de acordo com os contratos e as políticas de cada parte e monitorada pelo supervisor e certificador de transações (*AXMEDIS Certifier e Supervisor*).

Os Tocadores (*AXMEDIS Client Players*) são responsáveis pela exibição dos objetos AXMEDIS nos consumidores do conteúdo, e suportam os diferentes modelos de DRM aplicados nos objetos compartilhados pela AXMEDIS.

Na Distribuição (*Distributor*) tem-se a integração dos diversos canais de distribuição, o que inclui redes sem fio, a Internet, distribuição por satélite, cabo ou terrestre, TV Digital, redes de celular, entre outros meios que estejam disponíveis.

Por fim, o sistema de supervisão e proteção (*AXMEDIS Protection and Supervision Tools*) tem a responsabilidade de autenticar, autorizar e rastrear as atividades realizadas nos objetos AXMEDIS. A proteção é aplicada pelo certificador e supervisor (*AXMEDIS Certifier and Supervisor – AXCS*) e utilizada pelo gerente de proteção (*AXMEDIS Protection Manager Support – PMS*). O PMS é responsável por verificar as licenças e compartilha-las entre outros PMS, suportando diferentes domínios e canais de distribuição dentro da AXMEDIS. Toda a informação de certificação e supervisão é disponibilizada para o portal (*AXMEDIS Portal*), onde é

possível listar todas as empresas, dispositivos, documentação, ferramentas, e demais informações sobre a AXMEDIS.

A proposta do AXMEDIS define uma rede P2P para compartilhamento através de um modelo de direitos autorias baseado em MPEG-21 REL para registrar o uso dos ativos digitais. Esta abordagem é centralizada no objeto digital AXMEDIS que representa o ativo digital e dessa maneira todos os dispositivos necessitam de componentes padronizados para acessar o objeto.

3.4 MediaGrid

O arcabouço *MediaGrid* (VOLCKAERT et al., 2008) foi desenvolvido com o objetivo de integrar produtoras de áudio e vídeo, compartilhamento de armazenamento e de dispositivos especializados de transmissão e captura de conteúdo, em um domínio controlado, reduzindo custos de produção e distribuição. Além disso, permite aos parceiros comerciais a extensão de suas parcerias na comercialização de serviços multimídia, o que inclui (i) distribuição de conteúdo audiovisual entre diversas organizações com qualidade de serviço; (ii) facilidade para compartilhar recursos e/ou ativos, como dispositivos especializados de captura, servidores de renderização, entre outros; (iii) integração de padrões para troca de conteúdo multimídia, permitindo interoperabilidade entre os participantes.

O *MediaGrid* é construído sobre o conceito de Micro e Macro Grids: o primeiro é composto por uma estação local de produção e distribuição de conteúdo que interconecta diferentes recursos e provê ferramentas de gerenciamento, acesso e controle local para os recursos e os ativos digitais. Já o segundo é uma coleção de Micro Grids onde os recursos podem ser compartilhados entre os vários Micro Grids que constituem o Macro Grid, respeitando as políticas de acesso aos recursos definidas por cada Micro Grid. A figura 15 apresenta o modelo do *MediaGrid*.

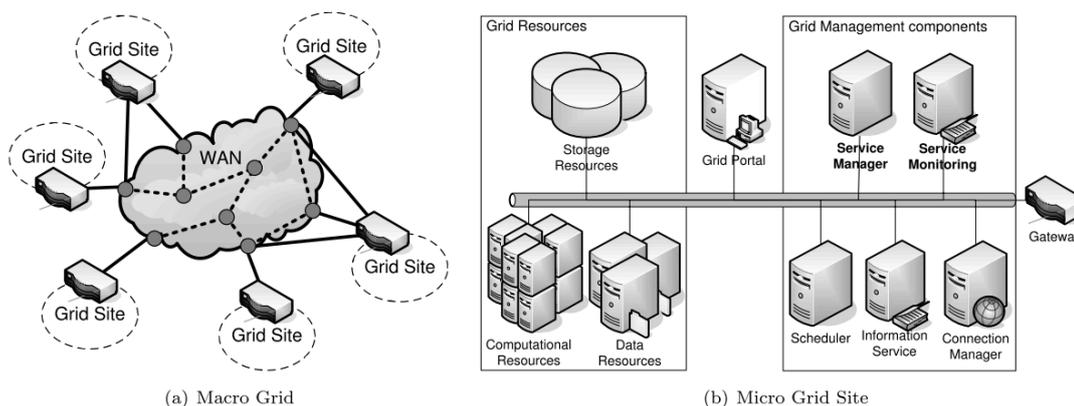


Figura 15: Modelo de Grid do MediaGrid (VOLCKAERT et al., 2008).

De acordo com a figura 15, a conexão de vários *Grid Sites* (ou *Micro Grid Site*) através de uma rede WAN cria um *Macro Grid*. Internamente, os *Grid Sites* possuem recursos próprios (computacional, armazenamento, etc.) e um conjunto de componentes de gerenciamento, que incluem o Gerenciador de Conexões (*Connection Manager*), responsável por monitorar as interconexões, o Serviço de Informação (*Information Service*), responsável por registrar e monitorar os recursos disponíveis e por fim o Agendador (*Scheduler*), o Gerenciador de Serviço (*Service Manager*) e o Monitor de Serviço (*Service Monitor*), responsáveis por suporte avançado na reserva de recursos. Cada *Grid Site* ainda tem o seu próprio Portal aonde os clientes podem submeter as solicitações para processamento pelo *MediaGrid*.

No *MediaGrid* a proposta tem foco na colaboração de recursos distribuídos pelo *Grid* para produção e distribuição de conteúdo através de conexões de rede e uma arquitetura constituída por agrupamentos de pequenos grids (micro) em um macro grid. Existe a aplicação de políticas internas na utilização dos recursos dos micro grids, que podem ser transferidos a outros micro grids de acordo com a política. Entretanto não há referência sobre como é estabelecida a relação entre dois micro grids para compartilhamento de recursos, nem como é formalizada uma política. Também não é especificado nenhum uso de metadados ou linguagens de especificação de direitos.

3.5 Comparação entre os Trabalhos

A partir da análise das soluções propostas nos trabalhos apresentados nas seções 3.1 a 3.4 foram identificados diversas estratégias para tratar o problema do compartilhamento de ativos digitais. Pela complexidade das soluções, percebe-se que é possível classificar as soluções partir de três áreas principais: (i) redes de distribuição e produção colaborativa de conteúdo; (ii) direitos de uso, controle de acesso, acordos e negociação no compartilhamento; (iii) integração de metadados, bases de conteúdo digital e sistemas de busca e indexação.

As redes de distribuição definem que modelo de interconexão é utilizado para a formação das redes de compartilhamento utilizadas nas propostas. Essas redes são construídas sobre uma infraestrutura de comunicação já existente, como a Internet no caso do XAC e AXMEDIS ou em redes/conexões privadas, como no caso do *Gridcast* e o *MediaGrid*, caracterizando estas soluções propostas como redes de *overlay*. Mas é possível ainda diferenciar a partir do tipo de rede de *overlay* utilizada na formação das redes de compartilhamento. No AXMEDIS foi utilizado um modelo P2P, enquanto que *Gridcast* e *MediaGrid* utilizam um modelo de Grid. Já o XAC trabalha em um modelo de cliente-servidor centralizado. Outra característica a destacar é a produção colaborativa de conteúdo, que é destacada nas propostas AXMEDIS, *Gridcast*, *MediaGrid* e ausente na proposta XAC.

Quanto ao compartilhamento de recursos e/ou ativos digitais as soluções propostas consideram características relacionadas ao controle de acesso e uso dos conteúdos, que incluem políticas de acesso, direitos de uso, acordos e negociação. Representados por linguagens de expressão de direitos, os direitos de uso são usados para estabelecer mecanismos de monitoramento do ativo digital, que é feito em qualquer dispositivo onde o ativo é armazenado. De maneira semelhante, políticas vão estabelecer controles de acesso aos ativos digitais, através de linguagens de especificação de políticas, mas trabalham apenas a questão do acesso ao ativo, a partir da especificação de políticas. No primeiro caso, AXMEDIS e XAC trabalham com o padrão MPEG21-REL, enquanto que as políticas só são suportadas pelo *MediaGrid*, sem um padrão específico definido. Outra questão fundamental são os acordos originados a partir de negociações entre os participantes de uma rede de compartilhamento. O resultado de uma negociação é um contrato com os termos negociados no acordo. XAC e AXMEDIS suportam este tipo de atividade, enquanto que no *Gridcast* e *MediaGrid* os contratos e a negociação são limitados.

Por fim, as redes de compartilhamento devem funcionar com diversos ativos, e isto implica em adaptações de metadados. A XAC propôs analisar e correlacionar diversos metadados, chegando a uma definição de metadados, enquanto que a AXMEDIS utilizou um padrão já desenvolvido para as adaptações. O *Gridcast* tem um suporte limitado a metadados, enquanto que o *MediaGrid* não dá suporte a este tipo de operação. Atrelado aos metadados tem-se um sistema de busca e de indexação para dar

suporte a localização, negociação e transferência dos ativos digitais, que aparece em todas as propostas e soluções, excluindo-se o *MediaGrid*. Por fim a integração das bases de conteúdo trata de acessar sistemas de gerenciamento de conteúdo e recuperar o ativo digital em si. Este acesso depende também dos metadados envolvidos. O XAC apresenta uma solução de acesso considerando bases que suportem apenas MPEG-21-REL e TV-Anytime, enquanto o *Gridcast* possui um suporte limitado a integração de diferentes bases de conteúdo e seus metadados. Já o AXMEDIS propõe o acesso a qualquer base de conteúdos. A tabela 3 mostra um resumo da comparação entre os trabalhos relacionados.

Tabela 3: Comparação entre trabalhos relacionados

Solução Aspecto	XAC (2008)	AXMEDIS (2005)	Gridcast (2005)	MediaGrid (2008)	ICAT
Rede de Distribuição	Cliente-Servidor	P2P	Grid	Grid	Interrede
Produção Colaborativa	Não suportado	Suportado	Suportado	Suportado	Não suportado
Políticas de Acesso	Não suportado	Não suportado	Não suportado	Suportado	Suportado
Direitos de Uso	MPEG21-REL	MPEG21-REL	Não suportado	Não suportado	Não suportado
Acordos	Baseado em Licenças	Baseado em Licenças	Suportado	Suportado	Baseado em Contratos
Negociação	Suportado	Suportado	Limitado	Limitado	Suportado
Busca e Indexação	Suportado	Suportado	Suportado	Não suportado	Suportado
Metadados	XAC-MS	Dublin Core	Suportado	Não suportado	Não suportado
Integração de Bases de Conteúdo	MPEG21-REL TV-Anytime	Qualquer Base de Conteúdos	Limitado	Não suportado	Qualquer Base de Conteúdos

A tabela 3 compara as abordagens dos trabalhos relacionados a partir das questões definidas como relevantes no contexto do compartilhamento de ativos digitais: redes de distribuição, produção colaborativa, políticas de acesso, direitos de uso, acordos, negociação, busca e indexação, metadados e integração. Também é possível ver na tabela 3 a proposta deste trabalho, chamada de ICAT, e de que maneira essas questões são abordadas na solução.

Para este trabalho, é considerado um modelo de interredes em que a rede de distribuição é formada a partir de conexões diretas, onde os participantes conectam-se ponto a ponto, e indiretas, onde dois participantes conectam-se através de intermediários dentro da rede. Para então definir as conexões (rotas) dentro da rede e de que maneira as organizações participantes interagem, contratos são utilizados para definir os acordos estabelecidos entre os participantes. As políticas são usadas em conjunto com os contratos para definir controle de acesso aos ativos digitais definidos nos acordos. Os contratos e políticas vão ser resultado de rodadas de negociação necessárias ao estabelecimento da rede e de compartilhamento de conteúdos e por isso a ICAT trata também a questão da negociação. Questões relacionadas aos sistemas de conteúdos, onde estão armazenados os ativos digitais, também são abordadas, dada a heterogeneidade de organizações participantes da interrede e, conseqüentemente, dos diversos sistemas de gerenciamento de conteúdos. De forma mais limitada, a integração utiliza um conjunto de metadados simples para acesso ao conteúdo, bem como a definição de um sistema de busca e indexação.

3.6 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados algumas soluções para compartilhamento de ativos digitais através da formação de redes de compartilhamento. Ficou evidente a partir dessas soluções que uma preocupação é garantir que os ativos digitais, quando compartilhados, serão utilizados de acordo com as regras estabelecidas pelos detentores dos direitos sobre estes ativos. Através de contratos, políticas ou direitos de uso, esta tarefa é menos complicada quando as organizações tem acordos diretos entre si, mas se torna complexa quando há a possibilidade de conexão indireta, utilizando intermediários. Esta última não é abordada em nenhuma das soluções analisadas. Diante disso, identificamos a possibilidade de definir uma arquitetura que contemple um modelo de interrede que agrega as questões principais relacionadas aos direitos sobre ativos. No próximo capítulo a arquitetura da solução proposta neste trabalho é apresentada em detalhes.

Capítulo 4

Interrede de Compartilhamento

Este capítulo apresenta a arquitetura e os componentes da interrede de compartilhamento de ativos digitais, apresentada inicialmente no capítulo 1, cujo objetivo é a integração de organizações detentoras de ativos digitais de modo a permitir o compartilhamento do conteúdo audiovisual disponibilizado por cada organização conectada à interrede, respeitando contratos e políticas estabelecidos aos conteúdos disponibilizados.

Um aspecto importante a se considerar durante a definição da arquitetura é que o foco está na formação de uma interrede, construída sobre a infraestrutura de conectividade em rede que as organizações já possuem, como por exemplo conexões com a Internet. Nesse caso necessariamente temos que a arquitetura da interredes é definida sobre uma outra infraestrutura de rede já existente, caracterizando-a como uma rede de *overlay* (MARTINEZ-YELMO et al., 2008). Uma outra característica importante que deve estar presente na arquitetura de interrede é que o tráfego de informação entre as organizações participantes da interrede deve ser feita da maneira mais transparente possível. Este princípio é utilizado hoje em dia no modelo de interconexão em rede proposto para a Internet, em que os pacotes IP trafegam entre diversas redes distintas através de roteadores, que trabalham de maneira transparente repassando os dados sem que o usuário perceba seu funcionamento (STALLINGS, 2002). Considerando a interrede de compartilhamento de ativos digitais, isto implica dizer que um usuário de uma organização conectada a interrede deve ser capaz de acessar conteúdos como se estivesse realizando uma busca no acervo local de ativos digitais da sua organização, sendo a interrede responsável por repassar as informações da busca para os outras organizações participantes, retornando o resultado ao usuário.

Garantir transparência de compartilhamento de ativos digitais exige que a informação que trafega na interrede esteja condicionada a uma série de regras de uso e operação. Para implementar o comportamento transparente da interrede considerando as regras de uso associadas aos ativos digitais, a arquitetura propõe o uso de contratos digitais e políticas. Os contratos digitais estabelecem um acordo geral entre as organizações, especificando termos de uso, enquanto que as políticas vão controlar o acesso aos ativos digitais. Ainda utilizando os contratos digitais é possível que duas organizações dentro da interrede possam negociar conteúdos específicos. Uma negociação é estabelecida por uma rodada de ofertas e contraofertas entre dois ou mais participantes da interrede, de acordo com as características dos ativos digitais, como qualidade (resolução) ou número de acessos (popularidade). Entretanto, essa negociação é realizada de maneira semi-automatizada, necessitando da intervenção de usuários das organizações envolvidas na negociação.

Uma outra característica relacionada a transparência na utilização da interrede dá-se na questão da integração das bases de conteúdo. Diante da heterogeneidade de sistemas gerenciadores de ativos digitais existentes, a arquitetura propõe uma simplificação na integração dessas bases de ativos digitais, onde cada organização participante da interrede associa apontadores para identificar a localização original dos ativos digitais nos sistemas de gerenciamento de conteúdos.

Para alcançar as características propostas para a arquitetura de compartilhamento de ativos digitais e considerando o modelo de interrede da seção 1.3, foi definido um elemento conceitual chamado de Ponto de Troca de Conteúdo – PTC, apresentado na Figura 16.

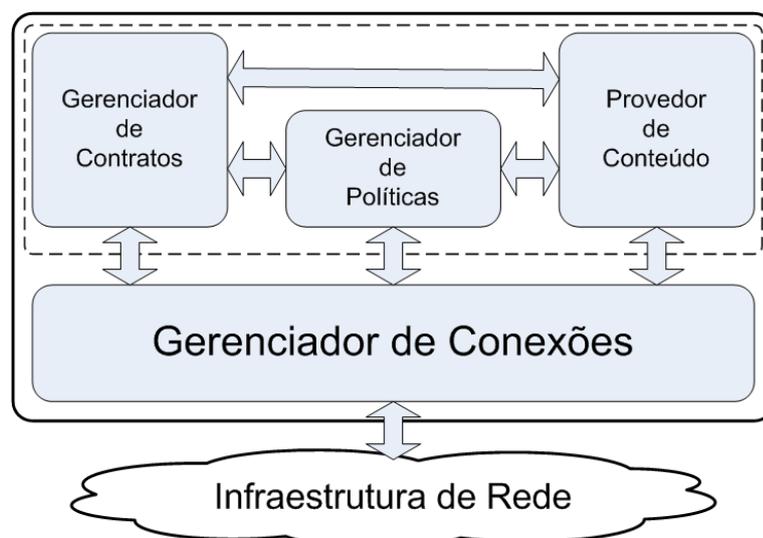


Figura 16: Ponto de Troca de Conteúdo.

De acordo com a figura 17, o PTC está dividido em quatro componentes principais: Gerenciador de Conexões, Gerenciador de Políticas, Gerenciador de Contratos e Provedor de Conteúdo. O Gerenciador de Conexões provê uma interface de comunicação entre a Infraestrutura de Rede e outros três componentes do PTC – Gerenciador de Contratos, Gerenciador de Políticas e Provedor de Conteúdo – representados na figura 16 dentro de um retângulo tracejado. As mensagens originadas nos componentes de um PTC são recebidas pelo Gerenciador de Conexões e encaminhadas para a Infraestrutura de Rede e entregue a outros PTCs da interrede. Além disso, os componentes Gerenciador de Contratos, Gerenciador de Políticas e Provedor de Conteúdo podem trocar mensagens diretas entre si durante o processamento das mensagens. De uma maneira geral, classificamos as mensagens que são recebidas e enviadas com origem no Gerenciador de Conexões como mensagens externas, ou seja, trocadas entre PTCs distintos, enquanto que as mensagens trocadas entre os componentes Gerenciador de Conteúdo, Gerenciador de Políticas e Provedor de Conteúdo são mensagens internas, necessárias para a colaboração desses componentes na execução das funcionalidades do PTC.

Como apresentado, o PTC é o componente da arquitetura de interrede que permite às organizações estabelecerem conexões e compartilharem seus ativos digitais. Em uma comparação simples com o modelo Internet (STALLINGS, 2002), o PTC representa um roteador de borda, que é responsável pelo encaminhando dos pacotes IP entre redes distintas, de maneira transparente para os usuários que utilizam estas redes. Porém o PTC é mais complexo, uma vez que pela proposta da arquitetura é preciso tratar não só as conexões entre os participantes da interrede, mas também o compartilhamento dos ativos digitais, suas permissões de uso, negociações contratuais e o acesso aos ativos digitais e seus metadados. Antes de detalhar os componentes do PTC, na próxima seção apresentamos uma descrição das funcionalidades da interrede de compartilhamento.

4.1 Arquitetura

A arquitetura da interrede de compartilhamento de ativos digitais tem por objetivo integrar organizações detentoras de ativos digitais, possibilitando o compartilhamento deste conteúdo. Esta arquitetura é construída considerando cada organização como um domínio administrativo onde as regras de operação são unificadas e os ativos digitais trafegam com pouco ou nenhum controle (ANJOS, DOS et al., 2007). Nesse contexto, é importante destacar que a definição da arquitetura da interrede deve contemplar os seguintes requisitos:

- a) Funcionamento considerando domínios administrativos distintos;
- b) Ser escalável e permitir o ingresso de novas organizações;
- c) Aplicar e respeitar contratos e políticas (regras de uso) especificadas para os ativos digitais;
- d) Prover negociação de conteúdo entre dois ou mais integrantes;
- e) Ser adaptável aos sistemas de gerenciamento de conteúdos dos participantes da interrede.

O funcionamento sob domínios administrativos distintos está na essência da definição da interrede, uma vez que os participantes são organizações heterogêneas, cada uma com suas próprias regras de operação. Por isso é preciso que estas regras sejam exportadas para a interrede. Isto é feito na arquitetura a partir de contratos e políticas que são aplicados aos ativos digitais no momento em que são compartilhados por uma organização.

Como a arquitetura é projetada para funcionar em um modelo de interrede, é importante que haja escalabilidade permitindo que novas organizações conectem-se à interrede a partir de alguma organização já conectada, com impacto localizado e sem degradação significativa no funcionamento interrede como um todo. Na formação da interrede, esquemas de roteamento, propagação de informação e demais características também são pensados considerando o crescimento da rede com a integração de mais organizações.

Outro ponto importante que diferencia a arquitetura da interrede de outras redes de compartilhamento é a aplicação de contratos e políticas aos ativos digitais compartilhados. As organizações têm liberdade para aplicar suas regras de operação e de direitos de uso e exploração sobre seus ativos digitais compartilhados com a interrede. Através dos contratos digitais, pode-se representar a relação entre dois ou mais participantes. Já políticas de uso são aplicadas para controle de acesso aos ativos digitais disponíveis na interrede.

Outra funcionalidade importante da interrede é a negociação de ativos digitais. As organizações têm liberdade para escolher quais as regras de uso dos seus ativos digitais, que são definidas nas políticas. Porém é possível expandir essas regras iniciais de uso através da negociação de novos contratos. Quando algum participante quer ter acesso a um ativo digital que não tem política definida, não tem contrato que contemple este ativo, ou mesmo existindo um contrato este é limitado, duas organizações podem iniciar uma negociação envolvendo aspectos relevantes ao ativo digital, como preço, qualidade do vídeo, quantidade de acessos e etc. O resultado é um novo contrato que representa os termos de uso resultantes da negociação do ativo digital entre as partes envolvidas na negociação.

Por fim temos a questão do acesso aos ativos digitais nas bases locais das organizações, frequentemente armazenados em sistemas gerenciadores de ativos digitais. Estes sistemas suportam uma variedade de formatos digitais – áudio, vídeo, imagens, documentos, etc. – e também de metadados. Entretanto, os sistemas de gerenciamento de conteúdo são preparados para tratar os ativos digitais de maneira

eficiente, disponibilizando mecanismos de acesso, busca, permissões etc. Para interagir com esses sistemas de gerenciamento de conteúdo a estratégia utilizada é utilizar identificadores únicos que fazem referência direta aos ativos digitais das organizações em suas bases de dados originais. Em outras palavras, uma referência é utilizada pela interrede para publicar, acessar, negociar e realizar todas as operações disponíveis na interrede sobre os ativos digitais.

Uma vez apresentada a arquitetura, seus objetivos, características e funcionalidades, apresentamos de maneira mais detalhada na figura 17 os componentes do PTC, juntamente com os módulos internos e o fluxo de comunicação entre estes módulos.

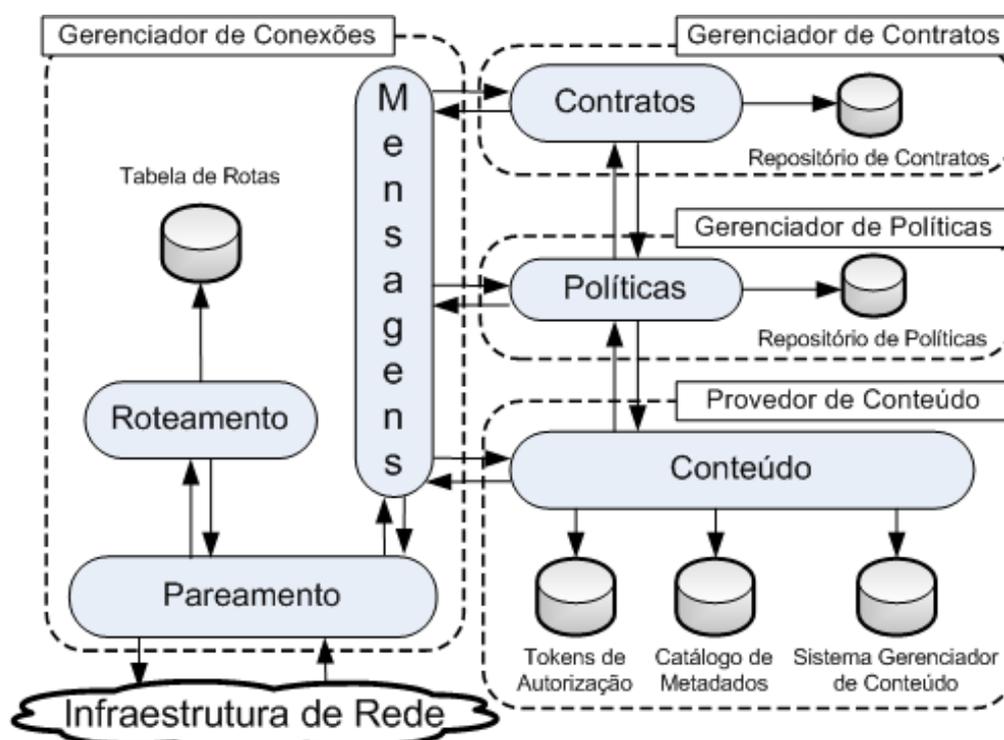


Figura 17: PTC em detalhes e o fluxo de informação entre os componentes.

O fluxo de informação em um PTC é iniciado a partir do recebimento de uma mensagem originária de um outro PTC pela Infraestrutura de Rede e repassada ao componente Gerenciador de Conexões. A formação das conexões entre os PTCs é explícita, ou seja, deve haver a intensão mútua entre duas organizações de realizarem uma conexão e então as primeiras configurações do PTC são feitas manualmente. Neste componente, o módulo *Pareamento* verifica se a mensagem foi recebida a partir de um PTC com conexões ativas e também se a mensagem é destinada ao PTC que recebeu a mensagem ou se deve ser encaminhada a outro PTC da interrede. Para isso, o *Pareamento* consulta o módulo *Roteamento* para calcular a rota adequada da mensagem utilizando a base de dados *Tabela de Rotas*, aonde se encontram as rotas ativas do PTC na interrede. Uma vez identificado o destino da mensagem – se local ou encaminhamento – o módulo *Mensagens* faz o tratamento adequado e controla o fluxo da mensagem entre os três outros componentes do PTC: Gerenciador de Contratos, Gerenciador de Políticas e Gerenciador de Conteúdo. Primeiramente, a partir dos dados das organizações de origem e destino contidos na mensagem, é verificada a relação contratual entre estas organizações através do módulo *Contratos* do Gerenciador de Contratos. Caso um contrato válido permita a interação entre estas organizações, a mensagem agora é tratada pelo módulo *Políticas* do Gerenciador de Políticas, onde é

analisado se a solicitação contida na mensagem é permitida ou não, como por exemplo, se é possível visualizar ou acessar um conteúdo da organização. Por fim, se a solicitação feita na mensagem passou com sucesso pelos dois primeiros componentes, no Gerenciamento de Conteúdo é então solicitado acesso ao ativo digital através do módulo Conteúdo. Então o acesso ao conteúdo se dará por uma conexão ponto a ponto entre as duas organizações que interagirão.

Apresentamos até agora uma descrição simplificada dos componentes do PTC e seu funcionamento no contexto da interrede. Nas próximas seções maiores detalhes desses componentes são apresentados.

4.2 Gerenciador de Conexões

Para formar a interrede, o PTC deve ser capaz de estabelecer uma conexão com outros PTCs e encaminhar as mensagens na interrede. Esta função é exercida pelo componente **Gerenciador de Conexões**, responsável pelo estabelecimento, manutenção e término de conexões, o que inclui também a função de roteamento de mensagem entre os PTCs da interrede. Para cada conexão, o **Gerenciador de Conexões** mantém uma identificação única de cada PTC bem como uma tabela de rotas estabelecidas com os outros PTCs da interrede. Essas estruturas foram definidas da seguinte maneira:

- Identificação da Rede (*NetworkID*): identifica unicamente cada PTC da interrede e é atrelado ao endereço da *Infraestrutura de Rede*;
- Nome do PTC (*PTCName*): nome lógico associado ao Identificador da Rede;
- Tabela de Roteamento: mantém a informação para cada PTC conectado.

Ainda de acordo com a figura 17, temos que o **Gerenciador de Conexões** é composto pelos módulos *Pareamento*, *Roteamento* e *Mensagens*, que são detalhados nas próximas seções.

4.2.1 Pareamento

O *Pareamento* é responsável pela conectividade entre os PTCs, utilizando para isso as informações relacionadas à identificação do PTC na interrede através do *NetworkID*. Assim uma conexão entre dois PTCs é definida pela seguinte tupla:

$$\text{conn} = \langle \text{NetworkID}_{\text{orig}}, \text{PTCName}_{\text{orig}}, \text{NetworkID}_{\text{dest}}, \text{PTCName}_{\text{dest}} \rangle$$

Onde:

- $\text{NetworkID}_{\text{orig}}$ é a *Identificação da Rede* do PTC que origina a conexão;
- $\text{PTCName}_{\text{orig}}$ é o *Nome do PTC* que origina a conexão;
- $\text{NetworkID}_{\text{dest}}$ é o *Identificação da Rede* do PTC que recebe a conexão;
- $\text{PTCName}_{\text{dest}}$ é o *Nome do PTC* que recebe a conexão;

O identificador *NetworkID* é uma associação direta com o endereço de transporte provido pela **Infraestrutura de Rede**. Neste trabalho é considerado que o protocolo TCP/IP (KUROSE; ROSS, 2010) é usado como ponto de conexão em nível de transporte com a infraestrutura de rede sob a qual a interrede é formada. O *NetworkID* é então calculado pela aplicação de uma função *hash* SHA-1 (FIPS PUB 180-1, 1995) ao endereço de transporte da **Infraestrutura de Rede**.

O *PTCName* é um nome usado para representar de maneira mais legível um PTC da interrede. É também repassado e utilizado nos outros três componentes do PTC para validar contratos, políticas e acesso a conteúdos compartilhados.

O pareamento entre dois PTCs é uma tarefa explícita, ou seja, os responsáveis pelas organizações devem concordar em executar uma conexão para fins de participação na interrede, iniciando assim a interrede (*bootstrap*). Outras organizações podem então

se juntar a interrede fazendo novas conexões de pareamento com algum PTC já presente na rede, aumentando o número de PTCs e consequentemente o tamanho da interrede. Este processo de crescimento caracteriza-se por ser não estruturado, sem uma hierarquia ou organização topológica bem pré-definida (COOPER, 2005), mas é interessante para a proposta da interrede pois oferece escalabilidade e suporte a algoritmos distribuídos de pesquisa. Considerando estas características, a formação da interrede baseia-se em algumas soluções propostas em (CHAWATHE et al., 2003) para criação de uma rede de *overlay peer-to-peer* não estruturada, escalável, com suporte a um sistema de busca distribuído. Assim as seguintes etapas devem ser seguidas para um PTC participar da interrede:

- Quando dois PTCs – chamados de Origem e Destino – decidem estabelecer uma conexão, ambos definem os respectivos *PTCName* e *NetworkID*, este último calculado automaticamente dependendo do endereço da **Infraestrutura de Rede**;
- Uma vez estabelecida a conexão, o PTC_{origem} e $PTC_{destino}$ compartilham suas tabelas de rotas.

Para ilustrar este conceito, considere a figura 18. A formação da rede começa pelos PTCs A e B, representados na figura 18(a). Quanto há o estabelecimento de uma conexão (ligação entre A e B), houve o envio das tabelas de roteamento entre A (Origem) e B (Destino), ficando a tabela de rotas de acordo a tabela apresentada na figura 18(a). Já na figura 18(b), C se conecta a B, também compartilhando suas tabelas de rotas. O processo é repetido para a entrada de D e E, respectivamente representados nas figuras e tabelas da figura 18(c) e figura 18(d).

Note pelas tabelas apresentadas na figura 18 que todos os PTCs tem em suas tabelas de rotas as conexões aos seus vizinhos. Dessa maneira, a entrada de novos PTCs na rede pode ser feita de maneira mais escalável, com troca de informação localizada.

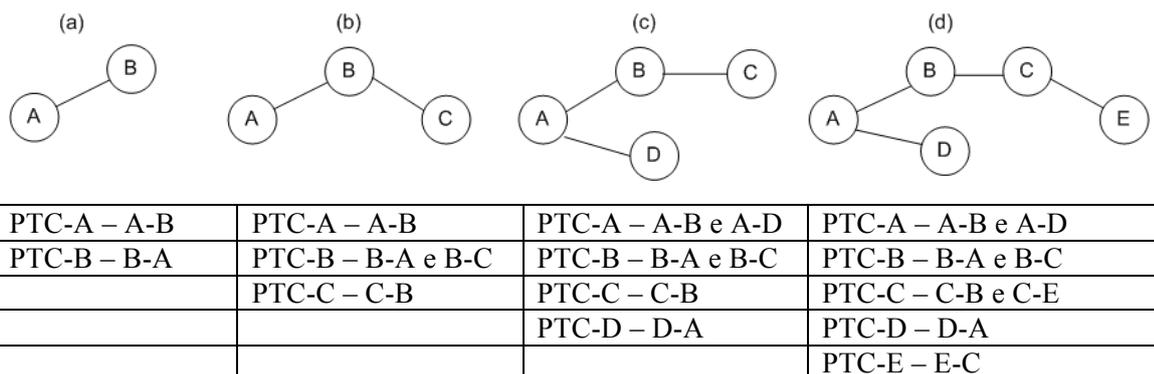


Figura 18: Formação da Interrede e Propagação das Tabelas de Rotas.

Também é importante considerar as saídas de PTCs da interrede e disparar atualizações nas tabelas de rotas. Para manter a interrede consistente, um PTC envia periodicamente mensagens aos PTCs diretamente conectados a ele com o objetivo de detectar se alguma conexão foi perdida. Caso algum PTC falhe, a conexão é removida da tabela de rotas.

4.2.2 Roteamento

O *Roteamento* é responsável pelo repasse de mensagens entre os PTCs da interrede de acordo com as entradas armazenadas na tabela de rotas. Inicialmente as rotas são as conexões diretas com outros PTCs, mas novas rotas são aprendidas a partir do uso da interrede. Uma mensagem originada em um PTC contém inicialmente o

endereço de origem e destino. Ao se consultar a tabela de rotas, o PTC vai existir uma rota (incluindo todos os saltos) até o endereço de destino. Se não tiver, o algoritmo de roteamento encaminha a mensagem para todas as conexões diretas, menos de onde ele recebeu a mensagem.

Quando uma mensagem chega em um PTC, o algoritmo de roteamento adiciona ao campo de origem da mensagem o seu próprio nome, indicando que a passagem da mensagem por um PTC. Novamente é verificado se existe uma rota na tabela de rotas para entrega direta da mensagem, caso contrário, a mensagem é repassada a todas as conexões. A marcação nas mensagens com a indicação de um caminho é baseada nas ideias utilizadas no protocolo BGP (REYNOLDS et al., 2006).

Para ilustrar o roteamento, considere novamente a figura 18(d), onde A envia uma mensagem para E. O PTC de A verifica se existe algum caminho na tabela de rotas que identifique uma rota específica para entrega da mensagem. Como não existem caminhos, a mensagem é encaminhada para todos os PTCs, nesse caso B e D. O PTC D vai retornar uma mensagem de volta para A indicando “rede inalcançável” a partir daquele caminho (A-D). Já o PTC B vai encaminhar para C a mensagem, que por sua vez adiciona na mensagem o seu nome, e assim sucessivamente até chegar em E. Quando E processar a mensagem e enviar uma resposta, é possível direcionar um caminho específico entre os outros PTCs, já que na mensagem foram adicionados os nomes de todos os PTCs por onde a mensagem passou.

4.2.3 Mensagens

Mensagens recebidas de outros PTCs são manipuladas pelo componente *Mensagens* e encaminhadas para outros componentes, de acordo com figura 17. As mensagens seguem o padrão de comunicação pedido-resposta (*request-response*) e tem o formato de acordo com o apresentado na figura 19.

Origem	Destino	Tipo	Dados (opcional)
--------	---------	------	------------------

Figura 19: Formato de uma Mensagem da Interrede.

Na Origem e Destino são informados os campos *PTCName* e *NetworkID* respectivamente do emissor e do receptor da mensagem. *Tipo* define o tipo da mensagem, usado pelo módulo *Mensagens* para decidir a qual componente a mensagem deve ser entregue para tratamento. *Dados* contém informações dependentes do tipo da mensagem, como dados referentes a uma negociação, *Token* de acesso ao conteúdo, contrato de compartilhamento de conteúdo ou uma palavra-chave para uma busca, mas é opcional para alguns tipos de mensagem, como verificação de falha de conexão com PTCs vizinhos.

4.3 Gerenciador de Contratos

O **Gerenciador de Contratos** é responsável pelo gerenciamento do ciclo de vida dos contratos digitais estabelecidos entre os participantes da interrede. Um contrato vai governar a relação entre duas partes na interrede em termos de permissões, proibições e obrigações estabelecidas a partir da definição de cláusulas contratuais envolvendo sujeitos, ações, recursos e condições. O contrato é então representado em uma linguagem computacionalmente tratável e armazenados em uma base de dados para que possa ser recuperado e executado.

A formalização de um contrato digital deve considerar três questões: um modelo de dados, que especifica o relacionamento entre os componentes de um contrato, um

vocabulário, que estabelece os termos semânticos para expressar as relações estabelecidas pelo modelo de dados e por fim uma representação que codifica o modelo de dados e o vocabulário em um documento digital. As seções 2.3 e 2.4 apresentaram algumas linguagens de expressão de direitos e linguagens de políticas, que apesar de uma nomenclatura diferente, possuem em comum a capacidade de representar de direitos e deveres através de cláusulas ou regras associadas a quatro elementos principais – sujeitos, recursos, condições e ações – aplicando sobre as cláusulas ou regras modificadores que expressam permissões, proibições ou obrigações.

Dessa maneira, ao invés de definir para os contratos um novo modelo de dados, vocabulário e representação, a proposta é possibilitar a utilização de qualquer linguagem para representar os contratos através da definição de um contrato mais simples que capture a estrutura básica de um contrato (RATAI; HEDER, 2010).

4.3.1 Definição de um Contrato

Para permitir a utilização de diversas linguagens de direitos ou políticas, foi definido um modelo de contrato que captura uma relação simples entre duas partes, enquanto que a expressão de direitos e deveres entre estas partes é definida a partir de extensões. Para utilizar uma linguagem de expressão de direitos ou políticas no contrato é necessário que ela ofereça um modelo de dados que possa representar regras ou cláusulas envolvendo sujeitos, ações, recursos e condições, além de permissões, obrigações e proibições. Dessa maneira, a formalização do modelo de dados do contrato é apresentado na figura 20.

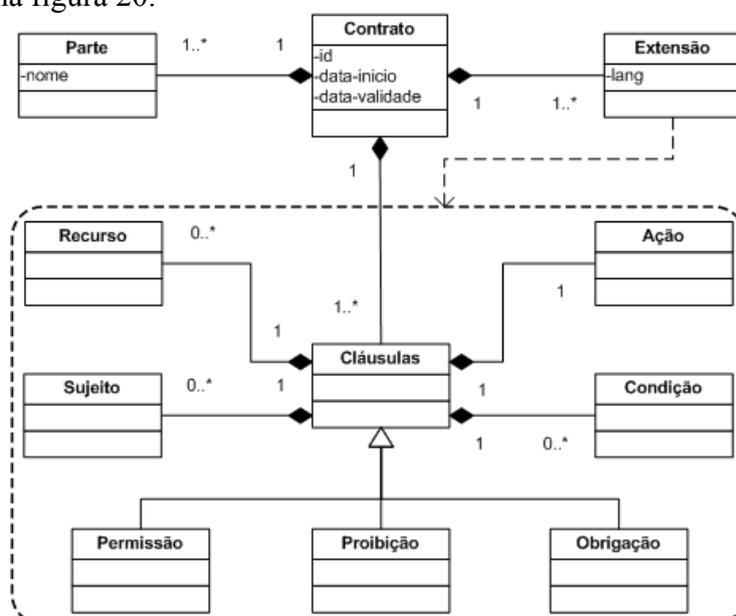


Figura 20: Modelo de Dados de um Contrato Digital da Interrede.

De acordo com o modelo de dados apresentado na figura 20, um contrato é composto por duas ou mais *Parte* e pode ser composto por *Extensão*, que deve ser usado quando houver a utilização de uma linguagem para expressar as relações entre os elementos representados dentro do quadrado pontilhado. Estes elementos não são definidos formalmente em um modelo de dados, vocabulário ou representação e devem ser mapeados para as respectivas construções de acordo com a linguagem utilizada na representação do contrato. Assim a referência para um contrato na interrede é que ele deve possuir *Cláusulas* que por sua vez podem ter *Recurso*, *Sujeito* e *Condição* e obrigatoriamente ter uma *Ação*, onde o resultado de uma ação representada na cláusula é uma *Permissão*, *Proibição* ou *Obrigação*.

4.3.2 Vocabulário

O vocabulário contém os termos semânticos a serem utilizados na instanciação de um contrato utilizando o modelo de dados. Esses termos são representações padronizadas para tipos de dados (*string*, inteiro, ponto flutuante, etc.), para funções de comparação, booleanas ou de testes (maior que, menor que, se-senão, *and*, *or*, *not*, etc.), expressões regulares, e também representação dos elementos do modelo de dados. A definição ou escolha de um vocabulário vai depender da expressividade e domínio que a linguagem de representação dos contratos deseja alcançar, além da capacidade de evolução para representação de outras relações contratuais inicialmente não previstas durante a especificação (IANNELLA, 2007). O vocabulário a ser utilizado para representação dos contratos está atrelado à linguagem de expressão utilizada, já que o contrato definido para a interrede prevê a utilização de qualquer linguagem. Contudo, o vocabulário relacionado a *Contrato*, *Parte* e *Extensão* deve ser definido, uma vez que fazem parte do modelo de dados definido para um contrato da interrede. Este vocabulário é apresentado na tabela 4.

Tabela 4: Vocabulários de termos do modelo de dados de um contrato.

Termo	Identificador	Definição
Parte	parte	Partes envolvidas no contrato, identificado por <i>nome</i> .
Extensão	extensao	Elemento que indica o uso de uma linguagem específica, representada por <i>lang</i> .
Contrato	contrato	Identificação do contrato através de um identificador (<i>id</i>), uma data inicial (<i>data-inicio</i>) e uma data final (<i>data-validade</i>).

A primeira coluna especifica o termo do modelo de dados enquanto que a segunda coluna especifica a representação deste termo quando escrito em uma linguagem de representação. Por fim, a terceira coluna traz uma definição do termo e seus atributos. Ainda que seja possível utilizar qualquer linguagem de expressão de contratos ou direitos, escolhemos inicialmente o vocabulário da linguagem XACML (OASIS, 2005) por ter uma representação genérica de vários tipos de dados, funções, expressões e demais termos, permitindo uma composição expressiva e conseqüentemente aumentando a capacidade de evolução dos contratos (COI; OLMEDILLA, 2008). Além disso, como será discutido na seção 4.4, a linguagem utilizada na representação de políticas também é o XACML, o que facilita o intercâmbio de informação entre o **Gerenciador de Contratos** e o **Gerenciador de Políticas**.

4.3.3 Representação de um Contrato

Uma vez definidos o modelo de dados e o vocabulário, agora podemos definir uma linguagem de representação do contrato. Neste trabalho foi utilizada a linguagem XML para representar os termos do contrato, por ser uma linguagem simples, extensível e flexível (W3C, 2008), e usada para representar a maioria das linguagens de expressão contratos ou direitos.

A tabela 5 apresenta a representação em XML de um contrato considerando o vocabulário relativo ao modelo de dados e alguns termos do vocabulário de dados originários do XACML.

Tabela 5: Representação de um Contrato em XML.

```

1 <contrato id="..." data-inicio="..." data-validade="...">
2
3 <parte nome="..." />
4 <parte nome="..." />
5
6 <extensao lang="...">
7 <permissao>
8 <clausula id="...">
9 <recurso>
10 <tipo>...</tipo>
11 <valor>...</valor>
12 </recurso>
13 <sujeito>
14 <tipo>...</tipo>
15 <valor>...</valor>
16 </sujeito>
17 <acao>
18 <tipo>...</tipo>
19 <valor>localizar</valor>
20 </acao>
21 <condicao>
22 <tipo>...</tipo>
23 <valor>...</valor>
24 </condicao>
25 </clausula>
26 <clausula>...</clausula>
27 </permissao>
28 <proibicao>
29 <clausula>...</clausula>
30 </proibicao>
31 <obrigacao>...</obrigacao>
32 </extensao>
33 <extensao lang="...">...</extensao>
34 </contrato>

```

Como podemos ver na tabela 5, todas as possíveis estruturas de formação de um contrato foram representadas. A linha 1 abre a representação do contrato identificado por *id*, *data-inicio* e *data-validade*. Nas linhas 3 e 4 temos a definição das partes envolvidas no contrato. As ações expressas nas cláusulas são executadas de acordo com as permissões, proibições ou obrigações. Uma *Permissão* contém uma ou mais *Cláusulas* (linha 7 a 26), assim como também *Proibição* (linha 28 a 30) e *Obrigação* (linha 31). As proibições, permissões e obrigações, bem como as cláusulas e seus elementos são definidos como uma *Extensão* e devem ser especificados de acordo com a linguagem definida em *lang*. Por fim, a representação do contrato é finalizada na linha 34. Vale ressaltar que nem todos os campos apresentados na tabela 5 são necessários na definição do contrato (ver figura 20).

4.3.4 Ciclo de Vida de um Contrato

O módulo *Contratos* do componente **Gerenciador de Contratos** apresentado na figura 17 é responsável pelo ciclo de vida de um contrato em um PTC da interrede. O ciclo de vida envolve a busca, representação, execução, finalização e negociação dos contratos entre os participantes da interrede. A figura 21 detalha os componentes do ciclo de vida de um contrato na interrede. Quando uma mensagem é recebida através do módulo *Mensagens* do componente *Gerenciador de Conexões*, o módulo *Parser* vai fazer uma análise da mensagem e decidir para qual módulo encaminhar. Se a mensagem for relacionada a uma negociação será encaminhada para o módulo *Negociação*; se tratar de uma mensagem para verificar termos contratuais será encaminhada para o módulo *Execução*; para ser enviada para o módulo *Busca*, a mensagem deve fazer referência a um contrato que não está em execução e conseqüentemente precisa ser

buscado para ser executado. O módulo *Busca* procura no *Repositório de Contratos* um contrato de acordo com a parte que originou a busca. Se encontrado, o contrato em XML é repassado para o módulo de *Execução*. A execução de um contrato implica a verificação dos termos contratuais para as consultas feitas ao PTC e garantido o cumprimento desses termos. Quando em execução, um contrato pode ser declarado como *Finalizado* caso ultrapasse a data de validade ou alguma cláusula especifique explicitamente a obrigação de finalização caso alguma condição tenha sido atingida pela interação das partes. Ainda temos o módulo *Negociação*, que será acionado caso a *Busca* não tenha retornado um contrato válido, ou as duas partes querem renegociar termos de um contrato já estabelecido. O resultado da negociação é enviado para o módulo *Representação*, que recebe os termos negociados e cria o XML que representa o contrato e armazena no *Repositório de Contratos*.

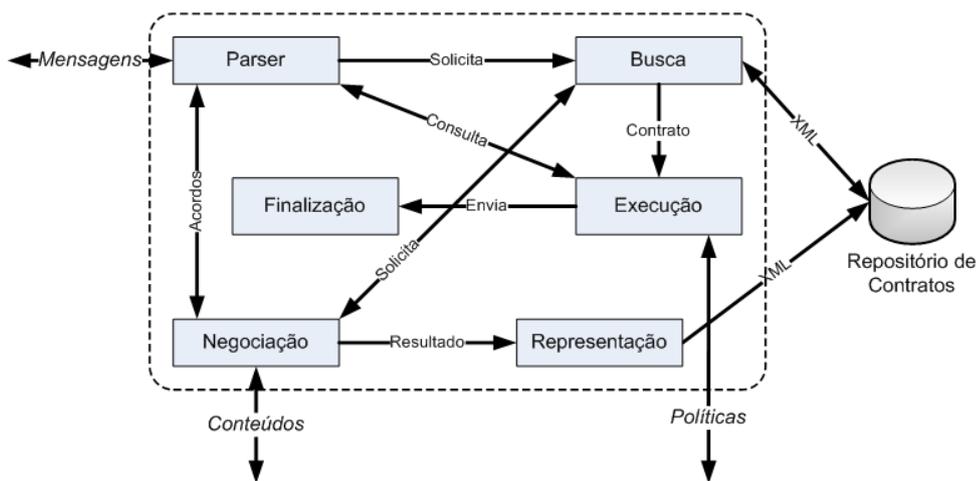


Figura 21: Ciclo de vida de um contrato.

No **Gerenciador de Contratos** ainda existem três interfaces de comunicação com os outros componentes de um PTC, como apresentado na figura 21. O módulo *Negociação* tem acesso ao *Gerenciador de Conteúdos* para solicitar informações sobre os metadados dos ativos digitais que serão utilizados como componentes de precificação durante uma negociação. Já o *Gerenciador de Políticas* acessa diretamente o módulo *Execução* com a finalidade de checar se as políticas aplicadas para acesso aos ativos digitais são corroboradas pelos contratos assinados entre as partes.

4.3.5 Negociação de Ativos Digitais

Uma função importante presente na interrede é a capacidade de negociação contratual, possibilitando a extensão do compartilhamento dos ativos digitais de acordo com termos negociados entre as partes. A negociação entra em funcionamento quando uma parte deseja acessar um ativo digital mas não tem permissão para tal ou sua permissão é restritiva, como por exemplo visualizar apenas alguns segundos de um vídeo.

A negociação ocorre de maneira semi-automática como proposto por (MAIA et al., 2013) a partir de vários atributos dos ativos digitais, como resolução, número de visualizações, preço etc. Para o conjunto de atributos $a = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, onde n é o número de atributos considerados na negociação, tem-se a definição de quatro valores: um peso (α), o melhor valor (m), o pior valor (p) e o valor desejado (d). A partir dos atributos e dos valores de cada atributo, o algoritmo de negociação trabalha gerando ofertas e contraofertas que estejam dentro dos valores definidos para os atributos do ativo digital.

Após uma série de m rodadas de negociação as partes podem ou não chegar a um acordo. Caso um acordo seja estabelecido, os termos negociados (resultado) são então representados em um contrato específico entre estas partes e enviado para o repositório de contratos, assim sendo possível a sua execução (ver figura 20).

4.4 Gerenciador de Políticas

Na interrede, as políticas representam o controle de acesso a ser aplicado nos ativos digitais compartilhados pelos participantes. Dessa forma, o **Gerenciador de Políticas** é o componente do PTC responsável por receber os pedidos de acesso, avaliar e decidir sobre o acesso, a partir da aplicação de uma ou mais políticas previamente estabelecidas para o conteúdo que foi compartilhado com a interrede. Para a avaliação das políticas também são considerados os contratos estabelecidos entre os participantes da interrede.

Neste trabalho, a interrede utiliza políticas definidas pela linguagem de especificação de políticas XACML (OASIS, 2005). Uma política em XACML segue o paradigma Condição-Ação onde a Condição só é avaliada quando explicitamente requisitada para então ser executada uma Ação (HAN; LEI, 2012). Também consideramos a escolha do XACML por suportar indexação de políticas e a capacidade de apresentar uma decisão de acesso a partir da combinação de várias políticas.

Ainda considerando políticas, dois tipos foram definidos: interna e externa. Uma política interna descreve de que maneira um determinado conteúdo poderá ser acessado a partir de requisições originadas de dentro do domínio administrativo da organização. Já a política externa define como o conteúdo compartilhado para toda a interrede é acessado a partir de requisições de outros PTCs, ou seja, originada em outros domínios administrativos da interrede.

Neste trabalho, ao se falar o termo política, estamos nos referindo a política externa, pois o foco maior está na definição de acesso a partir das requisições de outros PTCs, de maneira distribuída. Ainda que não tratando diretamente de políticas internas, o **Gerenciador de Políticas** aqui definido oferece suporte para implementar este tipo de política.

4.4.1 Modelo de Dados, Vocabulário e Representação

Semelhante aos contratos, a linguagem de política XACML também possui um modelo de dados, um vocabulário e uma representação. A seção 2.4.3 descreve o XACML e apresenta na figura 10 o modelo de dados. O vocabulário especificado no padrão XACML tem a característica de fornecer suporte a vários tipos de funções, tipos de dados, atributos e parâmetros, não definindo termos específicos. Por exemplo, em linguagens como ODRL (IANNELLA, 2002) vários termos são pré-definidos, como Tocar (*Play*), Gravar (*Record*), Copiar (*Copy*), entre outros. Já no XACML é responsabilidade do implementador da política dar semântica ao termo utilizado. Já a representação computacional da linguagem é feita utilizando XML.

4.4.2 Modelo de Autorização

A autorização e controle de acesso realizados pelo **Gerenciador de Políticas** é baseada no modelo de fluxo de dados definido pelo XACML. A partir desse modelo, o módulo *Políticas* apresentado na figura 17 é definido de acordo com a figura 22.

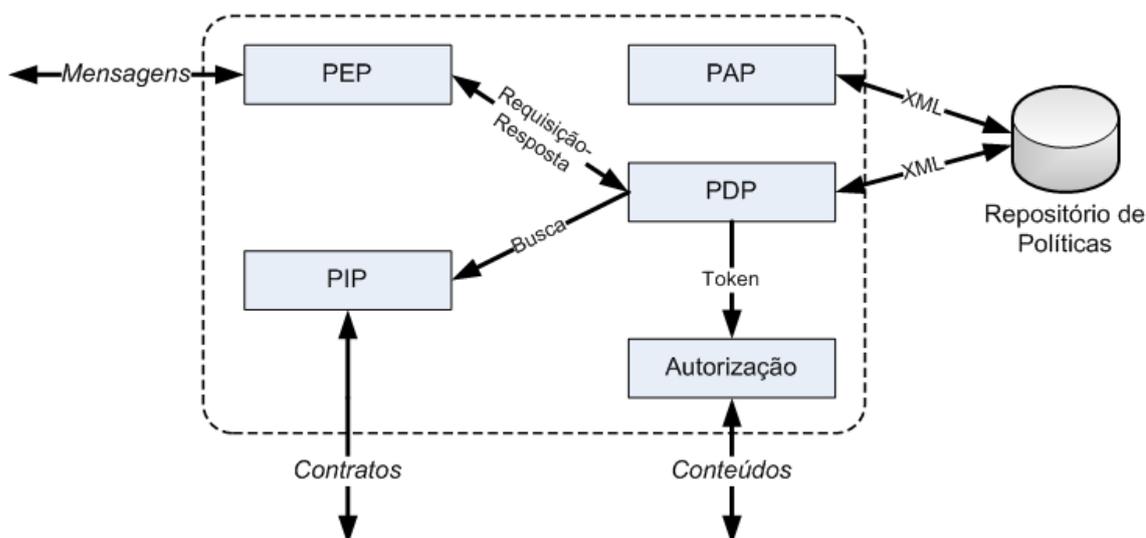


Figura 22: Modelo de Autorização de Acesso. Baseado em (OASIS, 2005).

De acordo com a figura 22, o **Gerenciador de Políticas** é composto por cinco módulos principais: *PEP*, *PDP*, *PAP*, *PIP* e *Autorização*, além de uma base de dados chamada de *Repositório de Políticas*. O *PEP* (*Policy Enforcement Point*) é o módulo responsável pela aplicação de uma autorização ou negação de acesso baseado na avaliação das políticas. Um pedido que chega ao *PEP* é encaminhado ao *PDP* (*Policy Decision Point*) que, a partir dos dados fornecidos na requisição, irá buscar no *Repositório de Políticas* se existe alguma política para o pedido realizado. Os parâmetros enviados para o *PDP* são relacionados ao recurso acessado, quem está solicitando acesso, qual a ação executada e sob que condições. Com essas informações o *PDP* vai comparar cada parâmetro especificado com os parâmetros referenciados nas regras de uma política. Se alguma regra ou conjunto de regras casar com os parâmetros, o efeito da regra – Permitir ou Negar – é retornado pelo *PDP*.

Como já apresentado, os participantes da interrede estabelecem relações através de contratos. Dessa maneira, uma etapa adicional é utilizada pelo *PDP* para decidir sobre resposta acerca da aplicação ou não de uma política: a verificação contratual entre as partes. Dessa maneira, um passo adicional de busca é feito pelo *PDP* ao *PIP* (*Policy Information Point*), que é responsável por fornecer atributos adicionais para a efetiva decisão sobre a aplicação de uma política pelo *PDP*. Esses atributos adicionais vem do **Gerenciador de Contratos**, onde são analisadas as cláusulas contratuais juntamente com a avaliação das políticas para uma decisão final. Para exemplificar, considere que uma política define que qualquer pessoa pode acessar o conteúdo referenciado na política. Agora considere que existe um contrato que estabelece uma cláusula de remuneração em termos de troca de conteúdo 1:1, ou seja, cada conteúdo enviado por uma parte dá direito a outra parte receber um conteúdo. Se na hora da avaliação uma parte não tiver créditos, o acesso será negado pela política. Quando houver crédito para a operação, a política ao consultar o contrato volta a retornar o acesso ao conteúdo.

Uma vez que o acesso é liberado pelo *PDP*, considerando políticas e contratos, um *Token* é gerado para o módulo *Autorização*. Este *Token* será enviado e armazenado no Gerenciador de Conteúdos, registrado a permissão de acesso autorizada pela política. Uma vez que a parte acessa utilizando o *Token*, o Gerenciador de Conteúdo remove o *Token* e conseqüentemente a permissão de acesso.

Por fim, ainda de acordo com a figura 22, o *PAP* (*Policy Administration Point*) é um ponto para a administração da organização escrever as políticas a serem utilizadas para acesso aos conteúdos que serão compartilhados.

4.5 Gerenciador de Conteúdo

O **Gerenciador de Conteúdos** é responsável pela interface de comunicação entre os sistemas de gerenciamento de conteúdos utilizados pelas organizações, sendo possível realizar buscas e recuperar os ativos digitais para compartilhado na interrede. O nível de integração utilizado para os ativos digitais é definido pela captura e registro no **Gerenciador de Conteúdo** dos metadados e dos meios de acesso aos ativos digitais. A integração pode ser feita de duas maneiras distintas: manualmente, por alguém responsável por cadastrar alguns metadados sobre os ativos digitais ou automática, através da captura dos metadados diretamente dos sistemas de gerenciamento de ativos digitais.

Apesar de desejável, a captura automática é uma tarefa complexa de se realizar no ambiente heterogêneo da interrede, onde vários gerenciadores de ativos diferentes são utilizados. Ainda é uma tarefa que depende da criação de adaptadores para cada tipo de sistema gerenciador. Entretanto, algumas soluções podem ser usadas, como a *FocuSeek Searchbox*, que se propõe a ser uma ferramenta de captura, indexação, busca e navegação de qualquer tipo de conteúdo digital não estruturado, a partir de qualquer fonte, como Websites, FTP, redes sociais, sistema de arquivos, etc. (BALDINI; BINI, 2007).

Há de se considerar que os sistemas gerenciadores de ativos são muito eficientes no trabalho que se propõem a realizar: indexação, armazenamento, busca, metadados, visualização, entre outros (AUSTERBERRY, 2006). Dessa maneira, a abordagem de integração adotada pelo **Gerenciador de Conteúdo** tem por objetivo utilizar a infraestrutura dos sistemas de gerenciamento de ativos, fornecendo uma interface para acesso aos ativos digitais das organizações. A figura 23 apresenta em detalhes o módulo *Conteúdo* do **Gerenciador de Conteúdo**.

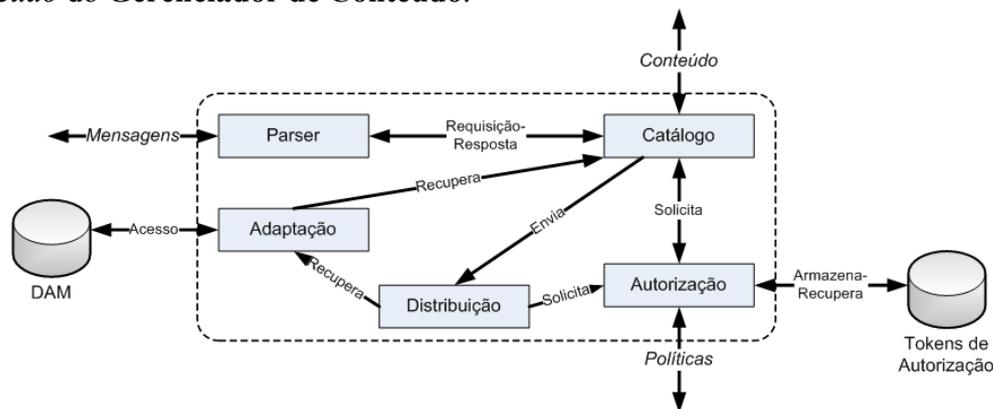


Figura 23: Módulos do Gerenciador de Conteúdo.

De acordo com a figura 23, uma mensagem recebida do **Gerenciador de Conexões** é processada pelo módulo *Parser* com a finalidade de identificar o tipo de solicitação: busca ou acesso a conteúdo. Em ambos os casos, uma requisição é feita ao módulo *Catálogo*, responsável por catalogar apontadores para os ativos digitais armazenados nos sistemas de gerenciamento de conteúdo da organização. Esse catálogo é criado pelo administrador da base de ativos digitais da organização através da recuperação da localização dos ativos digitais na base de dados original. Isto é feito através do módulo *Adaptação*, que fornece uma interface única de acesso para os módulos do **Gerenciador de Conteúdo**. Uma vez formado o catálogo, é possível então responder aos pedidos de requisição originados nas Mensagens de outros PTCs. É também possível fornecer acesso ao **Gerenciador de Contratos**, que precisa das informações sobre os ativos para uso numa eventual negociação. Já o módulo

Autorização é responsável por liberar o acesso aos ativos digitais catalogados, mediante utilização de *Tokens*, enviados pelo **Gerenciador de Políticas** e armazenados em uma base de *Tokens de Autorização*. Uma vez que a autorização é permitida, o catálogo envia para o módulo *Distribuição* o caminho completo – Localização do Ativo Digital + *Token* – para então ser acessado pela organização participante da interrede que solicitou e foi autorizada a acessar o conteúdo.

4.5.1 Catálogo de Conteúdos

O catálogo é uma maneira de tornar disponível um grande volume de dados de maneira centralizada e organizada, possibilitando busca e recuperação (SANTOS; KOBLOITZ, 2006). Na interrede, catálogo é utilizado para fornecer as informações sobre o conteúdo a ser compartilhado, a partir de um catálogo simplificado baseado nas informações recuperadas dos sistemas de gerenciamento de ativos da organização participante da interrede.

A catalogação é feita em dois momentos: primeiramente ao instanciar o PTC na organização, o administrador da base de dados recupera a lista de ativos digitais a serem compartilhados e, num segundo momento, quando uma busca por uma palavra-chave é recebida e repassada ao *Catálogo*. Se houver algum resultado, este é indexado no catálogo pela associação entre a palavra-chave pesquisada e a referência para o ativo encontrado no sistema de gerenciamento de ativos digitais.

4.5.2 Adaptação de Conteúdo

São diversos os sistemas de ativos digitais são usados pelas organizações de uma interrede de compartilhamento, cada um possuindo mecanismos específicos organizar esses ativos em bases de dados que permitam acesso, busca, recuperação, distribuição e outros tipos de operações, como discutido na seção 2.5.1. Uma vez que a interrede agora habilita o compartilhamento e conseqüente transferência de ativos entre organizações, é necessário também que haja adaptação desses ativos para diferentes gerenciadores de conteúdo.

O módulo *Adaptação* trata especificamente de duas questões relacionadas aos ativos e sistemas gerenciadores de conteúdo: como é possível recuperar a informação sobre o ativo em sua localização original e como é possível um ativo ser transferido para outra organização e ter preservado os seus metadados.

O primeiro problema é resolvido através da implementação de adaptadores (*plug-ins*) específicos para cada sistema de gerenciamento de ativos digitais. Isto é possível porque esses sistemas fornecem uma interface de programação (API) que pode ser instanciada para recuperar o conteúdo. Para implementar os adaptadores são consideradas três operações básicas realizadas nos sistemas de ativos: busca, recuperação (*download*) e inserção (*upload*) de conteúdo. Assim resumizamos as operações a serem implementadas pelos adaptadores na tabela 6.

Tabela 6: Operações, descrição e resultados esperados.

Operação	Descrição	Resultado
Busca	A partir de uma ou mais palavras-chave uma busca é realizada.	Lista de metadados dos ativos que casam com as palavras-chave da pesquisa.
Download	Baixar o ativo digital a partir da localização fornecida.	Ativo digital localizado pelo endereço fornecido.
Upload	Enviar um ativo digital a partir de um arquivo ou localização fornecida.	Localização do ativo digital no sistema de gerenciamento de ativos.

As operações da tabela 6 resultam em informações diferentes dependendo do sistema de gerenciamento de ativos digitais utilizado pela organização e por isso é preciso também definir quais atributos serão analisados pelo *Adaptador* e considerados pelo *Catálogo* para fins de indexação dos ativos digitais pesquisados. A escolha dos atributos dos metadados a serem utilizados para a interrede de compartilhamento depende do domínio onde se aplicam os metadados (DING; SOLVBERG, 2004). O trabalho proposto em (ROSA PESSOA, 2012) oferece uma solução para integração de bases de metadados distintas a partir da instância de meta-modelos globais. A solução trabalha com um mapeamento inicial automático baseado na semântica e estrutura dos modelos, permitindo que ajustes sejam feitos manualmente após o mapeamento automático.

4.5.3 Distribuição de Conteúdo

A distribuição do conteúdo entre os participantes da interrede é a etapa final do processo de acesso ao conteúdo compartilhado, mas não menos importante, pois é necessário liberar o conteúdo somente aos acessos expressamente autorizados pelas políticas de operação da rede e os contratos estabelecidos. Quando uma mensagem de acesso (*download*) para o conteúdo é enviada ao módulo *Distribuição*, é feita a verificação no módulo *Autenticação* se existe algum *Token* que permita a operação. Caso um *Token* seja encontrado, o conteúdo é solicitado do sistema gerenciador de ativos da organização através do módulo *Adaptador*.

A transferência do conteúdo é feita através de qualquer protocolo de disponível para transferência de arquivos, como FTP, HTTP ou *Bittorrent*. Durante a troca de mensagens de autorização para acesso ao conteúdo, é informado ao PTC de origem (que quer acessar o conteúdo) sobre o endereço IP do PTC de destino aonde se encontra o conteúdo.

4.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a arquitetura da interrede de compartilhamento de ativos digitais, suas características e funcionalidades. A capacidade de formação da interrede entre as organizações é garantida pelo principal elemento da arquitetura – o Ponto de Troca de Conteúdo (PTC) – onde também é apresentado em detalhes os seus componentes internos: o Gerenciador de Conexões, Gerenciador de Contratos, Gerenciador de Políticas e Gerenciador de Conteúdo.

A solução proposta neste capítulo tem por objetivo ser suficientemente de propósito geral no âmbito do compartilhamento de ativos digitais, onde devem ser consideradas relações entre organizações, acordos, direitos, deveres, políticas e controle de acesso ao conteúdo. Dessa maneira o capítulo 5 apresenta uma instância da arquitetura de interredes de compartilhamento, através de um estudo de caso considerando redes de televisão, produtores e distribuidores de ativos digitais, com o objetivo de analisar e validar as funcionalidades da arquitetura proposta.

Capítulo 5

Cenários de Uso

Este capítulo tem por objetivo desenvolver um estudo de caso através de uma instância da arquitetura para formação de interrede de compartilhamento de ativos digitais, para isso considerando que as organizações participantes são detentoras de um acervo de conteúdo audiovisual, como redes de televisão, produtores e distribuidores de conteúdo. A partir desta instância de vários cenários de uso da interrede é possível apresentar uma visão mais prática da utilização da arquitetura proposta.

5.1 Interrede de Conteúdo Audiovisual

A interrede de conteúdo audiovisual é uma instância da arquitetura de interredes de compartilhamento de ativos digitais considerando a análise das políticas e termos de uso de três organizações: Public Broadcasting Service (PBS), BBC Motion Gallery (BBC) e a T3 Media (T3).

A PBS é uma rede de televisão pública de caráter educativo e cultural que possui várias afiliadas e retransmissoras nos Estados Unidos (PBS, 1970). O funcionamento da PBS é descentralizado, sem uma cabeça de rede que defina uma programação principal. A produção de conteúdo é responsabilidade de cada emissora afiliada, porém quando uma afiliada coloca um conteúdo na PBS, ele fica disponível para outras emissoras. A PBS trabalha com um sistema próprio de gerenciamento de ativos digitais chamado COVE que fornece uma API para administração completa dos vídeos e seus metadados até a inserção no acervo. O funcionamento da PBS é orientado a ingestão de conteúdo, com a API COVE provendo diversas funcionalidades para edição do conteúdo, adição de metadados e inserção na base. Uma vez no sistema, o conteúdo só pode ser acessado para visualização e o direito de transferência ou cópia deve ser negociado diretamente com o proprietário do conteúdo.

O BBC Motion Gallery é um acervo de vídeos feito pela rede de televisão britânica BBC que reúne produções próprias, de outras redes de televisão e também de produtoras de conteúdo (BBC, 2013). A busca e visualização do conteúdo em baixa qualidade é disponível para qualquer pessoa, porém a transferência está condicionada ao pagamento de um valor, dependendo da qualidade, tamanho, tipo de uso e outros fatores.

Por fim a T3Media é uma empresa que oferece aos produtores de conteúdo uma plataforma para armazenamento e licenciamento de bibliotecas de vídeo, aumentando o valor agregado do conteúdo (T3MEDIA, 2013). O BBC Motion Gallery agregando o acervo de conteúdo disponibilizado pela T3Media, assim as mesmas operações realizadas no BBC Motion Gallery estão disponíveis, apenas alterando os valores das transações.

A partir da análise dessas três organizações, e com a adição de mais algumas outras organizações conceituais, projetamos um cenário de uma interrede de compartilhamento de ativos digitais, como apresentado na figura 24. A partir dessa rede, vamos aplicar os conceitos apresentados na proposta de interrede, verificando o funcionamento do PTC, dos seus componentes, módulos e o fluxo de informação da interrede.

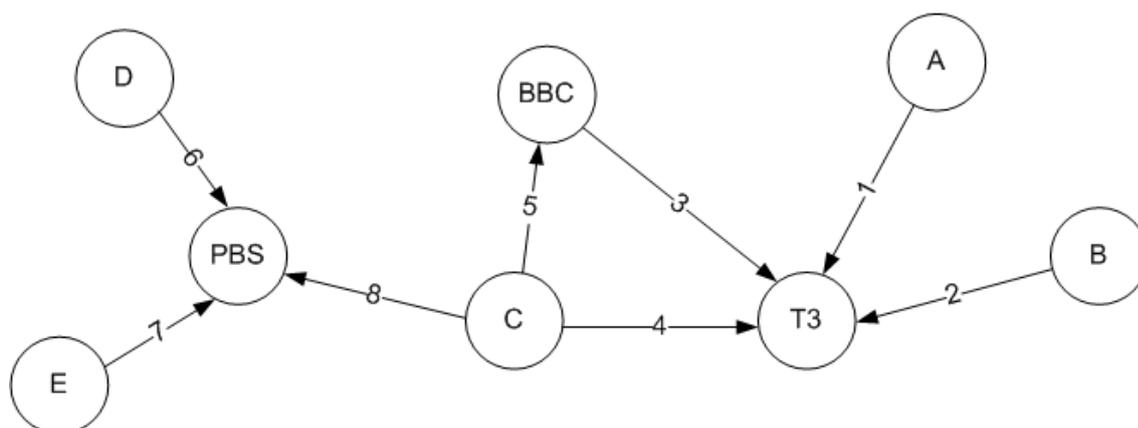


Figura 24: Instância da Interrede de Compartilhamento de Conteúdo

Olhando a figura 24, os círculos representam uma organização, onde três delas – PBS, BBC e T3 – já foram apresentadas no início da seção 5.1 e as outras cinco são organizações conceituais, identificadas pelos círculos com letras de A à E. As setas numeradas representam a ordem de formação da interrede (seção 5.3.2). Os números nas setas representam as sequências de operações para formar uma interrede. Por exemplo, considerando a seta identificada pelo número 1 e a sua direção $A \rightarrow T3$, implica que houve uma operação de pareamento partindo de A para T3. Logo em seguida, representado pela seta com o número 2, houve uma operação de pareamento de B para T3, e assim sucessivamente até formar a interrede da figura 24.

Antes de apresentar os cenários de uso foram identificados quais seriam os termos contratuais e as políticas de uso inicialmente definidas pelas organizações, de acordo com o especificado pelas organizações. Essas informações são então adaptadas para os contratos e políticas na interrede de compartilhamento de conteúdo.

5.1.1 Public Broadcasting Service

A PBS tem um caráter agregador de conteúdo, ou seja, ele não produz o conteúdo mas recebe de produtores independentes e para isso negocia uma compensação financeira e termos de uso e distribuição entre as afiliadas. Em termos gerais, os contratos e as políticas para o relacionamento com o PTC da PBS são:

- (a) Contrato
 - a.1) PBS deve pagar pelo conteúdo submetido pelo produtor;
 - a.2) PBS deve ter o direito de uso de pelo menos seis exibições num período de três anos.
- (b) Política
 - b.1) Não é permitida a exibição fora dos Estados Unidos;
 - b.2) É permitido executar buscas e visualizar a base de conteúdos.

Considerando um PTC funcionando na PBS, o contrato definido por esta organização é apresentado ao produtor em um evento de inserção de conteúdo através do PTC da PBS e, necessariamente, vai gerar uma negociação, já que o valor especificado a ser pago deve ser negociado. Já a segunda cláusula especifica uma quantidade mínima de exibições a ser exercida no contrato. Após a negociação dos termos, o contrato é replicado no PTC da PBS e no PTC do produtor do conteúdo, armazenado no Gerenciador de Contratos. Já as políticas controlam o acesso ao conteúdo, neste caso, relacionados a uma localidade geográfica (b.1) e a executar alguma operação, neste caso visualizar e buscar (b.2).

5.1.2 BBC Media Gallery

O BBC Media Gallery trabalha transferindo os direitos de uso sobre o acervo sob sua gerência para terceiros, mediante compensação financeira. O conteúdo é originado de outros acervos de produtores. Porém o controle é mais rígido e feito em dois tipos de contratos: o primeiro é chamado de direitos gerenciados (*rights managed*) e implica que é possível utilizar comercialmente o ativo do acervo, e no segundo tipo é chamado sem royalties (*royalty free*) onde não é possível usar comercialmente o ativo. A compensação financeira também é diferente, já que um contrato tem foco comercial e outro mais de uso pessoal. Para o *BBC Media Gallery*, temos as seguintes opções:

- (a) Contrato
 - a.1) Deve usar o vídeo para uso pessoal e direitos intransferíveis;
 - a.2) Deve usar o vídeo para uso comercial e direitos intransferíveis;
 - a.3) Deve haver pagamento pelo uso do vídeo, dependendo da qualidade e de quanto segundos foram utilizados do vídeo.
- (b) Política
 - b.1) É permitido realizar buscas e visualizar conteúdo em baixa qualidade;
 - b.2) É permitido transferir conteúdo somente com um contrato válido.

Os conteúdos contratados para o caso (a.1) tem valores geralmente inferiores aos contratados de acordo com (a.2). Já o pagamento é fracionado dependendo de quanto se usa do conteúdo audiovisual. A regra (a.3) está presente pois o foco principal da organização é comercializar ativos com cenas ou imagens específicas para serem introduzidas em outras produções.

5.1.3 T3Media

A T3Media é a organização que fornece vários acervos de conteúdo audiovisual a outras organizações, incluindo a *BBC Media Gallery*. Uma característica aqui é que a T3Media agrega conteúdo com vários outros parceiros fornecedores de conteúdo a partir de acordos de repasse de direitos de utilização desses conteúdos, mediante compensação financeira. É a mesma maneira de trabalhar da *BBC Media Gallery*. Observando a figura 24 podemos ver que T3 recebe conteúdo de A e B (parceiros) e a BBC então agrega o conteúdo de T3, estabelecendo assim uma cadeia de valor. Dessa forma, não é interessante que a T3, que está conectada aos parceiros A e B, repasse requisições de busca ou acesso ao conteúdo, o que deve ser refletido na política. Assim teríamos as seguintes considerações sobre contratos e políticas:

- (a) Contrato
 - a.1) Vídeo deve ser vendido com direito a transferência de direitos de uso.
 - a.2) Deve haver remuneração para o produtor do vídeo em cada venda.
- (b) Política
 - b.1) Não é permitido operações diretas com terceiros.
 - b.2) É permitido realizar buscas e visualizar conteúdo em baixa qualidade;

No caso da T3Media, temos um provedor de conteúdo maior, agregando de produtores isolados material audiovisual para comercialização mediante um pagamento para cada transferência de direitos, sendo uma parte deste pagamento repassada ao parceiro detentor dos direitos sobre o vídeo. Para isso, a T3Media também impõe uma política de não repassar acesso direto ao acervo dos parceiros, obrigando todas as negociações de conteúdo serem feitas pela própria T3Media.

Uma vez definidos os contratos e políticas a partir dos termos de licenciamento, controle de acesso e demais regras descritas pelas organizações BBC, T3 e PBS, analisaremos o funcionamento da interrede a partir de um cenário de uso, apresentando de que maneira são realizadas as operações de compartilhamento, busca, acesso e negociação de conteúdo na interrede, como descritos nas próximas seções.

5.2 Cenário de Uso

Considerando a figura 24, apresentamos o seguinte cenário de uso: as organizações A e B são parceiros comerciais que distribuem seu conteúdo audiovisual diretamente para T3, assim o contrato que valida estes acordos é o especificado na seção 5.1.3. A política instanciada por T3 não repassa acesso direto aos seus parceiros comerciais, porém não há inicialmente uma política que proíba A e B de procurarem parceiros comerciais além de T3.

Para BBC aplicam-se os contratos e políticas de acordo com o estabelecido na seção 5.1.2. Isto quer dizer que a BBC tem seu próprio acervo e também acesso a uma parceria comercial com T3, onde aplicam-se os contratos desta organização. É permitido visualizar e buscar conteúdos e a transferência está condicionada a um acordo contratual com compensação financeira.

Classificamos neste cenário a organização C como uma produtora de conteúdo, consumindo vídeos de outras organizações para então produzir seu próprio vídeo. Como C é conceitual no cenário de uso, definimos que inicialmente não haverá compartilhamento de conteúdo a partir de C, limitando-se apenas a consumir conteúdo de outras organizações. Por isso, na figura 24, vemos C conectado com BBC, T3 e PBS. Neste cenário C vai consumir vídeo de BBC e T3 como produtor de conteúdo para a PBS.

A PBS no cenário é uma rede de televisão que vai receber conteúdos de C para produzir e distribuir grades de programação e acesso a conteúdo a partir das organizações D e E. Um contrato é realizado para que a PBS possa receber o conteúdo de C e este ser remunerado. Esse mesmo conteúdo fica disponível na interrede a partir do compartilhamento do conteúdo pela PBS e pode ser então acessado por D e E, de acordo com as políticas estabelecidas.

Analisando este cenário, vamos discutir a sequência de operações realizadas na interrede para concretizar as ações descritas no cenário.

5.2.1 Compartilhamento de Conteúdo

Compartilhar no contexto da interrede implica antes de tudo no cadastramento prévio dos conteúdos, associar contratos e definir políticas de acesso. Isto geralmente é feito pelo administrador do PTC e com permissões de acesso ao acervo da organização. Assim apresentamos na figura 25 a sequência de procedimentos para compartilhamento de um determinado conteúdo para a interrede.

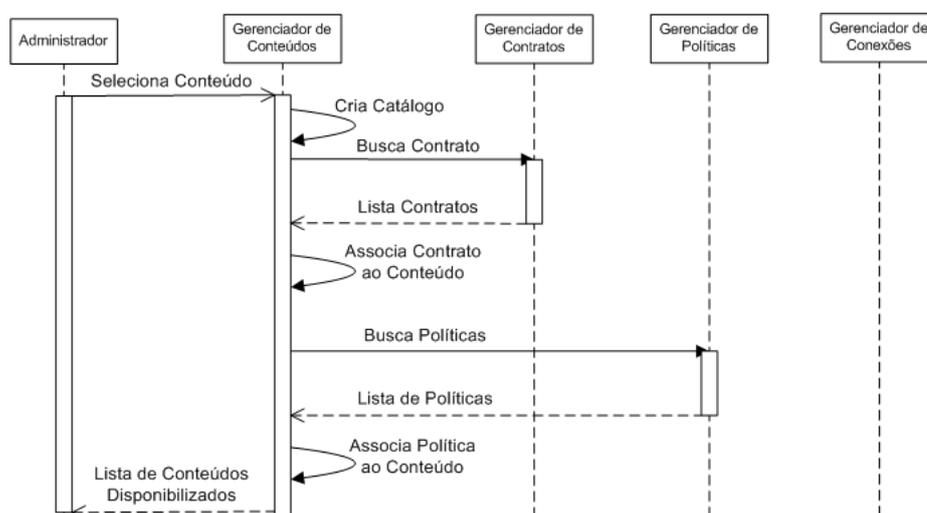


Figura 25: Compartilhamento de Ativos Digitais por um PTC.

Primeiramente é necessário saber qual o conteúdo está disponível para compartilhamento. Considerando que o PTC trabalha integrado a sistemas gerenciadores de ativos digitais, o acesso é feito através de um usuário e senha ou chave de acesso, pela utilização de uma API. Por exemplo, modelando o cenário para as três organizações selecionadas, temos o BBC Media Gallery e o T3Media utilizando a API da T3Media, enquanto que a PBS utiliza a API denominada de COVE. Para contextualizar também os outros PTCs

A partir da configuração dos sistemas de gerenciamento de ativos digitais junto ao Gerenciador de Conteúdo do PTC, o administrador envia um pedido *Seleciona Conteúdo* para obter uma lista de conteúdos disponíveis para compartilhamento, assim é possível no Gerenciador de Conteúdo criar um Catálogo, indexando informações básicas dos metadados fornecidos pelo sistema gerenciador de ativos digitais, como por exemplo, identificador, descrição, caminho (URL, OID, base de dados, etc.) qualidade (HD, DVCAM, etc.), aspecto (16x9, 4:3), formato (QuickTime, H264, etc.) taxa de quadros por segundo, duração, data, localização, entre outros.

Para compartilhamento, o Gerenciador de Conteúdo faz uma consulta ao Gerenciador de Contratos (*Busca Contrato*) e lista os contratos disponíveis para uso (*Lista Contratos*) e então o administrador seleciona um ou mais contratos para serem anexados ao conteúdo (*Associa Contrato ao Conteúdo*). Também é possível um conteúdo não ter um contrato associado, valendo então o contrato padrão definido pela organização e cadastrado no PTC. Também é possível definir políticas específicas para o conteúdo, etapa realizada quando o Gerenciador de Contratos envia *Busca Políticas* para o Gerenciador de Políticas, retornando a listagem das políticas disponíveis (*Lista Políticas*). Novamente se nenhuma política for selecionada, vale a política padrão da organização.

Ao final dessas etapas, é retornado ao administrador a informação sobre os conteúdos compartilhados com a interrede (*Lista de Conteúdos Disponibilizados*). A partir daí, outros PTCs vão ter acesso a esses conteúdos de acordo com os contratos e políticas estabelecidas.

5.2.2 Operações sobre o Conteúdo

A interrede permite uma série de operações sobre o conteúdo compartilhado, como busca, visualização, transferência (*download*) e de maneira geral, o fluxo de processamento de uma operação é descrito na figura 26. Toda *Operação* é enviada entre PTCs através de mensagens, manipuladas pelo módulo *Mensagens* do Gerenciador de Conexões (ver figura 17 da seção 4.2.3). As mensagens contêm um tipo e os dados relevantes à solicitação. Por exemplo, na busca, é definido o tipo de mensagem “busca” e no campo de dados são enviados as palavras-chave para a pesquisa. Já numa mensagem de transferência, o campo de dados carregaria um identificador e o *token* de autorização para transferência.

Olhando novamente a figura 26, temos que o ponto de entrada de avaliação das operações é o Gerenciador de Políticas (*Verifica Política*). Durante a verificação da política uma consulta é feita ao Gerenciador de Contratos (*Verifica Contrato*) que então retorna os termos contratuais (*Termos Contratuais*). Um contrato está em execução no momento em que ele é associado a um conteúdo e seus termos instanciados ficam disponíveis para a consulta (ver figura 21 da seção 4.3.4). Agora o Gerenciador de Políticas avalia os resultados e retorna uma *Ação*, que pode ser permitir (*Permite*) ou negar (*Negado*). Caso seja permitida, a *Operação* é executada e o *Resultado* retornado ao PTC que originou a mensagem.

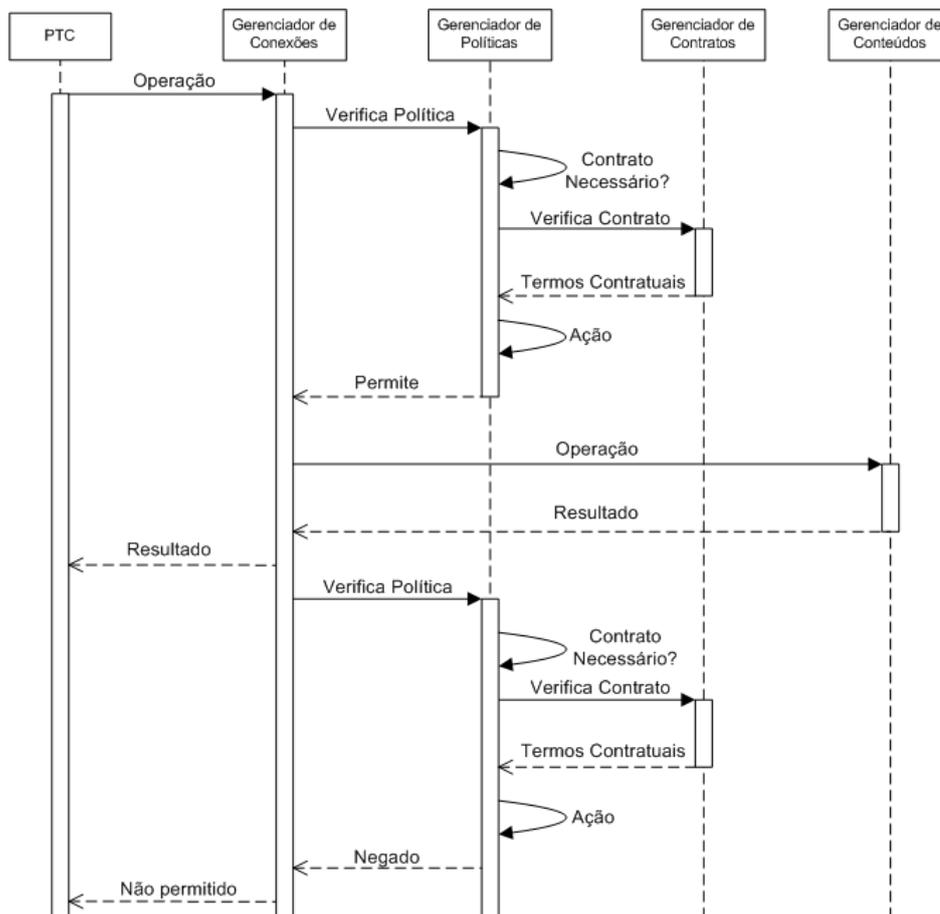


Figura 26: Sequência de uma Operação em um PTC.

Agora considere que a organização E, localizado no Brasil, quer visualizar um conteúdo da organização PBS (ver figura 24). Após o resultado de uma busca, o PTC em E envia uma mensagem de acesso ao conteúdo que está localizado em PBS. Como existem duas políticas definidas pelo PBS é necessário haver uma combinação de políticas para gerar um resultado. O XACML especifica algoritmos combinatórios de políticas chamados de *Deny-Overrides* que especifica que um resultado de uma avaliação combinada de políticas deve retornar Negado se pelo menos uma avaliação for negada. Já o *Permit-Overrides* especifica que se alguma regra for avaliada como Permitida, a avaliação combinada deve retornar uma permissão. No caso da PBS deve ser aplicado o algoritmo *Deny-Overrides*, uma vez que o acesso é feito do Brasil, o que não é permitido. Há também de se considera o contexto, ou seja, verificar que realmente o acesso é feito no Brasil. Para isso, o Gerenciador de Políticas pode usar o PIP (*Policy Information Point*), que pode localizar a conexão a partir de informações de geolocalização, por exemplo. Por fim, neste cenário de acesso, os contratos da PBS disponíveis não influenciaram para a decisão sobre o acesso ao conteúdo.

Após ter acesso negado ao conteúdo em PBS, a organização E realiza uma busca e quer transferir um conteúdo que está localizado na organização C, através de PBS. Não há restrição para mensagens de transferência que trafegam por PBS (ao contrário, ela incentiva o contato direto terceiros), assim a mensagem chega até C solicitando acesso ao conteúdo. Como C é um produtor de conteúdo em nosso cenário e é possível que uma transferência com compensação financeira seja realizada, porém não foi publicado nenhum contrato associado ao conteúdo solicitado por E. Assim E propõe o início de uma negociação para transferência do conteúdo e em troca de um pagamento de um valor. A negociação será discutida na próxima seção.

5.2.3 Negociação de Conteúdo

A negociação é importante no contexto da interrede pois fornece meios para instanciar novos contratos entre as partes, para conteúdos que antes não estavam disponíveis ou com restrições. Assim dando sequência ao cenário apresentado na seção anterior, a organização E propôs uma negociação com C através de PBS, operação esta autorizada após as verificações das políticas em PBS e em C.

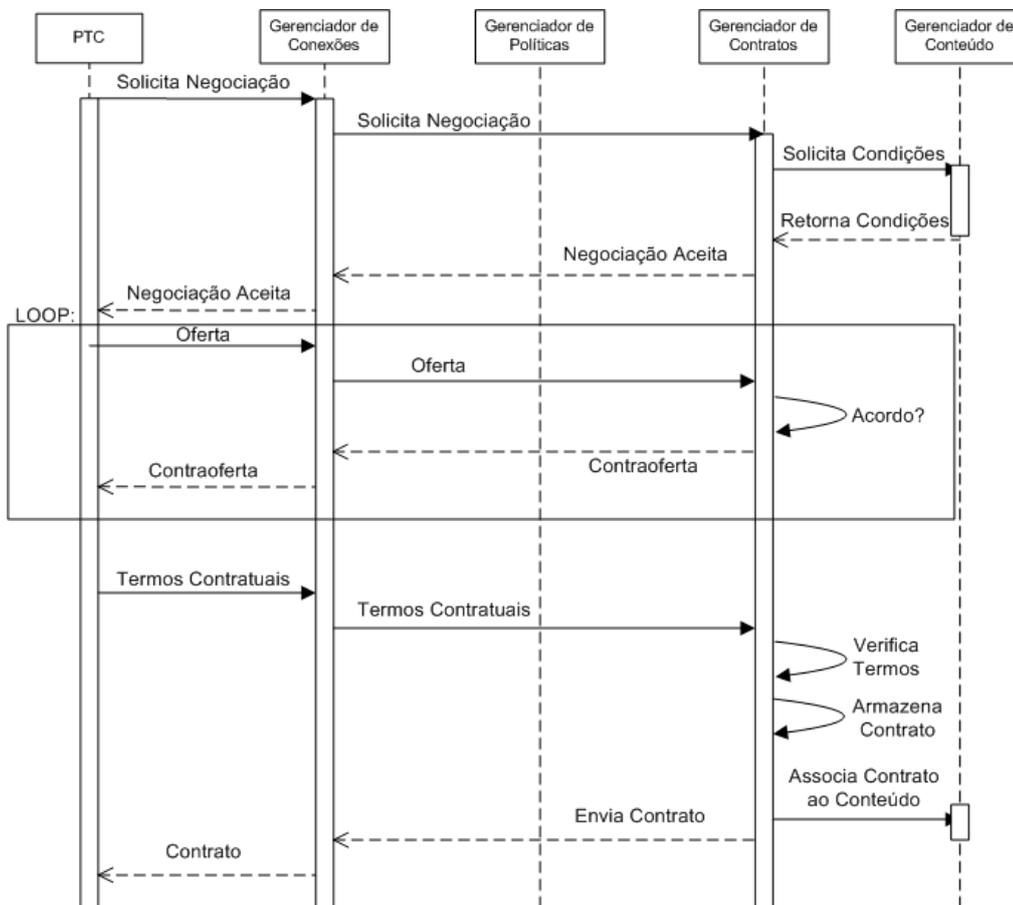


Figura 27: Sequência de Negociação na Interrede.

A figura 27 apresenta a sequência para negociar um conteúdo. A negociação é iniciada com um pedido de *Solicita Negociação* para um conteúdo específico. Este pedido é repassado ao Gerenciador de Contratos que vai localizar e verificar alguns atributos do conteúdo necessários (*Solicita Condições*) como preço, formato, qualidade, etc. Uma vez recuperado estes atributos (*Recupera Condições*), é sinalizado a outra organização sobre o início da negociação (*Negociação Aceita*). Após uma série de rodadas de negociação (LOOP na figura 27), um acordo final é encontrado e os Termos Contratuais são enviados ao Gerenciador de Contratos (*Termos Contratuais*) para verificação (*Verifica Termos*) e formalização (*Armazena Contratos*). Na sequência o Gerenciador de Contratos já associa o novo contrato ao conteúdo que foi negociado (*Associa Contrato ao Conteúdo*). Por fim o contrato é enviado a ambas as partes, para referência o cumprimento mútuo do contrato (*Envia Contrato*).

5.3 Considerações Finais

Os cenários apresentados neste capítulo tiveram como objetivo mostrar uma instância da interrede com a finalidade de ter uma visão prática do seu funcionamento.

Os cenários oferecem uma visão sobre as potencialidades da arquitetura proposta e a capacidade em oferecer soluções para o compartilhamento de ativos digitais em um ambiente que se mostrou bastante heterogêneo.

Para capturar mais da realidade, foram analisadas três organizações que trabalham com compartilhamento de ativos digitais: *Public Broadcasting Services* (PBS), *BBC Media Gallery* (BBC) e a *T3Media* (T3). Foram extraídas cláusulas contratuais gerais para representar a relação entre as organizações na interrede, bem como as políticas de operação. A partir de então vários cenários foram apresentados e discutidos com a finalidade de representar as operações definidas pela arquitetura da interrede: transferência, acesso, negociação, formação, entre outras.

Ainda foi possível identificar, a partir da análise real das operações das organizações que estas apresentam características diversas, geralmente com empresas que agrupam diversos ativos digitais pulverizados entre diversos produtores de pequeno ou médio porte com a finalidade de comercialização, empresas produtoras de conteúdo que consomem os conteúdos disponibilizados e redes de televisão, que recebem conteúdo o conteúdo de produtores para distribuir em suas redes, geralmente disponibilizando acesso controlado para o público de uma determinada região.

Capítulo 6

Conclusão

O compartilhamento de ativos digitais é uma área que apresenta muitos desafios quando se investiga como atender a requisitos tão heterogêneos como controle de acesso, direitos e deveres em um ambiente de organizações igualmente heterogêneas, ao mesmo tempo em que a comunicação e interconexão entre estas organizações dá-se de maneira completamente distribuída tornando os serviços interdependentes.

Neste trabalho foi defendida a tese de que é possível interconectar organizações heterogêneas detentoras de ativos digitais através de uma infraestrutura de comunicação em rede onde as políticas de operação de cada organização são respeitadas e acordos de compartilhamento de conteúdo são definidos em contratos entre as partes envolvida na negociação.

Assim o trabalho evoluiu para a definição de uma arquitetura de interredes e ao desenvolvimento de um elemento conceitual e central da arquitetura: o Ponto de Troca de Tráfego – PTC. Na interrede, o PTC se conecta aos sistemas de ativos digitais da organização para recuperar os ativos digitais disponíveis, permitindo então a aplicação de contratos digitais aos conteúdos e definir políticas de acesso a esses conteúdos por parte de outras organizações participantes da interrede. Para isso, o PTC foi definido pensado em camadas, definidas a partir dos componentes Gerenciador de Conexões, Gerenciador de Políticas, Gerenciador de Contratos e Gerenciador de Conteúdo.

Com o desenvolvimento desta tese surgiram também as soluções necessárias para colocar em prática uma arquitetura funcional de interredes de compartilhamento de ativos digitais, que destacamos como principais contribuições:

- Levantamento bibliográfico e estudo sobre os assuntos necessários a execução deste trabalho, incluindo modelos de comunicação interrede, frameworks de contratos digitais, linguagens de expressão de direitos e políticas e sistemas gerenciadores de ativos digitais.
- Criação de uma arquitetura baseada em um modelo de rede *overlay*, a partir da instância de um único elemento concentrador de comunicação entre os participantes desta rede, permitindo acesso a conteúdos que inicialmente estão fora do alcance de uma organização, mas que podem ser recuperados a partir de outras organizações da interrede de maneira indireta e autorizada.
- Definição de um contrato a ser utilizado pelo Ponto de Troca de Tráfego para definir uma relação contratual entre as organizações, além de especificar o ciclo de vida deste contrato na interrede.
- Definição das políticas utilizando XACML como mecanismo de controle de acesso e autorização, estendendo-o com a verificação adicional de contratos digitais entre as organizações da interrede, aumentando o contexto de informação para decidir efetivamente sobre uma autorização de acesso ao conteúdo.
- Avaliação descentralizada das políticas e contratos permitindo maior escalabilidade e sem pontos centrais de falhas.

Ainda como contribuições, destacamos duas produções acadêmicas de mestrado que trabalharam com assuntos abordados nesta tese. A primeira com a negociação de conteúdo entre múltiplos participantes (MAIA GUEDES, 2012) e a segunda sobre

meta-modelos para integração de metadados heterogêneos (ROSA PESSOA, 2012). Ainda houve a coautoria de duas publicações em revistas internacionais (MAIA et al., 2013) e (MAIA GUEDES et al., 2013), além do artigo curto *An inter-network architecture for television broadcasters* selecionado para publicação no *IEEE International Symposium on Multimedia (ISM2013)*.

5.4 6.1 Limitações

Uma primeira limitação encontrada foi a utilização da linguagem XACML como proposta para contratos. A escolha foi justificada para manter a compatibilidade entre o Gerenciador de Contratos e do Gerenciador de Políticas, no que diz respeito a linguagem. Isto é perfeitamente permitido na arquitetura, já que os contratos podem ser instanciados a partir de qualquer linguagem. Porém, apesar de possuir grande expressividade, o XACML possui uma representação e um vocabulário muito complicados de manipular, o que dificultou a avaliação de alguns cenários quando necessário formular contratos e analisar respostas.

Outra limitação encontrada é a dificuldade de realizar testes com sistemas reais, uma vez que precisamos de acesso aos sistemas internos de organizações, políticas, contratos, que muitas vezes não são públicos. Para contornar esta limitação, cenários de uso foram criados a partir de informações públicas e disponíveis de organizações que já atuam compartilhando conteúdo audiovisual com direitos e contratos e assim realizar uma análise da funcionalidade e viabilidade da arquitetura proposta.

5.5 6.2 Trabalhos Futuros

Um dos pontos a se considerar neste trabalho é a evolução do modelo de contratos e políticas através da unificação em um modelo de autorização e autenticação. Há uma linha tênue entre linguagens de especificação de políticas, linguagens de expressão de direitos, bem como contratos e licenças, muitas vezes estas linguagens sendo aplicadas em diversos domínios. Uma iniciativa neste sentido é a versão 2.0 do ODRL que incorporou o conceito de política e de direitos em um modelo de dados que dê suporte a transmissão de ativos em uma cadeia de valor. O próprio XACML, foco de estudo extensivo neste trabalho, evoluiu com perfis que incorporam proteção intelectual, mesmo sendo uma linguagem inicialmente com foco em controle de acesso e autorização.

Uma outra questão levantada está na adaptação dos contratos narrativos, ainda escritos em português ou qualquer outra linguagem, em uma representação equivalente nos termos de uma linguagem de expressão de direitos. Algumas propostas na literatura já existem principalmente usando ontologias (RODRIGUEZ-DONCEL; DELGADO, 2012), mas o assunto está longe de ser esgotado. A adição desta funcionalidade automatiza mais o processo de integração dos PTCs às organizações, já que podem existir milhares de contratos, o que demanda uma equipe técnica e legal para representá-los em linguagens de expressão de direitos.

Por fim, trabalhar com diferentes abordagens de metadados é uma tarefa complexa e exige mais estudo sobre uma abordagem unificada. Trabalhos como o de (ROSA PESSOA, 2012) propõem meta-modelos para mapeamento entre dois padrões distintos as informações sobre os ativos digitais. Outra linha de trabalho dá-se no campo dos agregadores de metadados (*Metadata Harvest*) que trabalham coletando informações de diversos sistemas e padronizando ou convertendo entre sistemas (ABDILLAH, 2013).

Longe de esgotar ou engessar os estudos realizados nesta tese, as sugestões de trabalho futuro servem como um norte para evoluir em algumas das abordagens utilizadas para o desenvolvimento do trabalho aqui proposto.

Referências Bibliográficas

ABDILLAH, L. A. PDF Article Metadata Harvester. **Jurnal Komputer dan Informatika**, 2013.

ANGELOV, S.; GREFFEN, P. An e-contracting reference architecture. **Journal of Systems and Software**, v. 81, n. 11, p. 1816–1844, 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0164121208000460>>. Acesso em: 19/6/2013.

ANJOS, T. C. DOS; FREITAS, L. H.; SOUZA FILHO, G. L. DE; SALMITO, T. THOTH - A Framework for Building Secure TV Broadcasters Networks over the Internet. Proceedings of the International Conference on e-Business on e-Business - ICE-B. **Anais**. p.57–62, 2007. Barcelona: INSTICC Press.

ASHLEY, P.; HADA, S.; KARJOTH, G.; SCHUNTER, M. E-P3P privacy policies and privacy authorization. **Proceeding of the ACM workshop on Privacy in the Electronic Society - WPES '02**, p. 103–109, 2002. New York, New York, USA: ACM Press. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=644527.644538>>. .

AUSTERBERRY, D. **Digital Asset Management**. 2nd ed. Elsevier, 2006.

BALDINI, N.; BINI, M. Focuseek Searchbox Evolves towards GRID. Third International Conference on Automated Production of Cross Media Content for Multi-Channel Distribution (AXMEDIS'07). **Anais**. p.25–28, 2007. IEEE.

BARBOSA FILHO, A.; CASTRO, C. Nova TV Pública Convergente: interatividade , multiprogramação e compartilhamento. **Revista de Economía de las Tecnologías de la Información y Comunicación**, v. X, n. 3, p. 14, 2008.

BBC. BBC Motion Gallery. Disponível em: <www.bbcmotiongallery.com>. Acesso em: 15/11/2013.

BELLINI, P.; BRUNO, I.; NESI, P. An Architecture of Automating Production of Cross Media Content for Multi-Channel Distribution. First International Conference on Automated Production of Cross Media Content for Multi-Channel Distribution (AXMEDIS'05). **Anais**. p.123–133, 2005. IEEE.

BLANKEN, H. M.; VRIES, A. P. DE; BLOK, H. E.; FENG, L. **Data-Centric Systems and Applications**. Springer, 2007.

CHAWATHE, Y.; RATNASAMY, S.; BRESLAU, L.; LANHAM, N.; SHENKER, S. Making gnutella-like P2P systems scalable. **Proceedings of the 2003 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications - SIGCOMM '03**, p. 407, 2003. New York, New York, USA: ACM Press.

COI, J. DE; OLMEDILLA, D. A Review of Trust Management, Security and Privacy Policy Languages. **SECURITY**, 2008. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.158.210&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 11/10/2013.

CONTENTGUARD. **XrML 2.0 Technical Overview**. Contentguard, 2002.

COOPER, B. An optimal overlay topology for routing peer-to-peer searches. **Middleware 2005**, 2005.

DELGADO, J.; LLORENTE, S.; PEIG, E.; CARRERAS, A. A Multimedia Content Interchange Framework for TV Producers. 2006 Second International Conference on Automated Production of Cross Media Content for Multi-Channel Distribution (AXMEDIS'06). **Anais**. p.206–213, 2006. IEEE.

DEVLIN, B. **MXF - the Material eXchange Format**. 2002.

DIAS DE ASSUNÇÃO, M.; BUYYA, R.; VENUGOPAL, S. InterGrid: a case for internetworking islands of Grids. **Concurrency and Computation: Practice and Experience**, v. 20, n. 8, p. 997–1024, 2008. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/cpe.1249>>. .

DING, H.; SOLVBERG, I. Metadata harvesting framework in P2P-based digital libraries. Proceedings of the 2004 international conference on Dublin Core and metadata applications: metadata across languages and cultures. **Anais**. p.9, 2004. Shangai, China: Dublin Core Metadata Initiative.

DONCEL, V. R. **Semantic Representation and Enforcement of Electronic Contracts on Audiovisual Content**, 2010. Universitat Politècnica de Catalunya.

EBU. P/Meta Metadata Library. ,2011. Genebra: EBU. Disponível em: <http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3295v2_2.pdf>.

FERRAILOLO, D.; KUHN, D. Role-based access controls. **5th National Computer Security Conference**, p. 554–563, 1992. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/0903.2171v2>>. Acesso em: 7/11/2013.

FINNEGAN, J.; MALONE, P.; MARANON, M. A. E.; GUILLEN, P. B. Contract Modelling for Digital Business Ecosystems. 2007 Inaugural IEEE-IES Digital EcoSystems and Technologies Conference. **Anais**. p.71–76, 2007. IEEE.

FIPS PUB 180-1. Secure Hash Standard. ,1995. U.S. Department of Commerce / National Institute of Standards and Technology. Disponível em: <<http://www.itl.nist.gov/fipspubs/fip180-1.htm>>. .

GAMA, P.; FERREIRA, P. Obligation Policies: An Enforcement Platform. Sixth IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks (POLICY'05). **Anais**. p.203–212, 2005. IEEE.

GLASMAN, K.; PEREGUDOV, A.; LICHAKOV, V.; SHETININ, B. Television Broadcast Networks: from centralised automation control to distributed computing. **Broadcastpapers.com**, 2005.

GONÇALVES BARACHO, M. L. Televisão Brasileira: uma (re)visão. **Revista de História e Estudos Culturais**, v. 4, n. 2, p. 19, 2007.

GRAFEN, P.; ABERER, K.; HOFFNER, Y.; LUDWIG, H. CrossFlow: Cross-organizational workflow management in dynamic virtual enterprises. , p. 1–29, 2000. Disponível em: <<http://doc.utwente.nl/18544/1/0000001f.pdf>>. Acesso em: 7/9/2013.

GUTH, S.; NEUMANN, G.; STREMBECK, M. Experiences with the enforcement of access rights extracted from ODRL-based digital contracts. **Proceedings of the 2003 ACM workshop on Digital rights management - DRM '03**, p. 90, 2003. New York, New York, USA: ACM Press. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=947380.947392>>. .

HAN, W.; LEI, C. A survey on policy languages in network and security management. **Computer Networks**, v. 56, n. 1, p. 477–489, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1389128611003562>>. Acesso em: 7/8/2013.

HARMER, T. Gridcast—a next generation broadcast infrastructure? **Cluster Computing**, v. 10, n. 3, p. 277–285, 2007. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10586-007-0030-y>>. Acesso em: 26/7/2013.

HARMER, T. J.; MCCABE, J.; DONACHY, P.; et al. Gridcast: a grid and Web service broadcast infrastructure. 2005 IEEE International Conference on Services Computing (SCC'05). **Anais**. p.35–42, 2005. Orlando, FL: IEEE.

IANNELLA, R. Open Digital Rights Language (ODRL) Version 1.1. ,2002. W3C. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/odrl/>>. .

IANNELLA, R. **First Steps Towards An Abstract Model for The Policy-Aware Web**. NICTA, 2007.

ISO/IEC. ISO/IEC 21000-5:2004 - MPEG-21 Part 5: Rights Expression Language. ,2004. ISO/IEC.

KANG, H.; LEE, K.; KIM, T.; WANG, X. MPEG-21 and Its Interoperability with Rights-Information Standards. **IEEE Multimedia**, v. 16, n. 1, p. 94–99, 2009. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4800279>>. Acesso em: 27/7/2013.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet - Uma Abordagem Top-Down**. Addison-Wesley, 2010.

KURTH, E. Representação das emissoras regionais na grade nacional de programação das redes de televisão. **Estudos em Jornalismo e Mídia**, v. III, n. 1, p. 9, 2006.

LU, K. FILE EXCHANGE FORMATS AND METADATA. **Broadcastpapers.com**, 2002.

MAIA GUEDES, R. **PLANE - Um módulo de negociação semiautomática para múltiplos participantes e múltiplos atributos**, 2012. Universidade Federal da Paraíba.

MAIA GUEDES, R.; LAURENTINO, M. R.; SILVEIRA DIAS, C. E.; VASCONCELOS BRITO, A. PLANE: A Platform for Negotiation of Multi-attribute Multimedia Objects. **International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence**, v. 2, n. 4, p. 81–86, 2013.

MAIA, R.; DIAS, C.; LAURENTINO, M. R.; VASCONCELOS BRITO, A. A Semi-automatic Negotiation Strategy for Multi-attribute and Multiple Participants. In: Á. Rocha; A. M. Correia; T. Wilson; K. A. Stroetmann (Eds.); **Advances in Information Systems and Technologies**, Advances in Intelligent Systems and Computing. v. 206, p.885–892, 2013. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-36981-0>>. Acesso em: 1/8/2013.

MAROÑAS, X.; RODRÍGUEZ, E.; DELGADO, J. AN ARCHITECTURE FOR THE INTEROPERABILITY BETWEEN RIGHTS EXPRESSION LANGUAGES BASED ON XACML. 7th International Workshop for Technical, Economic and Legal Aspects of Business Models for Virtual Goods. **Anais**. p.29–46, 2009.

MARTINEZ-YELMO, I.; CUEVAS, R.; GUERRERO, C.; MAUTHE, A. Routing Performance in a Hierarchical DHT-based Overlay Network. **16th Euromicro Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP 2008)**, p. 508–515, 2008. Ieee. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4457164>>. Acesso em: 26/7/2013.

METSO, J.; KUTVONEN, L. Managing virtual organizations with contracts. Workshop on Contract Architectures and Languages (CoALa2005). **Anais**. , 2005.

MOON, M. Activity lifecycle of digital assets. **Journal of Digital Asset Management**, v. 3, n. 3, p. 112–115, 2007. Disponível em: <<http://www.palgrave-journals.com/doi/10.1057/palgrave.dam.3650082>>. Acesso em: 13/9/2014.

NAM, D.-W.; JEONG, Y.; PARK, J.; YOON, K.-S. DRM Content Adaptation Between Different DRM Systems for Seamless Content Service. 2007 IEEE International Symposium on Consumer Electronics. **Anais**. p.1–4, 2007. IEEE.

NEAL, S.; COLE, J.; LININGTON, P. F.; et al. Identifying requirements for Business Contract Language: a monitoring perspective. **Seventh IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2003. Proceedings.**, p. 50–61, 2003. IEEE Comput. Soc. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1233837>>. .

OASIS. eXtensible Access Control Markup Language. **OASIS Standard**, 2005. OASIS.

OASIS. eContracts Version 1.0. ,2007. OASIS.

PBS. Public Broadcasting Service. Disponível em: <<http://www.pbs.org>>. .

POLO, J.; PRADOS, J.; DELGADO, J. Interworking of rights expression languages for secure music distribution. Proceedings of the Fourth International Conference on Web Delivering of Music, 2004. EDELMUSIC 2004. **Anais**. p.78–84, 2004. IEEE.

RADHA KRISHNA, P.; KARLAPALEM, K.; CHIU, D. K. W. An EREC framework for e-contract modeling, enactment and monitoring. **Data & Knowledge Engineering**, v. 51, n. 1, p. 31–58, 2004. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169023X04000321>>. Acesso em: 28/6/2013.

RATAI, B.; HEDER, M. Semantically Enhanced Representation of Legal Contracts for Web Applications. ... **OF FACULTY OF LAW UNIVERSITY OF PÉCS ...**, p. 1–15, 2010. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1841684>. Acesso em: 27/11/2013.

REYNOLDS, P.; KENNEDY, O.; SIRER, E.; SCHNEIDER, F. Securing BGP Using External Security Monitors. ,2006. Disponível em: <<http://dspace.library.cornell.edu/handle/1813/5758>>. Acesso em: 11/10/2013.

RODRIGUEZ-DONCEL, V.; DELGADO, J. **Towards an Expression Language for Licensing Content in the Connected Semantic Web**. 2012.

ROSA PESSOA, D. E. **Integração entre redes heterogêneas de ativos digitais: modelo híbrido de metadados baseado em meta-modelos dinâmicos**, 2012. Universidade Federal da Paraíba.

SANTOS, N.; KOBLITZ, B. Distributed metadata with the AMGA metadata catalog. **arXiv preprint cs/0604071**, 2006.

SEETHARAMAN, S.; AMMAR, M. Characterizing and Mitigating Inter-domain Policy Violations in Overlay Routes. Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Network Protocols. **Anais**. p.259–268, 2006. IEEE.

SERRÃO, C.; DIAS, M.; DELGADO, J. Using ODRL to express rights for different content usage scenarios. 2nd International ODRL Workshop 2005. **Anais**. p.9, 2005. Lisbon, Portugal.

SHEPPARD, N. P.; SAFAVI-NAINI, R. Sharing digital rights with domain licensing. Proceedings of the 4th ACM international workshop on Contents protection and security - MCPS '06. **Anais**. p.3–12, 2006. New York, New York, USA: ACM Press.

SIKORA, T.; PURL, A. Overview of the MPEG-7 standard. **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, v. 11, n. 6, p. 688–695, 2001. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=927421>>. Acesso em: 4/11/2013.

SILVEIRA DIAS, C. E. **Um Serviço de Suporte à Criação e Distribuição de Conteúdo de Televisão em Redes IP**, 2008. Universidade Federal da Paraíba.

STALLINGS, W. **High-Speed Networks and Internets: Performance and Quality of Service**. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

T3MEDIA. Tought Equity Motion. .

THOEN, W. DocLog: an electronic contract representation language. **Proceedings 11th International Workshop on Database and Expert Systems Applications**, p. 1069–1073, 2000. IEEE Comput. Soc. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=875159>>. .

TOUS, R.; DELGADO, J.; CARRERAS, A.; RODRIGUEZ, E. A TV digital assets interchange framework based on emerging standards. 2008 IEEE International Symposium on Consumer Electronics. **Anais**. p.1–4, 2008. IEEE.

TOYGAR, A.; JR, T. R.; ZHU, J. A New Asset Type: Digital Assets. **Journal of International Technology & Information ...**, p. 113–120, 2013. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:A+New+Asset+Type+:+Digital+Assets#0>>. Acesso em: 13/9/2014.

UCHÔA, D. C.; KOPP, S.; PIMENTEL, H. M.; MATUSHIMA, R.; SILVEIRA, R. M. An Overlay Application-Layer Multicast Infrastructure. 2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications. **Anais**. p.233–240, 2009. IEEE.

UDUPI, Y. B. Y.; SINGH, M. M. P. Contract enactment in virtual organizations: A commitment-based approach. **AAAI**, v. 6, p. 722–727, 2006.

VOLCKAERT, B.; WAUTERS, T.; LEENHEER, M. DE; et al. Gridification of collaborative audiovisual organizations through the MediaGrid framework. **Future Generation Computer Systems**, v. 24, n. 5, p. 371–389, 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167739X07001033>>. Acesso em: 26/7/2013.

W3C. Extensible Markup Language (XML). ,2008.

WANG, X.; CHEN, E.; RADBEL, D.; et al. The Contract Expression Language – CEL. IEEE Contract Languages and Architectures (CoALa) Workshop (September 2004). **Anais**. p.6, 2004.

WU, D.; BAO, Y. A Summarization of Multimedia Resource Digital Rights Expression Language. **2010 Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing**, p. 374–377, 2010. Ieee. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5480975>>. Acesso em: 26/7/2013.