

INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

**Contratos Eletrônicos para Sistemas de  
Gerenciamento de Processos de Negócio**

*M. Fantinato      M. B. F. Toledo*  
*I. M. S. Gimenes*

Technical Report - IC-05-12 - Relatório Técnico

June - 2005 - Junho

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.  
O conteúdo do presente relatório é de única responsabilidade dos autores.

# Contratos Eletrônicos para Sistemas de Gerenciamento de Processos de Negócio

Marcelo Fantinato      Maria Beatriz Felgar de Toledo  
Itana Maria de Souza Gimenes

## Resumo

Contratos eletrônicos têm apresentado um papel fundamental no ciclo de vida de processos de negócio interorganizacionais. Vários trabalhos tendo sido realizados com o objetivo de definir técnicas sistemáticas que permitam a elaboração e a manutenção de contratos eletrônicos no contexto de sistemas de gerenciamento de processos de negócio. Neste relatório técnico é apresentada uma visão geral dos principais conceitos e de alguns trabalhos realizados nesta área.

## 1 Introdução

Sistemas de Gerenciamento de Processos de Negócio (SGPN) [1] são sistemas que oferecem apoio para a realização de processos envolvendo a cooperação entre organizações que buscam atingir um objetivo comum de negócio. Estes sistemas devem disponibilizar um amplo conjunto de funcionalidades para a realização de processos de negócio, incluindo sua criação, execução, controle e monitoramento. Contratos eletrônicos contêm as informações necessárias para que um processo de negócio entre as organizações envolvidas possa ser realizado de forma bem sucedida. Eles são utilizados como um meio para melhorar a eficiência e a eficácia do tradicional protocolo de contratação realizado com base em documentação em papel.

Nem todos os SGPNs propostos atualmente oferecem apoio explícito ao uso de contratos eletrônicos. Caso não exista esse apoio, o processo de negócio entre as organizações é tratado apenas como um *workflow* interorganizacional [3], em que atividades, responsabilidades e artefatos de entrada e saída são definidos como *workflows* intra-organizacionais estendidos. Entretanto, tem sido observado que normalmente não é possível tratar de todos os detalhes envolvidos em um acordo de negócio interorganizacional apenas com *workflows* estendidos. Os SGPNs que oferecem apoio aos contratos eletrônicos contêm uma camada de informações, de mais alto nível que *workflows*, visto como uma manifestação global sobre um conjunto de *workflows* inter-relacionados.

Esta é uma linha de pesquisa relativamente recente. Os primeiros trabalhos relacionados a contratos eletrônicos para processos de negócio interorganizacionais foram realizados na segunda metade da década de 90. Entretanto, a maioria das soluções propostas é mais atual, sendo datadas a partir do ano 2000.

Este relatório apresenta uma visão geral sobre contratos eletrônicos para SGPNS. Primeiramente, na Seção 2, são apresentados os seguintes conceitos gerais relacionados a contratos eletrônicos: definição, cláusulas de contrato eletrônico, níveis de qualidade de serviço, requisitos para um bom contrato eletrônico, o ciclo de vida de contratos eletrônicos, modelos e *templates* de contrato eletrônico, linguagens de especificação de contratos eletrônicos e realização de contratos eletrônicos. Em seguida, na Seção 3, são apresentadas breves descrições dos principais projetos de pesquisa correntes nesta área e uma comparação entre os projetos de pesquisa apresentados, destacando suas características comuns e as principais diferenças existentes entre eles. Finalmente, na Seção 4, são apresentadas as considerações finais deste relatório.

## 2 Contratos Eletrônicos

Um contrato, de forma geral, é um acordo entre duas ou mais partes para criar relações mútuas de negócio ou obrigações legais. Ele define um conjunto de atividades a serem executadas por cada uma das partes que deve satisfazer um conjunto de termos e condições, tais como obrigações, permissões ou direitos, e proibições. Esse conjunto de informações dá origem às cláusulas do contrato. Contratos são necessários em muitos tipos de transações de negócio. Eles são fundamentais para que organizações comprometam-se em relações comerciais. Praticamente toda transação comercial que cruza as fronteiras de uma organização é acompanhada, implícita ou explicitamente, de um contrato.

Contratos são geralmente documentos volumosos preenchidos com jargões legais e sem facilidades para encontrar cláusulas relevantes cujo cumprimento precisa ser considerado pelos parceiros de negócio. Primeiramente, um contrato deve especificar exatamente o produto ou serviço a ser comercializado de modo que ambos fornecedores e consumidores saibam o que eles podem esperar e o que é esperado deles. Além disso, um contrato deve estabelecer as regras do relacionamento de negócio, tais como obrigações e proibições. O contrato deve ainda conter informações a serem usadas no julgamento de que parte está correta caso haja discordâncias.

Um contrato eletrônico é um documento eletrônico usado para representar acordos entre organizações parceiras que realizam negócios usando a Internet, em que os serviços negociados são serviços eletrônicos. Contratos eletrônicos podem variar desde uma simples ordem de compra para a venda de produtos pela Internet até documentos extremamente complexos para um acordo comercial entre parceiros de negócio multinacionais. Eles contêm detalhes a respeito do processo de negócio a ser realizado de forma cooperativa entre as organizações, servindo de base para a execução e o acompanhamento de todo o processo definido. Entre os possíveis detalhes contidos em contratos eletrônicos estão informações de sintaxe e de semântica sobre os serviços eletrônicos a serem executados, dados a serem trocadas durante a execução dos serviços, atributos de qualidade definidos para estes serviços, custos envolvidos, e possíveis operações de controle e monitoramento.

O uso de contratos eletrônicos visa a melhoria da eficiência e da eficácia do processo de contratação eletrônica e o oferecimento de novas oportunidades para as organizações envolvidas. Uma abordagem eletrônica para contratos torna possível o estabelecimento de

acordos a custos mais baixos, em um período de tempo menor e sem restrições geográficas [22]. De acordo com Angelov & Grefen [25], os benefícios que podem ser obtidos são de três tipos de valores: financeiros, estratégicos, e de processo. Os valores estratégicos incluem: casamento de estratégias, vantagem competitiva, informação de gerenciamento e arquitetura de TI estratégica. Os valores de processo incluem: qualidade, tempo do ciclo de vida, agilidade e adaptabilidade. Apesar desse grande conjunto de benefícios, em [25] são apresentados também alguns riscos associados ao uso de contratos eletrônicos, tais como riscos políticos, de negócio, do ponto de vista legal, de padronização, de reestruturação interna, e de segurança.

A utilização de contratos eletrônicos em SGPNS tem se apresentado como um caminho natural para a área de gerenciamento de processos de negócio interorganizacionais, devido a sua natureza bem definida e estruturada. A visão conceitual de um contrato é idealmente ajustada para que contratos eletrônicos sejam tratados como pontos de integração em SGPNS. Suas características o tornam um excelente candidato não apenas para ser manipulado eletronicamente, mas sim para também controlar eletronicamente relações de negócio. SGPNS orientados por um contrato como um recurso central permite que seja alcançado um alto nível de consistência e facilidade de uso [3].

Contratos, em geral, podem servir para dois principais propósitos: função técnica e função legal [6]. Em relação à função técnica, os contratos devem definir:

1. **Partes:** representam os interessados envolvidos no negócio, que exercem diferentes papéis no contrato;
2. **Atividades:** descrevem os serviços a serem executados, incluindo informações necessárias para o fornecimento e o consumo de tais serviços;
3. **Cláusulas:** representam restrições que precisam ser cumpridas durante a execução das atividades que estão previstas no contrato.

Em relação à função legal, contratos devem definir os procedimentos legais para o caso de quebra do acordo e para a necessidade de arbitragem como a definição de fórum apropriado. Uma série de questões deve ser considerada com o objetivo de tornar os contratos eletrônicos válidos do ponto de vista legal, as quais dependem de aspectos envolvendo cada segmento específico de negócio. Do ponto de vista de tecnologia, devem ser considerados itens tais como assinaturas digitais, criptografia de chaves públicas e segurança. Normalmente esses itens são tratados em trabalhos paralelos aos que tratam dos aspectos técnicos de contratos eletrônicos, que é o foco deste relatório. Alguns dos trabalhos que tratam dos aspectos legais são apresentados em [22, 37].

## 2.1 Cláusulas de Contrato Eletrônico

As cláusulas de contrato representam quaisquer restrições que precisam ser satisfeitas para que a realização do processo de negócio associado seja concluída com sucesso. Elas podem estar relacionadas diretamente à execução dos serviços oferecidos pelo fornecedor - restringindo o que pode ou não ser realizado em relação a cada uma das atividades, ou

então estar relacionadas à execução de serviços de apoio, tais como serviços para o controle e o monitoramento da execução das atividades oferecidas pelo fornecedor.

Podem existir vários tipos de cláusulas, dependendo das necessidades dos envolvidos no processo de negócio, podendo ser mais simples ou mais complexas. Marjanovic et. al. [8] estabelecem que cláusulas de contrato eletrônico podem ser divididas em três tipos de restrições contratuais: obrigações, permissões ou direitos, e proibições - descritas a seguir:

- **Obrigações:** restrições relacionadas ao que as partes devem fazer. Obrigações são compulsórias;
- **Permissões/Direitos:** relacionadas ao que as partes podem fazer, mas não são obrigadas a fazer;
- **Proibições:** restrições relacionadas ao que as partes não podem fazer.

Por exemplo, um consumidor é obrigado a pagar de acordo com os termos de pagamento, um fornecedor é proibido de cancelar o pedido depois que ele já foi realizado, e um consumidor pode solicitar informações sobre o andamento da realização de um serviço de longa duração contratado.

## 2.2 Níveis de Qualidade de Serviço (QoS)

Um conjunto específico de cláusulas que podem fazer parte de um contrato é relacionado às restrições que tratam da garantia de níveis de qualidade dos serviços fornecidos (QoS - *Quality of Service*). Essas restrições representam níveis mínimos de qualidade, definidos em função de parâmetros ou atributos, que precisam ser cumpridos pelas organizações fornecedoras de serviços. As cláusulas de garantia de QoS normalmente se enquadram no tipo “Obrigações” da classificação apresentada na seção anterior. A parte do contrato que trata dos níveis de QoS é normalmente chamada de SLA - *Service Level Agreement*.

Os parâmetros de QoS que podem estar envolvidos em um SLA podem estar relacionados com os seguintes tipos de medida: disponibilidade, recuperabilidade, capacidade (*throughput*), escalabilidade, desempenho, tempo de espera (*downtime*), segurança, confiabilidade, largura de banda (*bandwidth*) e custo. Exemplos mais específicos de parâmetros de QoS, relacionados a medidas de desempenho, são: tempo de resposta de uma operação de um serviço, tempo médio de resposta entre dois conjuntos de mensagens, tempo de resposta de um fluxo do processo e tempo médio de resposta de um conjunto de fluxos de processo de um tipo particular.

Um mesmo serviço pode ser oferecido por uma organização com diferentes níveis de QoS para diferentes organizações consumidoras - em função do valor que a organização consumidora está disposta a pagar por determinados níveis de qualidade do serviço fornecido. Isso é similar ao oferecimento de serviços em diferentes categorias, tais como as classes prata, ouro e diamante - de uma companhia aérea, por exemplo. O contrato portanto deve prever quais os parâmetros de QoS devem ser cumpridos, formando uma SLA. Embora SLAs possam ser entendidos como sendo uma parte de contratos eletrônicos, alguns autores tratam esses dois termos de forma única, como se eles se referissem ao mesmo conceito.

### 2.3 Requisitos para Contratos Eletrônicos

Grefen et. al. [4] apresentam seis requisitos de contrato eletrônico que podem ser usados como base para a realização cooperativa de processos de negócio:

Conteúdo estruturado e completo: o contrato deve ter uma estrutura clara e usar uma nomenclatura não ambígua para que ele possa ser interpretado por sistemas eletrônicos. Além disso, todas as interações que podem possivelmente ocorrer devem estar descritas no contrato;

1. **Obrigações:** restrições relacionadas ao que as partes devem fazer. Obrigações são compulsórias;
2. **Flexibilidade:** o contrato deve ser flexível em relação a seu uso e reutilização. Um mesmo contrato pode ser reutilizado em múltiplos acordos. O contrato deve também ser flexível em relação às características de execução de modo a permitir adaptações dependendo das circunstâncias;
3. **Heterogeneidade:** O contrato deve ser estruturado de forma abstrata, independentemente da tecnologia disponível para a realização do processo em cada organização específica. Assim, cada organização envolvida pode mapear o contrato para sua própria linguagem de especificação de processo interno, no caso de estarem usando SGPNS locais distintos;
4. **Encapsulamento:** O contrato deve permitir uma especificação de processo de forma encapsulada, abstraindo detalhes de implementação e agrupando pequenas atividades;
5. **Controle:** o contrato deve oferecer um modo de descrever as possíveis interações durante a execução do processo, e quando cada uma delas é possível em função das fases do processo;
6. **Legalidade:** o contrato deve ser um documento legalmente válido que defina a cooperação entre as organizações. No caso de conflitos, o contrato deve conter a informação necessária para a solução do problema.

### 2.4 Ciclo de Vida de Contratos Eletrônicos

O ciclo de vida de contratos eletrônicos inclui fases relacionadas a disponibilização de serviços que podem ser ofertados; a negociação entre empresas e a definição de acordos de negócio; e a execução, o controle e o monitoramento do processo de negócio contido nos contratos eletrônicos. Embora existam várias abordagens distintas para descrever o ciclo de vida de contratos eletrônicos, tais como as apresentadas em [5, 7, 16, 20, 23, 31], em geral pode-se resumir este ciclo de vida nas seguintes fases:

1. **Implementação de Serviços Eletrônicos:** implementação de serviços por parte de organizações fornecedoras. Esta implementação pode ser realizada diretamente por iniciativa das próprias organizações fornecedoras que desejam disponibilizar a oferta de execução de um serviço no mercado, ou então a partir de pedidos de potenciais organizações consumidoras que podem estar interessadas nos serviços;

2. **Disponibilização, Busca e Descoberta de Serviços Eletrônicos:** troca de informações entre organizações fornecedoras e organizações consumidoras em mercados virtuais. O anúncio de serviços é realizado pelos fornecedores, enquanto que os consumidores realizam buscas de serviços e comparações entre eles. Informações sobre as garantias de QoS podem ser, por exemplo, disponibilizadas pela organização fornecedora. A descoberta de parcerias ocorre quando existe a compatibilidade entre serviços publicados e serviços buscados. Estas atividades devem ser executadas com o apoio de facilidades de *matchmaking*;
3. **Negociação e Definição de Contratos Eletrônicos:** processo de decisão que estabelece como o processo de negócio deverá ser realizado entre as organizações fornecedora e consumidora que desejam estabelecer uma parceria de negócio. Durante a negociação, são definidos as partes envolvidas, os serviços a serem prestados, e as cláusulas que devem ser cumpridas durante a realização do contrato - incluindo possivelmente cláusulas de garantia de QoS parte de uma SLA;
4. **Realização do Processo de Negócio:** execução e cumprimento do estabelecido no contrato eletrônico, por meio da execução dos serviços previstos e cumprimento das cláusulas estabelecidas. Para garantir o cumprimento das cláusulas, elas devem ser monitoradas durante a execução dos serviços. A organização consumidora também pode executar operações de monitoramento do processo, que podem ser mais ou menos restritas, dependendo do tipo de negócio e das organizações envolvidas - conforme estabelecido no contrato eletrônico.

Chiu et. al. [14, 16] compara o ciclo de vida de contratos eletrônicos ao ciclo de vida de sistemas de software, concluindo que eles possuem algumas características similares que podem ser usadas em benefício dos contratos eletrônicos. Entretanto, existem algumas características que os diferenciam bastante, tal como a natureza mais dinâmica de softwares que podem ser alterados com mais frequência do que contratos eletrônicos depois que foram fechados entre os interessados. Apesar das diferenças existentes, contratos eletrônicos podem ser tratados por meio de atividades similares as de desenvolvimento de software, enquanto que a execução do contrato eletrônico pode ser considerada equivalente à execução do software depois de instalado ou implantando. Uma abordagem deste tipo pode facilitar o entendimento de um contrato eletrônico a partir de seus fundamentos até sua implementação.

## 2.5 Meta-Modelos, Modelos e *Templates* de Contrato Eletrônico

Contratos variam enormemente em relação ao tamanho, ao conteúdo e à complexidade. Existem diferentes tipos de contratos que dirigem relacionamentos de negócio bastante específicos. Normalmente, existe um grande número de elementos que são comuns a um mesmo tipo de contrato. Para facilitar o entendimento, a representação e o processamento eletrônico de contratos, os SGPNS podem utilizar modelos de contrato eletrônico a partir dos quais contratos específicos podem ser instanciados. Modelos de contrato representam

as regras conceituais que todos os contratos a serem estabelecidos para um determinado domínio de aplicação devem seguir.

A criação de modelos de contrato eletrônico, por sua vez, também deve seguir regras pré-definidas. Estas regras são definidas em meta-modelos de contrato eletrônico que capturam os detalhes de nível conceitual sobre os possíveis elementos que podem estar envolvidos em um modelo de contrato eletrônico. Um meta-modelo de contrato deve prever que tipos de entidades e de relacionamentos entre as entidades podem fazer parte de modelos de contrato.

Um meta-modelo de contrato eletrônico serve como um molde a partir do qual modelos de contrato eletrônico podem ser definidos, enquanto que um modelo de contrato eletrônico serve como um molde a partir do qual contratos eletrônicos podem ser instanciados. Por exemplo, um meta-modelo de contrato pode definir que modelos de contrato devem conter o tipo de entidade partes, e um modelo de contrato por sua vez deve definir que a entidade fornecedor do tipo parte deve integrar contratos eletrônicos. Cada SGPNS possui um único meta-modelo de contrato eletrônico e pode possuir vários modelos de contrato eletrônico definidos a partir deste meta-modelo.

Normalmente, os tipos de entidades mais comum de serem considerados em meta-modelos são: partes - que representam as organizações envolvidas no contrato; atividades - que representam os serviços a serem executados durante a execução do contrato, podendo ser na forma de um *workflow*; e cláusulas - que representam as restrições a serem satisfeitas durante a execução do contrato, podendo incluir cláusulas de garantia de QoS de uma SLA. Além destes tipos de entidades, outros tipos também podem existir em diferentes meta-modelos usados por diferentes SGPNS, tais como papéis, pagamentos, artefatos e variáveis.

Embora exista um conjunto de conceitos comuns que deveriam estar contidos em todos os modelos de contrato eletrônico, e principalmente nos meta-modelos, os trabalhos desta área normalmente possuem diferenças em termos de conceitos utilizados ou na forma de apresentação. A forma de apresentação predominantemente utilizada são técnicas gráficas, tais como Diagramas de Entidade-Relacionamento e principalmente, nos trabalhos mais atuais, os Diagramas de Classe da UML, que possuem uma grande flexibilidade de extensão por meio dos estereótipos previstos na linguagem. Alguns dos trabalhos que utilizam técnicas gráficas para este fim são apresentados na Seção 3 deste relatório. Existem ainda alguns trabalhos que tratam da apresentação de modelos de contrato eletrônico formalmente - por exemplo, com base na teoria de conjuntos, tal como os apresentados em [8, 9, 12, 35], que está fora do escopo deste relatório.

Mesmo com o uso de meta-modelos e modelos de contrato eletrônico, seria altamente complicado e custoso se os termos de novos contratos tivessem que ser inteiramente criados para cada nova transação de negócio. Economias significativas podem ser alcançadas por meio da reutilização de contratos pré-estabelecidos por meio de *templates* de contrato. A cada modelo de contrato eletrônico pode estar associado um ou mais *templates* de contrato, que são contratos eletrônicos parcialmente preenchidos. Em um *template*, existem algumas partes vazias (como campos) que devem ser definidas durante a instanciação do contrato para cada novo acordo de negócio especificamente.

O uso de *templates* de contrato eletrônico torna menos complicada a instanciação de um novo contrato. Enquanto modelos de contrato tratam das regras conceituais que os



contratos eletrônicos devem seguir, os *templates* de contrato são contratos eletrônicos pré-definidos, com base no modelo de contrato, que precisa ser completamente preenchido para a instanciação do novo contrato eletrônico. Apesar disso, em alguns trabalhos, modelos de contrato eletrônico e *templates* de contrato eletrônico são tratados indistintivamente. O mesmo ocorre frequentemente para meta-modelos e modelos de contrato eletrônico.

Um *template* de contrato eletrônico é composto por um conjunto de atividades e cláusulas comuns que seguem as regras de um modelo de contrato. Estes itens de *template* podem possuir detalhes a serem definidos apenas em tempo de negociação do contrato pelas organizações envolvidas, como por exemplo o tempo pelo qual o contrato terá validade. Outros itens (atividades e/ou cláusulas) podem ser incluídos no contrato eletrônico final, mesmo não estando previstos no *template*, desde que satisfaçam o modelo de contrato com base no qual o *template* foi definido. Normalmente, um *template* de contrato é definido com base em contratos definidos a priori e na experiência dos envolvidos. Quando existente, um *template* de contrato pode ser usado como um documento de referência durante a atividade de negociação de contrato eletrônico.

## 2.6 Linguagem de Especificação de Contratos Eletrônicos

Basicamente, um contrato eletrônico é um documento eletrônico altamente estruturado que pode ser empregado em diferentes fases da realização de processos de negócio interorganizacionais e transferido entre diferentes tipos de sistemas de informação, incluindo SG-PNs. Para facilitar a especificação de contratos eletrônicos, deve ser disponibilizada uma linguagem de especificação que possua características que permitam que os contratos especificados possam então ser definidos, executados, monitorados e transferidos entre diferentes SGPNS. Além disso, é importante que os contratos especificados por meio desta linguagem de especificação sejam compreensíveis por seres humanos.

Uma das soluções mais utilizadas atualmente para a especificação de contratos eletrônicos é o uso de uma linguagem de especificação baseada na linguagem XML (*eXtensible Markup Language*) [38]. XML é uma linguagem de marcação de dados que oferece um padrão para descrever dados estruturados, de modo a facilitar a declaração mais precisa de conteúdo e resultados mais significativos de busca. Apesar da predominância no uso de XML para este fim, alguns projetos usam outras linguagens próprias ou não - porém a tendência é que elas sejam substituídas também por XML.

Como parte integrante de contratos eletrônicos, a descrição do processo de negócio a ser realizado também deve ser especificada por meio de uma linguagem com as características definidas anteriormente. Portanto, normalmente também são utilizadas abordagens baseadas na linguagem XML para este fim, sendo que a linguagem usada para a representação de contratos eletrônicos como um todo pode ser diferente da linguagem usada para a especificação do processo de negócio contido no contrato, visto que existem requisitos próprios que devem ser atendidos para uma linguagem de especificação de processos de negócio.

Exemplos de linguagens que são utilizadas atualmente para a especificação de processos de negócio [3], muitas delas baseadas em XML, são: WSFL - *Web Service Flow Language* (proposta pela IBM) [39]; WSCL - *Web Service Conversation Language* (proposta pela

HP) [40]; WSCI - *Web Services Choreography Interface* (proposta pela W3C) [41]; BPML - *Business Process Modeling Language* (proposta pela *Business Process Management Initiative* - BPMI) [42]; BPSS - *Business Process Specification Schema* (proposta pela ebXML) [43]; XLANG - *Web Services for Business Process Design* (proposta pela Microsoft) [44]; BPEL4WS - *Business Process Execution Language for Web Services* (proposta pela IBM) [45].

## 2.7 Realização de Contratos Eletrônicos

Contratos eletrônicos depois de estabelecidos precisam ser realizados por SGPNS. A realização de contratos eletrônicos consiste de:

1. **Execução do Contrato Eletrônico:** execução das atividades previstas no processo de negócio incluído no contrato eletrônico. A execução do contrato é normalmente tratada pelo gerenciador de processos de SGPNS, o qual precisa estar preparado para entender e executar as informações contidas nos contratos eletrônicos;
2. **Cumprimento do Contrato Eletrônico:** garantia da satisfação das cláusulas contidas no contrato eletrônico, incluindo possivelmente cláusulas de QoS de SLAs. Este cumprimento pode ser alcançado por ações de monitoramento de execução visando encontrar pontos de quebra de contrato e por ações para o tratamento de desvios detectados.

O monitoramento da execução de partes do processo de negócio em uma determinada organização pode ser realizado por uma outra organização que faz parte do contrato eletrônico, tal como uma organização que subcontratou um determinado serviço. As operações de monitoramento podem ser mais ou menos restritas, dependendo do tipo de negócio e das organizações envolvidas - conforme estabelecido no contrato eletrônico. Elas podem ser operações dinâmicas de obtenção de estado -solicitadas diretamente a partir dos serviços em execução, ou simplesmente a criação de *logs* estáticos de eventos a serem disponibilizados pelos serviços. Contratos eletrônicos podem ter definidos em suas cláusulas além das restrições que devem ser satisfeitas propriamente ditas, também as ações a serem tomadas caso seja identificada a não satisfação de alguma restrição.

Uma forma de realizar o monitoramento da execução de contratos eletrônicos é usar uma abordagem de Regras de Evento-Condição-Ação (ECA). O funcionamento dessas regras é realizado da seguinte forma: quando o evento que faz parte de uma regra ocorrer, a regra é então disparada; ao ser disparada, a condição que faz parte dela é avaliada para saber se a condição possui o valor verdadeiro ou falso; caso o valor da condição seja avaliado como verdadeiro, então a execução da ação que faz parte da regra é então iniciada. Deste modo, ao invés de ser realizado um monitoramento constante do estado do processo de negócio em execução, as cláusulas são associadas a regras de ECA que são disparadas somente na ocorrência de determinados eventos.

### 3 Projetos de Pesquisa Relacionados a Contratos Eletrônicos

Nesta seção são apresentadas breves descrições de alguns dos principais projetos de pesquisa na área de contratos eletrônicos para SGPNS. Alguns destes projetos já foram apresentados em [3], porém com um enfoque mais associado a arquitetura dos sistemas propostos, enquanto neste relatório o enfoque é o estabelecimento e a realização de contratos eletrônicos.

Muitos dos trabalhos apresentados são especificamente voltados para a execução e principalmente para o monitoramento da realização de contratos eletrônicos, apesar disso, esses projetos precisam ter como base um modelo conceitual de contratos eletrônicos, os quais são explorados a seguir. Primeiramente são apresentados os trabalhos que abordam contratos eletrônicos de uma forma geral, e por fim são apresentados alguns trabalhos que abordam apenas SLAs de forma mais específica.

#### 3.1 COSMOS

O projeto COSMOS [3] propõe um sistema para o gerenciamento de contratação eletrônica baseado na Internet que facilita a realização de parcerias comerciais com o oferecimento de catálogos de serviços, interoperabilidade de serviços, e negociação e execução de contratos eletrônicos. A abordagem do sistema COSMOS utiliza um provedor de serviços, como uma “terceira parte”, além dos envolvidos diretos no processo de negócio, responsável por moderar a fase de negociação de contratos eletrônicos e monitorar sua posterior execução. A arquitetura do sistema COSMOS oferece apoio a estas funções em um modo integrado e unificado por meio da tecnologia CORBA [51]. O projeto COSMOS, resultado de um projeto existente na segunda metade da década de 90, é um dos projetos mais referenciados nos trabalhos mais recentes.

Para poder oferecer apoio a todas as fases do ciclo de vida de contratos eletrônicos, o sistema COSMOS baseia-se em um modelo de contrato que engloba as partes de contratos eletrônicos cujo significado semântico permite uma automação eficiente de seu ciclo de vida. A Figura 1 apresenta uma visão geral das principais classes existentes no modelo de contrato COSMOS. São apresentados apenas os nomes das classes e os relacionamentos entre elas, enquanto que os atributos e métodos de cada classe são omitidos por questões de simplicidade de apresentação.

O modelo de contrato eletrônico do projeto COSMOS é dividido estruturalmente em quatro grandes partes: QUEM, QUANDO, O QUE e LEGAL, as quais são descritas a seguir:

- **QUEM:** esta parte define os relacionamentos entre partes, pessoas e assinaturas. Partes atuam sob um determinado papel definido pelo *template* do contrato. Eles são instanciados como uma entidade legal que pode ser uma pessoa física (pessoa natural) ou uma pessoa jurídica (pessoa legal). Uma parte somente indica que a entidade legal é envolvida no contrato, abstraindo-se das tarefas existentes que são definidas para o papel correspondente. Finalmente, entidade legal é associada com uma assinatura quando o contrato tiver sido fechado.

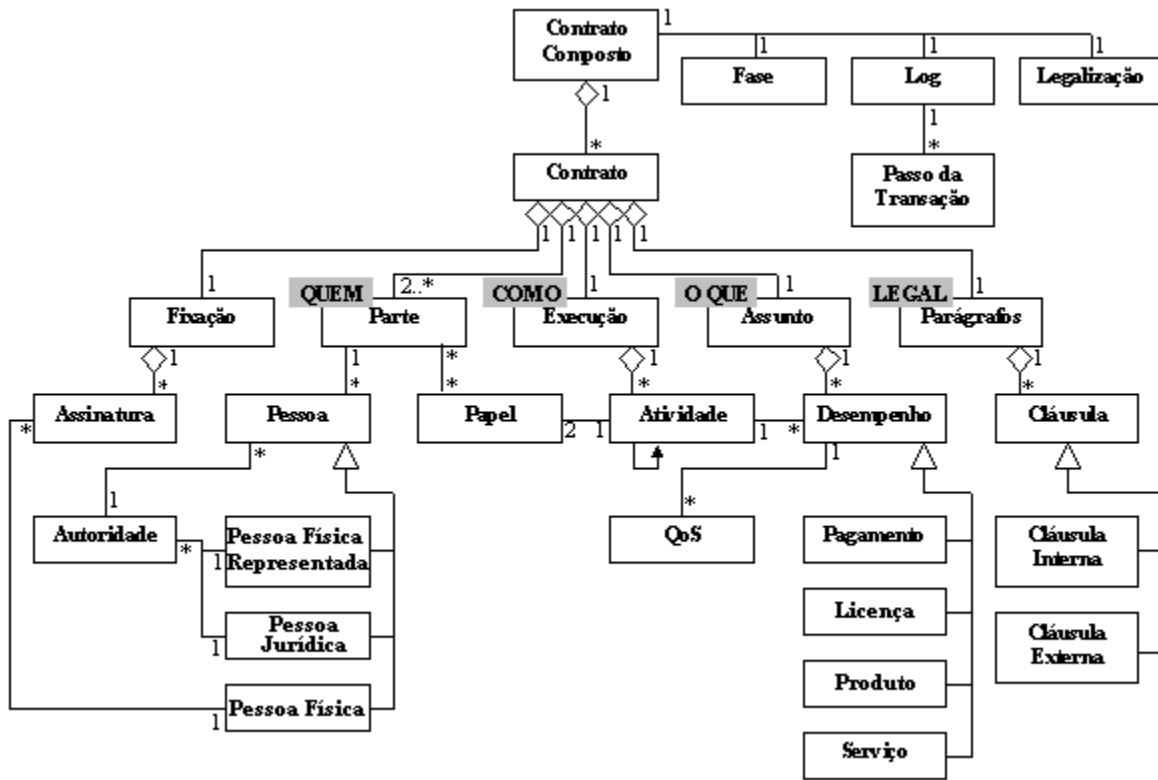


Figura 1: Modelo de Contrato do Projeto COSMOS

- **O QUE:** esta parte se refere ao assunto objeto do contrato. Ela cobre todas as obrigações das partes envolvidas. Cada obrigação é considerada como uma transferência de direito que pode ser ou um produto, um serviço, um pagamento em dinheiro ou uma licença. Uma obrigação possui uma lista de atributos de QoS associada, que são usadas em *templates* de contrato para especificar as partes mais apropriadas. Durante a negociação de contrato, os atributos de QoS são alvos de ofertas e contraofertas. Durante a execução do contrato, obrigações são executadas com base nestes atributos de QoS.
- **COMO:** esta parte define relacionamentos entre obrigações: quando cada serviço deve ser entregue? Qual é o *deadline*? Quais cláusulas devem ser aplicadas quando uma parte não cumpre sua obrigação? Esta parte deve ser usada para derivar um *workflow* que define relacionamentos causais, transferências de dados, atrasos e *deadlines*, e um marco final da fase de execução. As informações contidas no contrato podem ser usadas para a geração de uma representação gráfica, baseada em Redes de Petri, do *workflow* associado ao contrato.

- **LEGAL:** esta parte define as cláusulas legais do contrato que tratam dos termos e condições gerais no nível do contrato. Estas cláusulas podem referenciar itens externos aplicáveis, tais como contratos externos, regulamentações e legislação.

Devido à natureza orientada a objetos do modelo de contrato eletrônico apresentado, o armazenamento de *templates* e de instâncias de contratos é naturalmente realizado por meio de um modelo de objetos. Além desse modelo de objetos, os *templates* e contratos eletrônicos também são armazenados em um modelo XML. Ambas as forma de armazenamento, modelo de objetos e modelo XML, podem ser usadas diretamente para a transmissão e apresentação do contrato durante a fase de negociação e para seu armazenamento. Entretanto, para o estabelecimento de assinaturas de contratos, a representação em XML é preferível já que ela é em uma forma linear e legível por humanos, o que é importante para questões legais.

### 3.2 CrossFlow

O projeto CrossFlow [4, 5, 6] propõe um sistema de gerenciamento de *workflow* interorganizacional para controlar a execução de serviços eletrônicos oferecidos por diferentes organizações que compõe empresas virtuais. O sistema CrossFlow possui uma arquitetura distribuída para o gerenciamento de processos de negócio *peer-to-peer*, envolvendo sempre um par de fornecedor e consumidor de serviços por vez. Todo o ciclo de vida dos processos de negócio gerenciados pelo sistema é baseado em contratos eletrônicos que especificam as interações existentes entre fornecedores e consumidores de serviços eletrônicos em empresas virtuais. Este ciclo de vida inclui as seguintes atividades: estabelecimento do contrato; configuração da infra-estrutura dinâmica; execução e monitoramento do contrato; e remoção da infra-estrutura dinâmica.

Os contratos definem os detalhes relevantes para que a integração entre um fornecedor e um consumidor possa ser realizada, em função do oferecimento e do uso de serviços. As informações contidas em contratos incluem basicamente: a identificação dos serviços e todos os parâmetros necessários para sua execução; e a especificação do processo usado para a execução desses serviços. Os contratos não definem detalhes operacionais de cada parceiro de negócio e nem detalhes técnicos de suas plataformas de hardware e software. Portanto, estes contratos estão em um nível de abstração acima dos sistemas de gerenciamento de *workflow* de cada parceiro envolvido.

Para o estabelecimento de contratos, é disponibilizado um Modelo de contrato genérico que oferece a estrutura conceitual para descrever a integração entre o fornecedor e o consumidor de serviços. O modelo de contrato, conforme apresentado na Figura 2.

Este modelo de contrato é uma estrutura dividida em cinco partes modulares, descritas a seguir:

- **Modelo de Conceito:** estabelece a terminologia a ser usada no restante do contrato, de forma similar à seção localizada no início de contratos convencionais (não eletrônicos). Os conceitos que fazem parte da terminologia são definidos como uma lista de parâmetros, formados pelo seu nome, tipo e descrição. Cada parâmetro recebe um valor durante o estabelecimento do contrato ou em tempo de execução.

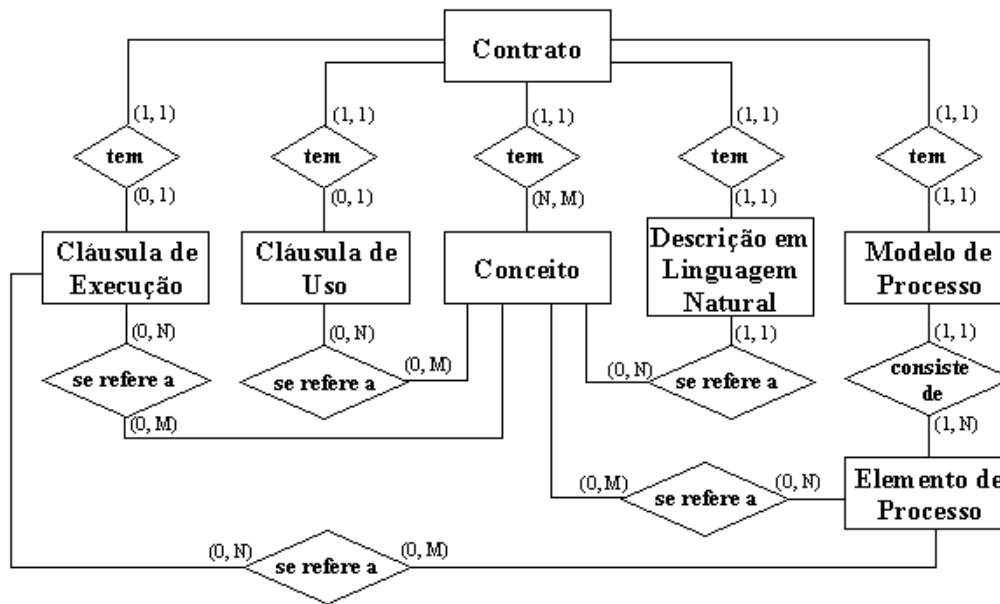


Figura 2: Modelo de Contrato do Projeto CrossFlow

- **Modelo de Processo:** estabelece a especificação de *workflow* que garante que ambas as partes possuam a mesma visão do processo de negócio existente entre eles. Trata-se apenas uma abstração do processo, sem considerar os detalhes existentes nas atividades do fornecedor que não são úteis ao consumidor. Para esse propósito, é utilizado um modelo baseado na linguagem *Process Description Language* (PDL), da organização *Workflow Management Coalition* (WfMC), que permite o mapeamento para outros modelos de especificação de *workflow* específicos de SGPNS particulares existentes em diferentes organizações, satisfazendo assim requisitos de heterogeneidade. O modelo completo da linguagem PDL contém definições de atividades, transições, dados, papéis e aplicações - porém para o nível abstrato necessário neste contexto, apenas definições de atividades e transições são utilizadas como elementos de processo.
- **Modelo de Execução:** estabelece um conjunto de cláusulas de execução que definem funcionalidades adicionais oferecidas para apoiar a colaboração entre os parceiros de negócio. Estas cláusulas incluem operações para: controle de execução de serviços - que permitem ao consumidor realizar operações de controle sobre os serviços do fornecedor, tais como abortá-los, suspendê-los, e desfazê-los em parte; monitoramento da qualidade de serviços (QoS) - que permitem ao consumidor observar dados dos serviços do fornecedor, que podem ser realizados por meio de pedidos ou de notificações; controle de flexibilidade - que permitem ao consumidor adaptar o caminho a ser seguido na execução de serviços por parte do fornecedor, tais como adicionar uma verificação ou pular uma atividade não vital; e outras operações como apoio a transações interorganizacionais, remuneração, segurança, e autenticação.

- **Modelo de Uso:** estabelece um conjunto de cláusulas de uso que define as possíveis formas em que um contrato pode ser usado e as condições associadas a cada um delas. A forma mais simples é quando um contrato é feito para iniciar a execução dos serviços imediatamente. Formas mais complexas são: contratos feitos para disparar múltiplas execuções dos serviços, ou para reservar recursos de um fornecedor para a execução de serviços em momentos posteriores.
- **Descrição em Linguagem Natural:** estabelece um pedaço de texto destinado à leitura humana, e não à interpretação eletrônica. Este texto pode ser usado para descrever os serviços de uma forma compreensível e para se referir ao contexto legal da transação.

A linguagem utilizada para a especificação de contratos no sistema CrossFlow é baseada na linguagem XML. É disponibilizada uma especificação DTD (*Document Type Definition*) que mapeia o Modelo de contrato apresentado anteriormente. Esta definição DTD estabelece o conteúdo e estrutura que todos os contratos precisam satisfazer. Entretanto, uma especificação DTD não pode oferecer todas as restrições necessárias para a uma linguagem de especificação de contratos completa. Por exemplo, como XML não pode impor restrições no conteúdo do texto dentro de elementos, não é possível apenas com XML definir uma restrição que relaciona os valores de atributos de um elemento a seu conteúdo. Portanto, a linguagem de especificação de contratos completa é formada pela especificação DTD mais o conjunto de restrições adicionais definido.

A elaboração de contratos inicia quando uma organização deseja encontrar parceiros de negócio. É criado então um contrato inicial que é disponibilizado para que potenciais organizações parceiras se encontrem, por meio de um serviço de *Matchmaking*. Para isso, é necessária a tradução do contrato para uma linguagem em que o serviço de *Matchmaking* entenda. Neste contrato inicial, fornecedores ou consumidores definem as características dos serviços oferecidos ou requisitados, em termos de: descrição do serviço, opções de controle, monitoramento de QoS, custo, tempo, etc. Para consolidar uma parceria, os dois contratos iniciais são unificados e um contrato final é estabelecido com informações adicionais. Está fora do escopo do projeto CrossFlow tratar de assinaturas digitais do acordo entre as duas organizações para tornar o contrato uma entidade legal.

Para facilitar o estabelecimento de novos contratos, são disponibilizados *templates* genéricos de contratos - criados a partir de contratos evoluídos e freqüentemente usados em um determinado segmento de mercado. Um *template* de contrato é similar ao contrato já estabelecido que lhe deu origem, porém com campos que precisam ser preenchidos durante sua especialização na criação de novos contratos específicos. Os últimos trabalhos apresentados pelo projeto CrossFlow apontavam como uma das preocupações futuras desta linha de pesquisa uma aplicação mais sistemática de *templates* de contrato eletrônico. As idéias apontadas pelo projeto como tarefas futuras eram: a evolução do uso de *templates* monolíticos fixos para uma abordagem mais generalizada em que contratos possam ser construídos a partir de unidades de menor granularidade; e o reuso de *templates* de contratos que permitisse o uso de hierarquias de tipos de contrato associadas a segmentos específicos de mercado.



Após a criação do contrato, cada organização envolvida deve preparar a infra-estrutura local necessária para a realização da cooperação entre elas - ou seja, para a execução do especificado no contrato. Essa infra-estrutura permite que a execução dos serviços previstos no contrato seja realizada seguindo o processo definido, pela conexão do fornecedor e do consumidor de serviços. Com base na especificação do contrato, operações de apoio estendido à execução de serviços durante a realização do processo podem ser executadas, tais como operações de controle, monitoramento da QoS, flexibilidade de serviços, apoio a transações interorganizacionais, entre outras.

A arquitetura do sistema CrossFlow é baseada em uma tecnologia de sistema de gerenciamento de *workflow* comercial - o produto *MQSeries Workflow* da IBM, que é estendida por uma camada de interface da tecnologia CrossFlow. Ela é dividida em quatro ambientes independentes responsáveis pelo gerenciamento do sistema da organização, de subcontratações, do estabelecimento de contratos e da execução de contratos. O ambiente de gerenciamento da execução de contratos é criado dinamicamente em função das informações contidas em contratos eletrônicos estabelecidos.

### 3.3 Milosevic et. al.

Milosevic et. al. [9, 10, 11] apresentam uma abordagem para a especificação e implementação de contratos eletrônicos para serviços de negócio (B2B - *Business-to-Business*). Uma das características desta abordagem é a flexibilidade para a modificação de regras para o cumprimento de contratos eletrônicos em função de alterações nos acordos comerciais. A abordagem proposta é composta por um modelo conceitual de contratos eletrônicos (apresentado na Figura 3, como um modelo de classes), uma linguagem baseada em XML para a especificação de contratos eletrônicos com base no modelo conceitual, e uma arquitetura baseada em papéis que oferece apoio a operações típicas existentes no ciclo de vida de contratos eletrônicos.

De acordo com o modelo de contrato, uma especificação de contrato de negócios é dividida em duas partes:

- **Corpo do contrato:** esta parte do contrato contém a maior parte de seu conteúdo, sendo dividido em: preâmbulo - que contém as partes envolvidas no contrato e a natureza do pagamento dado a cada parte (em termos de valores monetários, serviços, produtos, direitos, etc); uma lista de cláusulas contratuais, reunidas logicamente em grupos de cláusulas; e uma seção de aprovação que especifica quem de cada parte aprova o contrato;
- **Seção de assinatura digital:** esta parte do contrato contém as assinaturas digitais das partes apropriadas, conforme listadas na seção de aprovação.

Além destas duas partes, uma especificação de contrato de negócios é ainda baseada em uma especificação de políticas de cumprimento que contém as especificações de regras de cumprimento associadas ao contrato, de acordo com as cláusulas contratuais. Cada uma das cláusulas contratuais já pode ser considerada como uma declaração de política de alto nível. Entretanto, estas declarações precisam ser adicionalmente refinadas de modo que elas



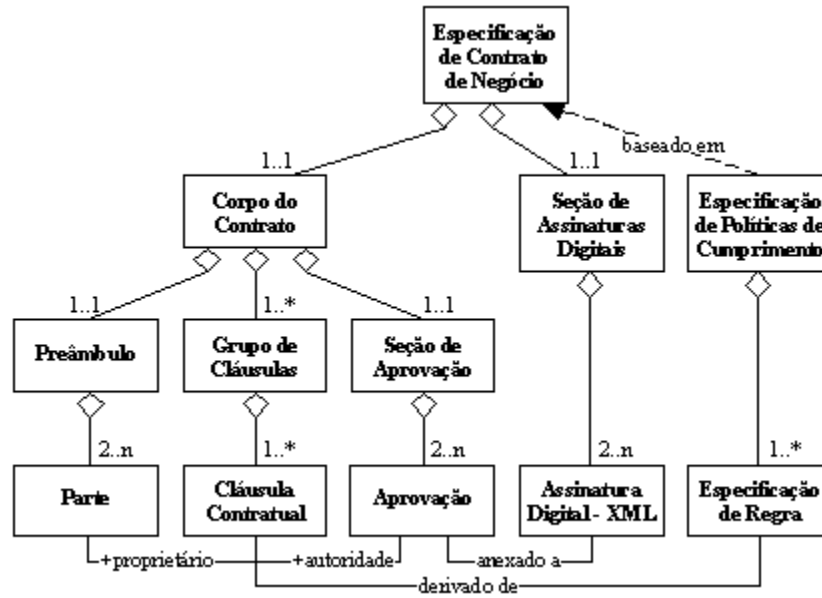


Figura 3: Modelo de Contrato de Milosevic et. al.

possam expressar restrições sobre as ações que as partes envolvidas no contrato precisam executar - como um resultado de suas obrigações contratuais.

As restrições refinadas devem especificar que um papel é “proibido de”/“obrigado a” desempenhar ações sob certas condições. Ações podem então ser monitoras, se requerido, e se elas não satisfizerem as cláusulas contratuais, então o sistema pode disparar uma ação a ser realizada por um determinado papel como punição pela violação do contrato. Essas especificações de políticas de cumprimento de contrato do tipo “proibido de” ou “obrigado a” são definidas por meio de uma abordagem que foi baseada no paradigma de Regras de Evento-Condição-Ação de bancos de dados ativos e na linguagem ODP.

O modelo apresentado é codificado usando uma linguagem baseada em XML. XML foi usado para capturar a estrutura de um contrato, dado que pela sua natureza, o texto do contrato pode ser preservado. Além disso, podia-se tirar vantagem de peças essenciais da infra-estrutura então emergente de XML - tais como CBL, XML-Dsig, XSLT e repositórios XML. A mais importante destas tecnologias é a CBL - *Common Business Language*, projetadas pela empresa CommerceOne [49]. CBL é um conjunto de documentos XML e blocos de construção XML que possibilitam a montagem de negócios como aplicações rapidamente. Como CBL já possui o conceito de contrato, embora simples - incluindo apenas um identificador de contrato e datas de início e fim, este conceito foi estendido para incluir os elementos adicionais ilustrados na Figura 3 [7].

O escopo deste modelo de contrato abrange apenas a definição de o que deve ser executado, e não como ele deve ser executado - que se refere ao processo de negócio a ser executado para realizar o contrato eletrônico. Um processo de negócio geralmente está a um grau de detalhes mais fino que as cláusulas contratuais, e podem existir vários processos

de negócio que cobrem corretamente as cláusulas de um mesmo contrato. Em [10] são apresentadas algumas heurísticas para a derivação de processos de negócio baseada nas cláusulas contratuais. Elas representam apenas idéias iniciais que precisam ser mais bem elaboradas em trabalhos futuros.

Em trabalhos mais recentes [11], uma nova linguagem para a especificação de contratos eletrônicos foi proposta, a linguagem BCL - *Business Contract Language*, atualmente em desenvolvimento. O objetivo da linguagem BCL é descrever a semântica de contratos eletrônicos com o objetivo de serem utilizados no gerenciamento de contratos automatizados. BCL é uma linguagem de domínio especificamente desenvolvida para expressar condições de contrato necessárias para seu monitoramento e seu cumprimento. BCL é uma linguagem amplamente declarativa com um mínimo número de fragmentos imperativos. Os conceitos da linguagem BCL são agrupados em três categorias: comunidade e políticas - que definem o comportamento organizacional básico e restrições modais que aplicam a interações interorganizacionais; eventos e estados - que cobrem as definições de eventos e estados internos, usados para descrever restrições comportamentais detalhadas que são usadas no modelo de contrato; e construtores gerais da linguagem - usados para oferecer apoio a atribuições de expressões matemáticas ou lógicas a variáveis, controle de laços, construções condicionais, etc.

### 3.4 Chiu et. al.

Chiu et. al. [13, 14, 15, 16] apresentam dois *framework* de três níveis cada um para a realização de contratos eletrônicos. Um deles é usado para a execução das atividades de contratos eletrônicos [13], enquanto o outro é usado para garantir o cumprimento das cláusulas de contratos eletrônicos [16]. Como estes dois *framework* diferem entre si em apenas um dos três níveis, eles podem ser apresentados como um único *framework* de quatro níveis.

As quatro camadas do *framework* para realização de contratos eletrônicos são:

- **Camada de Documento:** camada formada por um meta-modelo e *templates* para a definição de contratos eletrônicos, que são compostos por um conjunto de cláusulas que devem ser satisfeitas pelas diferentes partes existentes nos contratos eletrônicos;
- **Camada de Negócio:** camada formada por um meta-modelo para a definição de regras para o cumprimento de contratos eletrônicos, que são compostas por regras de negócio, eventos de negócio, ações de negócio e entidades de negócio;
- **Camada Estrutural:** camada formada por um modelo de execução que captura os detalhes semânticos de contratos eletrônicos, especificadas por meio de diagramas de casos de uso (estrutura estática) e diagramas de atividades (estrutura dinâmica);
- **Camada de Implementação:** camada responsável pela execução dos *workflows* locais e pelas ações que os compõe e pela comunicação interorganizacional entre os vários *workflows* locais.

O meta-modelo de contrato eletrônico é construído como um Diagrama de Classes da UML (*Unified Modeling Language*) [46] - apresentado na Figura 4. De acordo com o meta-modelo, um *template* de contrato eletrônico é formado por um conjunto de cláusulas de contrato que são relacionadas a uma das partes envolvidas no contrato eletrônico. As cláusulas podem ser de três tipos de restrições contratuais: obrigações, permissões e proibições. Uma cláusula complexa pode ser formada por diversas cláusulas mais simples e pode se referir a outras cláusulas. Uma cláusula pode ser formada por um conjunto de variáveis de *template*, tais como produto, preço e quantidade.

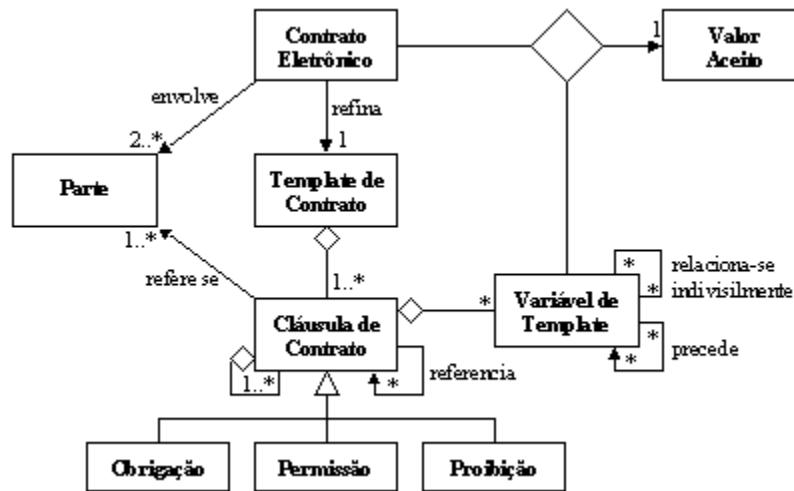


Figura 4: Meta-Modelo de Contrato de Chiu et. al.

Existem dois tipos de relacionamento possíveis entre variáveis de *template*: uma variável de *template* precede uma outra variável se a primeira deve ser negociada antes da segunda; e uma variável de *template* está indivisivelmente relacionada à outra variável quando elas devem ser negociadas em conjunto. As variáveis de *template* existentes precisam ser refinadas para cada instância de contrato eletrônico existente por meio de negociações que define o conjunto de valores aceitos. Em [13] é apresentada uma abordagem sistemática para a negociação de contratos eletrônicos baseados no meta-modelo de contrato eletrônico, incluindo um algoritmo para determinar um plano para o processo de negociação colaborativa de contratos eletrônicos.

O meta-modelo de cumprimento de contratos eletrônicos é construído como um Diagrama de Classes da UML - apresentado na Figura 5. De acordo com o meta-modelo, uma cláusula de contrato pode ser especificada por um conjunto de regras de Evento-Condição-Ação (ECA) que formulam o modo operacional de tais cláusulas. Eventos podem ser de três tipos: eventos temporais - que são ocorrências no tempo programadas, exceções - que são desvios do comportamento esperado, e invocações de ações de negócio - que podem causar quebra de contrato. Eventos podem ser gerados interna ou externamente a uma determinada organização que é parte do contrato.

Condições são expressões lógicas definidas com base em entidades de negócio, que especificam objetos de dados requeridos no processo de negócio e que pertencem a alguma

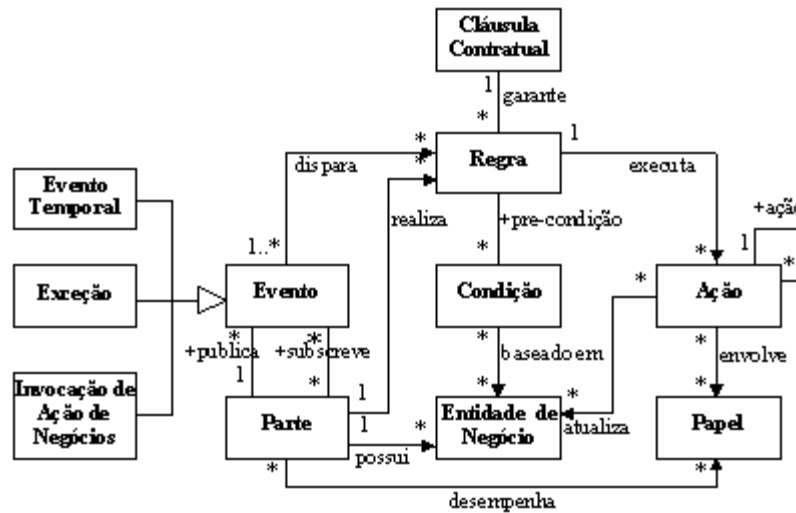


Figura 5: Meta-Modelo de Cumprimento de Contrato de Chiu et. al.

das partes envolvidas. Ações especificam um conjunto de tarefas que podem ser executadas por um conjunto de partes, cada uma delas exercendo determinados papéis no processo. A execução de ações pode atualizar o estado de entidades de negócio. Uma ação pode ser recursivamente decomposta em sub-ações. A ocorrência de eventos dispara as regras associadas, cujas condições são avaliadas. Se a condição de uma regra for satisfeita, sua ação é então executada, podendo levar a ocorrência de outros eventos.

O uso da abordagem de regras de ECA para a realização do cumprimento de contratos eletrônicos é apontado como uma abordagem que não sobrecarrega o sistema, já que não é necessário monitorar todas as variáveis envolvidas no contrato constantemente, mas sim esperar para que eventos interessantes e mapeados previamente sejam gerados. A transformação de cláusulas de contratos, expressas com base no primeiro meta-modelo, em regras ECA, expressas com base no segundo meta-modelo, é realizada por meio da aplicação de uma metodologia que mapeia os diferentes tipos de cláusulas (obrigação, proibição e permissão) em regras ECA.

O modelo de execução do contrato eletrônico é composto por duas partes - uma parte estática e uma parte dinâmica. A parte estática do modelo de execução é descrita por um Diagrama de Casos de Uso da UML. A parte dinâmica é descrita por um Diagrama de Atividades da UML dividido em função dos atores do Diagrama de Casos de Uso. As regras de cumprimento de contrato definidas com base no segundo meta-modelo apresentado são mapeadas para casos de uso - o que é feito normalmente usando uma relação de mapeamento de muitos-para-um, e os papéis definidos são mapeados para atores. Os casos de uso por sua vez são agrupados e ordenados no Diagrama de Atividades em função dos atores definidos - representando a estrutura dinâmica de um *workflow*.

A arquitetura de execução do sistema que implementa o *framework* apresentado é estruturada usando as seguintes tecnologias de implementação: EJB (*Enterprise Java Bean*) [47] para a implementação das atividades internas dos *workflows*, isto é, das ações de cumpri-

mento das cláusulas de contrato eletrônico - locais a cada organização; WFSL (*Web Service Flow Language*) [39] para a implementação de *workflows* representados pelos Diagramas de Atividades; e serviços *Web* [48] para a implementação da interface interorganizacional.

### 3.5 Framework ER<sup>EC</sup>

Karlapalem et. al. [18, 20] apresentam o *framework* ER<sup>EC</sup> para o tratamento genérico de contratos eletrônicos, incluindo sua modelagem, execução e monitoramento. Este *framework* é baseado no meta-modelo ER<sup>EC</sup>, e mescla documentos de contratos eletrônicos baseados em XML e um modelo de implementação de contratos eletrônicos baseado em serviços *Web*.

O *framework* ER<sup>EC</sup> é composto por amplo conjunto de artefatos e itens de software que devem ser construídos durante o tratamento de contratos eletrônicos, seguindo um processo bastante amplo (não apresentado neste relatório). Esse processo tem como entrada principal um documento de Contrato Textual, elaborado em linguagem humana. Os artefatos produzidos pelo processo, com exceção do documento de Contrato Textual, e os itens de software são agrupados em quatro camadas - descritas a seguir:

1. **Camada de Documento:** formada por um documento de “Contrato Eletrônico Baseado em XML”, criado a partir do documento de “Contrato Textual”;
2. **Camada Conceitual:** formada pelo meta-modelo ER<sup>EC</sup> - que é o mesmo para todas as instâncias do processo de tratamento de contratos eletrônicos;
3. **Camada Lógica:** formada pelo “Modelo de Processo de Negócios ER<sup>EC</sup>”, que é constituído por:
  - (a) **Modelo de Dados ER<sup>EC</sup>:** instância do meta-modelo ER<sup>EC</sup> criado com base no documento de “Contrato Eletrônico Baseado em XML”;
  - (b) **Construções Atividade-Parte-Cláusula (APC):** especificações em XML que identificam os relacionamentos ternários entre as Atividades, as Partes e as Cláusulas, criados para estabelecer consistência no modelo. As construções APC são extraídas do documento de “Contrato Eletrônico Baseado em XML”;
  - (c) **Diagramas de Conclusão de Atividades (ACD):** representações das seqüências de transações de atividades atômicas a serem executadas, usados para monitorar a conclusão das transações e manter o *log*. Os diagramas ACD são criados para todas as atividades existentes nas “Construções APC”;
  - (d) **Regras de Evento-Condição-Ação (ECA):** representações de ações que devem ser executadas quando um evento ocorrer, se uma condição for satisfeita, criados a partir das “Construções APC”;
  - (e) **Workflows:** detalhamentos dos passos de atividades, mapeados a partir das atividades contidas no “Modelo de Dados ER<sup>EC</sup>”, nas “Construções APC” e nas “Regras ECA”.
4. **Camada de Implementação:** formada por componentes de software, pelo SGPN que coordena a execução dos componentes de software para a realização dos *workflows*,

e por serviços *Web* que implementam as interfaces interorganizacionais necessárias para a execução das atividades previstas no contrato eletrônico.

O meta-modelo ER<sup>EC</sup>, apresentado na Figura 6, é uma extensão do modelo ER-R [17], que por sua vez é uma extensão do modelo Entidade-Relacionamento. Ele é usado para capturar as inter-relações entre os elementos envolvidos, tais como contratos, subcontratos, partes, cláusulas, atividades, exceções, eventos, regras de negócio, e assim por diante. O meta-modelo pode ser entendido como um *template* de modelos de contrato eletrônico, que podem ser instanciados (e adaptados) para aplicações específicas.

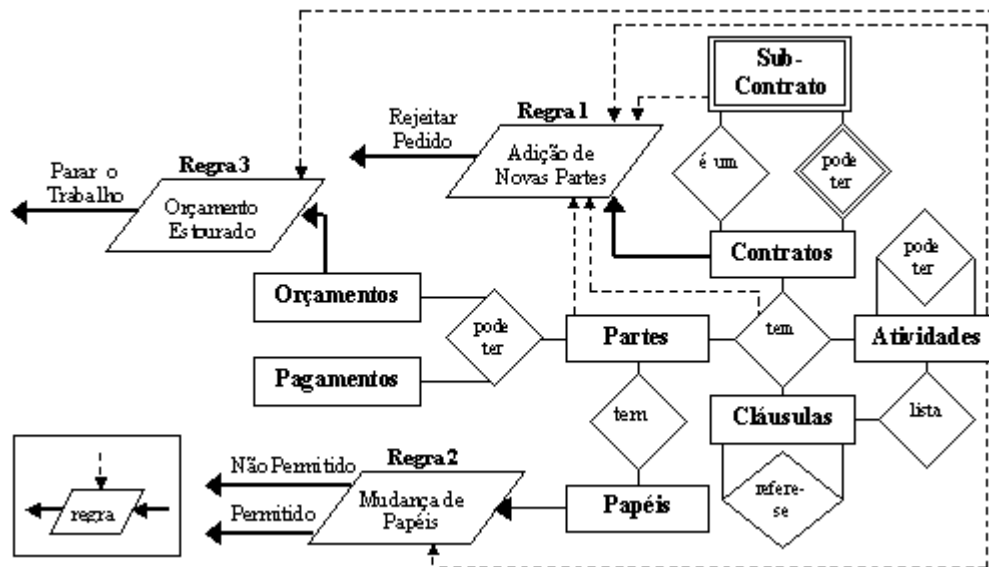


Figura 6: Meta-Modelo de Contrato do *Framework* ER<sup>EC</sup>

As entidades do meta-modelo ER<sup>EC</sup> são:

- **Contratos:** um contrato é um acordo legal entre múltiplas partes;
- **Subcontratos:** um contrato pode ser uma composição de subcontratos, ou um contrato pode ser um subcontrato de um contrato composto. Subcontratos são modelados na realidade como uma entidade fraca;
- **Cláusulas:** um contrato consiste de cláusulas interdependentes que precisam ser cumpridas/satisfeitas, representando restrições (condições e/ou regras). Uma cláusula pode se referir a outras cláusulas do contrato;
- **Atividades:** uma cláusula é cumprida pela execução bem sucedida de uma ou mais atividades que podem ser executadas de forma seqüencial ou paralela, e também podem ser formadas por outras atividades;
- **Partes:** uma ou mais partes existentes no contrato é encarregada do cumprimento de uma atividade também existente no contrato;

- **Papéis:** cada parte exerce um ou mais papéis na realização do contrato;
- **Pagamentos:** os pagamentos são realizados por transações entre as partes com base nas cláusulas definidas no contrato;
- **Orçamentos:** as partes podem ter um orçamento previsto a ser usado na realização de pagamentos.

Embora os atributos das entidades não sejam apresentados, a entidade Atividades, por exemplo, têm atributos tais como: identificador, nome, descrição, data de início, data de fim, e pré-condições. A ordem de execução das atividades é definida durante o mapeamento dessas atividades em *workflows* que representam o processo de negócio a ser executado para o cumprimento do contrato.

O meta-modelo permite também a modelagem de exceções, que modelam desvios de cláusulas no cumprimento de contratos que podem ocorrer durante a execução do processo. As exceções são representadas por paralelogramos e associadas a entidades na forma de Regras de Evento-Condição-Ação (ECA). Durante a instanciação deste meta-modelo em um modelo de contrato eletrônico específico, regras ECA específicas podem ser construídas em função do previsto no meta-modelo.

A arquitetura do *framework* ER<sup>EC</sup> é formada pelo Sistema de Apoio a Contratos ER<sup>EC</sup> - que por sua vez é formado por vários componentes responsáveis pelas tarefas de tratamento de contratos eletrônicos, pelo Gerenciador de *Workflows* E-ADOME [19], por componentes específicos desenvolvidos para aplicações de contratos específicas, e por um servidor de serviços *Web*. Os *workflows* gerados ou especificados pelo Sistema de Apoio a Contratos ER<sup>EC</sup> é executado pelo Gerenciador de *Workflows* E-ADOME, que usa os componentes específicos de software para a execução e monitoramento das atividades, além de remeter determinadas atividades a organizações externas por meio do uso de serviços *Web*.

### 3.6 *Framework* 4W

Angelov & Grefen [21, 24] apresentam o *framework* 4W, um meta-modelo de contrato eletrônico usado para apoiar o processo de contratação eletrônica. O *framework* apresentado neste projeto não oferece considerações a respeito da infra-estrutura tecnológica necessária para a realização de processos eletrônicos - tal como a arquitetura de um SGPN, mas sim apenas oferece um modelo conceitual que pode ser usado para este fim. Os contratos eletrônicos representados pelo meta-modelo do *framework* 4W são constituídos por provisões (cláusulas) que descrevem diferentes condições, situações estipulações, etc. Estas provisões podem ser de quatro tipos, representados por quatro grupos de conceitos: Who, Where, What e hoW.

O relacionamento entre esses conceitos é apresentado na Figura 7, no formato de um diagrama de Entidade-Relacionamento. Um contrato tem atores (conceitos Who), contexto (conceitos Where), trocas de valores (conceitos What) e significados e processos relacionados a seu estabelecimento (conceitos hoW). Os atores desempenham um papel no estabelecimento de contratos, suplementam o contexto do contrato, e possuem direitos e obrigações durante a troca de valores. O contexto do contrato pode afetar qualquer um dos outros três

grupos de conceitos. Finalmente, as trocas de valores fazem uso dos significados e processos relacionados ao estabelecimento de contrato.

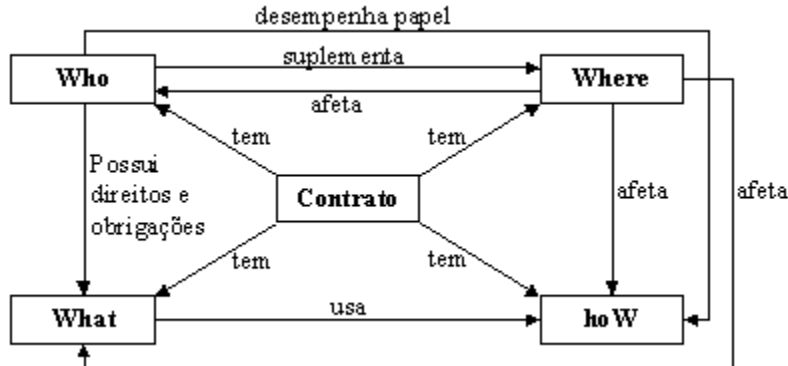


Figura 7: Primeiro Nível do *Framework 4W*

O *framework 4W* é apresentado em três níveis de detalhe. O primeiro nível é o apresentado na Figura 7. O segundo nível é o detalhamento de cada um dos grupos de conceitos, representados na figura, por meio de outros diagramas de Entidade-Relacionamento. O terceiro nível é o detalhamento do conceito de Processo, um dos conceitos a ser considerado no estabelecimento de contratos eletrônicos, que é comum aos grupos de conceitos *What* e *hoW*.

Cada um dos quatro grupos de conceitos é descrito com mais detalhes a seguir:

1. **Who:** conceitos que modelam os atores que participam no estabelecimento e na realização do contrato, os quais podem ser de três tipos:
  - (a) **Partes:** empresas que participam no contrato estabelecido e trocam valores, podendo ser uma parte consumidora, uma parte fornecedora, ou ambos;
  - (b) **Mediadores (opcional):** organizações que atuam para facilitar a realização dos contratos estabelecidos, podendo ser uma instituição pública ou uma empresa;
  - (c) **Implementadores auxiliares (opcional):** empresas que realizam parte do processo a ser executado por uma das partes, por meio de subcontratação.
  
2. **Where:** conceitos que modelam o contexto em que os contratos são estabelecidos e executados, o qual pode ser de três tipos:
  - (a) **Contexto legal:** contexto usado nos casos em que o contrato especifica questões legais tais como a lei que governa o contrato ou o fórum que será usado em caso de disputa;
  - (b) **Contexto geográfico:** contexto usado nos casos em que o contrato é dependente de situações geográficas de uma ou mais partes - tal como o estabelecimento de contrato entre empresas de países diferentes;



- (c) **Contexto de negócios:** contexto usado nos casos em que o contrato é dependente de situações de negócio específicas - tal como o estabelecimento de contratos entre apenas empresas pequenas ou apenas empresas grandes.
3. **What:** conceitos que modelam as trocas de valores, incluindo os valores trocados e os processos e condições relacionadas a suas trocas. Os valores trocados podem ser de três tipos:
- (a) **Produto:** usado quando um produto deve ser entregue durante a realização do contrato;
  - (b) **Serviço:** usado quando um serviço deve ser executado durante a realização do contrato. Neste caso, deve existir uma descrição do serviço e os processos que serão executados pelo fornecedor do serviço;
  - (c) **Recompensa financeira:** usado quando um valor financeiro deve ser repassado durante a realização do contrato.
4. **hoW:** conceitos relacionados aos significados e processos para o estabelecimento do contrato. Os conceitos relacionados aos significados podem ser de seis tipos:
- (a) **Representação:** a representação de um documento de contrato pode ser legível a humanos ou então legível a máquinas, que por sua vez pode ser de vários tipos, tais como baseado em XML, baseado em EDI, etc;
  - (b) **Padrões:** usados para aumentar a eficiência do processo, facilitando a criação de contratos, podendo ser padrões de negócio ou padrões tecnológicos;
  - (c) **Fases:** representam as fases do processo de contratação, que podem ser de quatro tipos: informação, pré-contratação, contratação e realização - podendo ser mudadas pelo contexto de negócio;
  - (d) **Comunicação:** representam informações sobre os meios de comunicação entre as partes, em função das quatro fases possíveis;
  - (e) **Conteúdo:** representam as informações criadas a partir da fase de contratação que não usadas na fase de realização do contrato;
  - (f) **Estrutura:** representam estruturas predefinidas, que possuem cláusulas de contrato padrão, usados para a criação de um novo contrato. Estas estruturas podem ser um *template* de contrato ou um contrato exemplo.

O conceito de Processos tem um relacionamento com outros conceitos contidos no segundo nível: fase do tipo contratação, valor trocado do tipo serviço, atores em geral, e comunicação. Além disso, outros novos conceitos possuem relacionamento com processos, tais como: elementos de processo - formado por passos e conectores; mensagens para comunicação - que podem ser dos tipos pedido, resposta e informação; tempo - que pode representar uma condição, um valor relativo ou um valor absoluto; e serviços de apoio a serviços - tais como o monitoramento e a notificação de contratos.

### 3.7 Framework UCM

Kaliban et. al. [32, 33, 34] apresentam o *framework* UCM (*Unified Contract Management*) que oferece apoio a todas as fases do ciclo de vida de contratos eletrônicos. Este *framework* inclui uma abordagem para a modelagem conceitual de contratos eletrônicos formada por três camadas hierárquicas de ontologias de contrato eletrônico. Uma ontologia é uma especificação formal de conceitos e relacionamentos entre eles, em um determinado domínio de interesse.

A três camadas de ontologias de contrato eletrônico modelam o conhecimento que deve fazer parte de contratos eletrônicos, representando as interdependências e os relacionamentos entre os componentes de um contrato eletrônico. Este *framework* dividido em camadas torna a ontologia total de contratos eletrônicos mais flexível, extensível e coerente - podendo ser facilmente estendida horizontalmente ou mesmo com a inclusão de camadas adicionais. As três camadas de ontologia para a modelagem conceitual de contratos eletrônicos do *framework* UCM são:

- **Ontologia de nível superior:** é a camada global, constituída por conceitos fundamentais para qualquer contrato eletrônico, tais como sua terminologia comum e os relacionamentos entre os itens desta terminologia. Por exemplo, questões necessárias para tornar contratos válidos do ponto de vista da lei, independentemente do tipo de contrato, devem ser definidas nesta camada. Esta camada pode ser entendida como um meta-modelo para contratos eletrônicos.
- **Ontologia de nível de domínio específico:** é uma camada secundária que é constituída de conceitos pertencentes a um tipo específico de contratos eletrônicos, que são herdados dos conceitos definidos na camada de ontologia de nível superior. Esta camada representa modelos de contrato eletrônico instanciados a partir do meta-modelo definido na camada superior a esta.
- **Ontologia de nível de *template*:** é uma camada de mais baixo nível que é constituída por uma biblioteca de *templates* modelados ou implementados com base na camada de ontologia de nível de domínio específico. Esses *templates* de contratos podem incorporar formas padrão de contrato recomendadas por organizações especialistas em domínios específicos de aplicação.

A Figura 8 apresenta uma visão resumida do meta-modelo utilizado pelo *framework* UCM para a ontologia de nível superior. O modelo é apresentado como um diagrama de classes da UML, em que os atributos e os métodos não são apresentados. De acordo com o modelo, todo contrato deve ter informação pertencente às partes envolvidas, representadas pelos atores. Cada ator tem que desempenhar algum papel que é previsto no contrato. Um contrato é estabelecido para afetar a transferência ou o desempenho de determinados itens (produtos ou serviços) em troca de outros itens ou dinheiro, representadas pelas considerações (objetos em consideração).

Um contrato deve estabelecer termos e condições em que ele deve ser executado. Termos e condições podem estar associados a direitos, proibições ou obrigações que devem ser

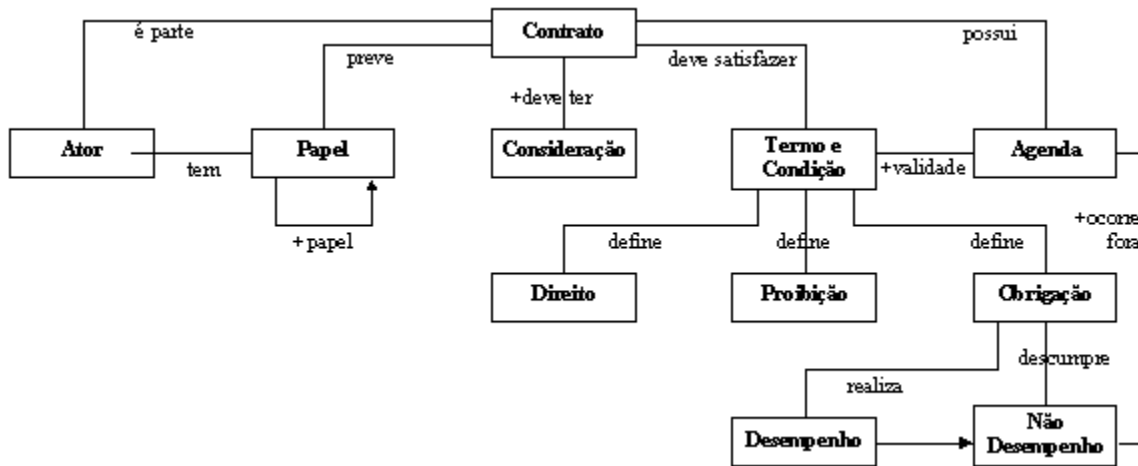


Figura 8: Meta-Modelo de Contrato do *Framework* UCM

satisfeitos por parte dos atores. Os atores envolvidos fazem determinadas promessas entre eles que precisam ser executadas ou cumpridas, representadas pelas obrigações. Os desempenhos representam as obrigações de cada parte mapeadas para atividades que devem ser então executadas. E os não desempenhos representam atividades não executadas que podem disparar uma série de ações de punição definidas pelos termos e condições. Um contrato possui uma agenda que define as datas limites para a satisfação dos termos e condições, que se não forem cumpridos levam a ocorrência de não desempenhos.

O modelo do *framework* UCM dispõe de duas classificações para obrigações. A primeira delas, baseada na natureza da execução de seu cumprimento, divide obrigações em quatro tipos: obrigações primárias, obrigações recíprocas, obrigações condicionais, e obrigações secundárias. A segunda delas, baseada em sua natureza contextual, divide obrigações em três tipos: obrigações legais, obrigações de negócio, e obrigações morais/éticas. Além disso, o modelo também apresenta um conjunto de estados que uma obrigação pode estar: inativa, ativa, pendente, completada, cancelada e terminada.

A coreografia de execução das atividades associadas ao cumprimento de obrigações do contrato eletrônico a ser estabelecido (ou seja, o processo de negócio relacionado) deve ser descrita por meio de um conjunto de Modelos de *Workflow* de Contrato (CWM - *Contract Workflow Model*). Um CWM modela a coreografia das atividades em função das obrigações contidas no modelo de contrato e nos possíveis estados dessas obrigações, que combinados estabelecem um fluxo de ações de negócio. Os CWM criados servem de base para a realização dos contratos eletrônicos, incluindo sua execução e seu cumprimento.

### 3.8 Casati et. al.

Casati et. al. [26, 27] apresentam um *framework* e uma infra-estrutura para o gerenciamento inteligente de SLAs, aplicável quando serviços são encapsulados e disponibilizados como serviços *Web*. O principal objetivo da plataforma proposta é oferecer aos fornecedores

mecanismos para o monitoramento de violações de SLAs, a previsão de violações de SLAs antes que elas ocorram para que se seja possível a tentativa de ações corretivas, e a análise de violações de SLAs para visando o entendimento de suas causas, ajudando a identificar como melhorar as operações para cumprir o SLA.

Da mesma forma que contratos de uma forma geral são compostos por cláusulas contratuais, um SLA é tratado nesta abordagem como um conjunto de SLO - *Service Level Objective*. Cada SLO tem uma parte funcional - que pode se referir a um sistema, um prazo final, um processo, entre outros - e uma parte de garantias - aplicada sobre a parte funcional. O monitoramento de SLAs envolve monitorar se estas garantias sobre as partes funcionais estão sendo satisfeitas.

Para possibilitar o gerenciamento automatizado de SLAs, o *framework* inclui uma linguagem de especificação de SLAs apresentada como flexível e precisa. A flexibilidade é vista aqui como necessária já que não é possível entender completamente ou mesmo antecipar todos os SLAs possíveis para todos os diferentes tipos de fornecedores de serviços *Web*. A precisão é vista como essencial para que um sistema de gerenciamento de SLAs possa interpretar, monitorar, cumprir e otimizar SLAs de forma não ambígua.

A Figura 9 apresenta uma parte da gramática que formaliza a linguagem de especificação de SLAs proposta. Esta gramática, de certa forma, representa um modelo conceitual para a definição de SLAs específicos - baseado em Regras do tipo Evento-Condição-Ação. De acordo com a gramática apresentada na Figura 9, um SLA é formado por uma restrição de data e um conjunto de SLO. Cada SLO por sua vez é formado por uma restrição de dia-hora e um conjunto de cláusulas.

```

SLA = dateconstraint SLO*
dateconstraint = startdate enddate nextevaldate
SLO = daytimeconstraint clause*
daytimeconstraint = day* time
clause = measuredItem evalWhen evalOn evalFunc evalAction
MeasuredItem = Item*

```

Figura 9: Parte da Gramática de Especificação de SLAs

Uma cláusula é formada por um item mensurável (formado por dados mensuráveis) e pelos componentes *evalWhen* (que contém o evento que dispara a avaliação da cláusula), *evalOn* (que especifica quais os valores do item mensurável devem ser considerados na avaliação da cláusula), *evalFunc* (que especifica uma função matemática a ser aplicada sobre os valores do item mensurável a ser considerados na avaliação) e *evalAction* (que especifica a ação a ser executada caso a avaliação da cláusula seja dada como verdadeira).

Para permitir que SLAs possam ser avaliados com o objetivo de fazer com que suas cláusulas sejam cumpridas, é necessário que os dados de medida originais sejam coletados a partir do sistema gerenciado. Estes dados são obtidos por meio de instrumentação de processos, atividades que são executadas, e mensagens que são trocadas entre os envolvidos no processo. Como os serviços são tratados como serviços *Web*, também é apresentada neste

*framework* uma abordagem para a instrumentação de serviços *Web* simples e compostos para este fim.

### 3.9 *Framework* WSLA

Ludwig et. al. [28, 29, 31] apresentam o *framework* WSLA (*Web Service Level Agreement*), usado para a especificação e o monitoramento de níveis de qualidade para serviços *Web* - que pode ser estendido para outros tipos de ambientes distribuídos e serviços. O uso deste *framework* permite que fornecedores de serviços ofereçam serviços *Web* em diferentes níveis de qualidade, dependendo das necessidades dos clientes, podendo gerar custos também diferenciados. Uma implementação do *framework* WSLA é disponibilizada como parte do IBM *Web Services Toolkit* [48].

O *framework* consiste de uma linguagem baseada em XML para a especificação de WSLA e uma arquitetura que compreende serviços de monitoramento de vários SLAs para serviços *Web*. A linguagem para a especificação de WSLA é uma linguagem flexível e extensível, baseada em XML, para a qual foi definido um Esquema XML que define todos os elementos da linguagem. Um WSLA especificado a partir desta linguagem é dividido em três partes:

1. **Partes:** esta parte identifica as partes contratuais e contém as propriedades técnicas relevantes, tais como os endereços de rede e definições de interface (por exemplo, portas para o recebimento de notificações). As partes podem ser do tipo signatário - as partes diretamente envolvidas no contrato, tais como fornecedores e consumidores; ou do tipo apoio - as partes terceiras que oferecem apoio à realização do contrato.
2. **Descrição do Serviço:** esta parte especifica as características do serviço *Web*, seus parâmetros observáveis, e um conjunto de parâmetros de QoS. Os parâmetros de QoS contêm nome, tipo e unidade - e são relacionados a métricas, funções, agendas, e diretivas de medida, como seguem:
  - (a) **Métricas:** representam a fonte a partir da qual os dados dos parâmetros de QoS são obtidos, podendo ser métricas de recursos ou métricas compostas (a partir de métricas de recursos);
  - (b) **Funções:** representa um algoritmo (ou fórmula) de medida que especifica como uma Métrica Composta deve ser computada, e envolvem operadores tais como: soma, média, mediana, mínimo, máximo, etc;
  - (c) **Agendas:** definem os intervalos de tempo durante os quais uma função deve ser executada para computar a métrica composta associada;
  - (d) **Diretivas de medida:** definem como uma métrica individual (métrica de recurso) é recuperada a partir de sua fonte, que pode ser tanto em termos de uma interface de consulta bem-definida oferecida pelo fornecedor do serviço, ou diretamente a partir da instrumentação de um recurso gerenciado por meio de uma operação de protocolo de gerenciamento.
3. **Obrigações:** esta parte especifica as garantias e as restrições que devem ser impostas sobre os parâmetros de QoS definidos na parte 2, as quais são definidas em termos de

um Período de Validade, um Evento que informa quando um predicado deve ser avaliado (que pode ser simplesmente um evento da Agenda), um Predicado formado por uma expressão lógica, e uma Ação a ser executada quando o predicado for satisfeito. As obrigações podem ser de dois tipos:

4. **SLO - Service Level Objectives:** representam promessas em relação ao estado dos parâmetros de QoS;
5. **Garantias de Ações:** representam promessas em relação à realização de uma determinada ação por parte de uma parte signatária, tais como notificações de violação de SLO ou invocação de operações de gerenciamento.

O *framework* WSLA disponibiliza um modelo genérico e flexível para especificação de contratos eletrônicos com SLAs. O modelo é apresentado como um Diagrama de Classes da UML. Por ser um modelo bastante complexo, ele não é apresentado neste relatório. Além de entidades que se referem aos conceitos de WSLA descritos anteriormente, um amplo conjunto de outras entidades é usado no modelo para representar os detalhes para se especificar parâmetros de QoS. Devido sua alta complexidade, para facilitar a especificação de novos contratos eletrônicos a partir deste modelo, *templates* de WSLA podem ser utilizados. Um *template* de WSLA associado com uma oferta define os parâmetros de QoS do serviço *Web*. O *template* é um documento que contém campos para serem preenchidos durante a fase de negociação. Além disso, o *template* contém um conjunto de restrições nos campos que expressão as garantias de QoS associadas com o serviço *Web*.

Em ambientes dinâmicos em que contratos eletrônicos são estabelecidos sob demanda, a qualidade do serviço requerido por um consumidor deve estar de acordo com a qualidade do serviço sendo disponibilizado por um fornecedor. Como solução para este tipo de problema, o *framework* WSLA disponibiliza também um algoritmo para a análise da compatibilidade de um serviço publicado com as necessidades de um cliente, em termos de garantias de QoS especificadas na linguagem WSLA. Esta análise pode ser desempenhada ou pelo cliente ou pelo fornecedor, ou ainda por ambos - dependendo do cenário específico de cada caso [30].

### 3.10 Farrell et. al.

Farrell et. al. [36] apresentam uma ontologia para capturar aspectos de SLAs que são pertinentes ao rastreamento de estado para a realização de monitoramento, e generalizar estes aspectos para que a ontologia possa ser aplicada a outros domínios de contrato. A ontologia é formalizada com uma linguagem baseada em XML, chamada CTXML (Contract Tracking XML). As semânticas para a linguagem CTXML são apresentadas em termos de um modelo computacional baseado em Cálculo de Evento.

A Figura 10 apresenta a ontologia de contrato usada para fins de rastreamento. De acordo com o modelo apresentado na figura, um contrato deve ser concebido como sendo formado por uma ou mais normas contratuais, zero ou mais parâmetros de contrato, zero ou mais variáveis de contrato. Uma norma contratual é um princípio de ação de direito que une os membros de um grupo e serve para guiar, controlar, ou regular um comportamento apropriado e aceitável. Um parâmetro de contrato é usado para a adaptação de um contrato

em um contexto de instanciação particular. Uma variável de contrato é usada para manter em atividade os estados de contrato, cujos valores são normativos - definidos por todas as partes durante a assinatura contrato.

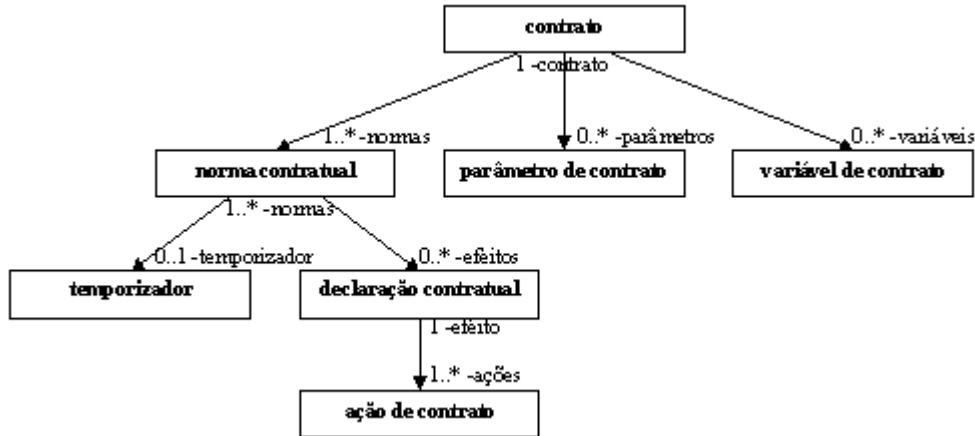


Figura 10: Ontologia de Monitoramento de Contrato de Farrell et. al.

Embora não representado no modelo de contrato, uma norma contratual pode ser de três tipos - normas de gerenciamento de contrato, normas de obrigação e normas de privilégio, como segue:

- **Normas de gerenciamento de contrato:** representam os meios principais para definir os efeitos de eventos de contrato sobre o estado do contrato. Elas contêm uma única declaração contratual que é executada quando a norma é disparada. Elas podem ser do tipo periódica - que são disparadas por um evento periódico, ou do tipo evento - que são disparadas por um evento externo;
- **Normas de obrigação:** está relacionada com uma obrigação que leva uma parte a desempenhar uma ou mais ações. Elas tipicamente contem uma declaração contratual que especifica os efeitos no contrato no caso de violação da norma de obrigação, e uma declaração contratual que especifica os efeitos no contrato no caso de cumprimento da norma, sendo disparadas então por eventos de violação ou eventos de cumprimento;
- **Normas de privilégio:** está relacionada com ações que a uma parte é permitido desempenhar. Para esta proposta, é considerado comportamento ilegal para uma parte executar uma ação para a qual ela não tem o privilégio. Conseqüentemente, não é necessário o uso explícito de normas de proibição.

Uma norma contratual pode especificar um ou mais dos seguintes itens: um temporizador e uma ou mais declarações contratuais. Um temporizador é usado para especificar um contador de tempo (que pode ser recorrente) para normas de gerenciamento de contrato e normas de obrigação. Uma declaração contratual compreende uma lista de ações de contrato que devem ser desempenhadas sobre o contrato em resposta a eventos de contrato.



As semânticas atribuídas à ontologia de rastreamento de contrato são apresentadas em termos de como a execução das declarações contratuais, em resposta a eventos de contrato, mudam o estado do contrato. Isso é conseguido pela descrição do modelo computacional para a determinação do estado de normas, no contexto de uma seqüência de eventos de contrato, de acordo com as declarações contratuais contidas dentro de um contrato. O modelo computacional apresentado por este *framework* é baseado no Cálculo de Eventos, uma técnica baseada em lógica para a representação de eventos.

### 3.11 Análise Comparativa dos Projetos Apresentados

De acordo com as breves descrições apresentadas nesta seção, verifica-se que os projetos de pesquisa existente na área de contratos eletrônicos para processos de negócio interorganizacionais possuem várias características comuns entre si. De uma forma geral, isso mostra que todos eles satisfazem direta ou indiretamente as características gerais de contratos eletrônicos apresentados na seção anterior. A Tabela 1 apresenta um resumo dos principais pontos de convergência/divergência entre os projetos analisados e apresentados aqui.

	Templates	Ontologia	XML	Serviços Web	QoS/SLA	Regras ECA	Aspectos Legais
COSMOS	•		•		•		•
CrossFlow	•		•		•		•
Milosevic			•			•	•
Chiu	•			•		•	
ER <sup>EC</sup>			•	•		•	
4W	•		•				
UCM	•	•					
Casati				•	•	•	
WSLA	•		•	•	•		
Farrell		•	•		•		•

Tabela 1: Comparação entre os Projetos Apresentados

As informações apresentadas na tabela são relacionadas a: se é possível a utilização de templates para contratos eletrônicos; se o meta-modelo ou o modelo de contrato usa algum tipo de ontologia como base; se algum aspecto do contrato é representada por meio de algum tipo de linguagem baseada em XML; se a infra-estrutura usada pelo projeto utiliza serviços *Web*; se aspectos de Qualidade de Serviços e/ou SLAs são tratados pelo projeto; se os mecanismos de cumprimento das cláusulas de contrato são baseados em regras de Evento-Condição-Ação; e se aspectos legais, tal como assinaturas digitais, são tratados pelo projeto em questão.



## 4 Considerações Finais

Contratos já são usado há muito tempo como uma forma legal de garantir a realização bem sucedida de processos de negócio entre duas ou mais organizações. Com o advento e difusão do uso de meios eletrônicos para a realização de negócios entre organizações distintas, normalmente por meio da Internet, é natural que exista a necessidade de uso de contratos eletrônicos. A tecnologia por trás de contratos eletrônicos não precisou ser criada a partir do nada quando sua necessidade foi apresentada para a indústria de software. Na realidade, muito das informações a serem tratadas por contratos eletrônicos já eram tratadas no nível de processos de negócio intra-organizacional, podendo ser aproveitadas para o contexto interorganizacional. Desta forma, contratos eletrônicos surgiram de forma a englobar os processos de negócio modelados e executados de forma intra-organizacional, extendendo-os e fazendo-os funcionar também para interações interorganizacionais.

Para que processos de negócio possam ser realizados com êxito, é de fundamental importância que os contratos eletrônicos que os dirigem sejam tratados de uma forma bastante sistemática. Para isso, contratos eletrônicos precisam ser estabelecidos através do uso de modelos ou meta-modelos bem definidos. Além disso, deve ser seguido um ciclo de vida que permite que as cláusulas do contrato sejam negociadas previamente e monitoradas posteriormente, visando a garantia de cumprimento destas cláusulas. Devido a sua natureza sistemática, o tratamento de contratos eletrônicos pode ser comparado ao desenvolvimento de software, para o qual já existem várias técnicas sistemáticas definidas e em utilização. Estas técnicas podem ser então adaptadas para que o ciclo de vida de contratos eletrônicos seja através do uso destas técnicas.

## Referências

- [1] Dayal, U., Hsu, M., Ladin, R. Business Process Coordination: State of the Art, Trends, and Open Issues. VLDB 2001, Proceedings of 27th International Conference on Very Large Data Bases, Roma, Italy, 2001, Roma, Italy. Morgan Kaufmann 2001, ISBN 1-55860-804-4. Pages: 3-13.
- [2] Fantinato, M., Toledo, B. F., Gimenez, I. M. S. Arquiteturas de sistemas de gerenciamento de processos de negócio baseados em serviços. Relatório Técnico, IC - Instituto de Computação, UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, disponível em: <http://www.ic.unicamp.br/reltec-ftp/2005/Titles.html>.
- [3] F. Griffel, M. Boger, H. Weinreich, W. Lamersdorf, M. Merz. Electronic Contracting with COSMOS - How to Establish, Negotiate and Execute Electronic Contracts on the Internet. Enterprise Distributed Object Computing Workshop, 1998. EDOC'98. Proceedings. Second International. Nov 1998. On page(s): 46-55.
- [4] M. Koetsier, P. Grefen, J. Vonk; Contracts for Cross-Organizational Workflow Management; Proceedings 1st International Conference on Electronic Commerce and Web Technologies; London, UK, 2000; pp. 110-121.

- [5] P. Grefen, K. Aberer, Y. Hoffner, H. Ludwig; CrossFlow: Cross-Organizational Workflow Management in Dynamic Virtual Enterprises; *International Journal of Computer Systems Science & Engineering*, Vol. 15, No. 5, 2000; pp. 277-290.
- [6] Y. Hoffner, S. Field, P. Grefen, H. Ludwig. Contract-driven creation and operation of virtual enterprises. *Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking archive*. Volume 37 , Issue 2. Pages: 111 - 136. 2001.
- [7] A. Goodchild, C. Herring, Z. Milosevic. Business Contracts for B2B. Proceedings of the CAISE\*00 Workshop on Infrastructure for Dynamic Business-to-Business Service Outsourcing, ISDO '00, Stockholm, June 5-6, 2000.
- [8] O. Marjanovic and Z. Milosevic, Towards formal modelling of e-contracts, Proc. of 5th IEEE/OMG International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2001), September 2001, pp. 59-68.
- [9] Marjanovic, O. and Milosevic, Z, Figaro should be in Sydney by the 2nd of July: Contracting in Many-to-Many e-Services, Proceedings of the IFIP Conference on Towards The E-Society: E-Commerce, E-Business, E-Government. Pages: 431 - 444. 2001.
- [10] Z. Milosevic, P. F. Linington, S.Gibson, S. Kulkarni, J.Cole, Inter-organisational collaborations supported by e-contracts, Building The E-Service Society: E-Commerce, E-Business, and E-Government-IFIP 18th World Computer Congress TC6/TC8/TC11 4th International Conference on E-Commerce, E-Business, E-Government (I3E 2004),22-27 August 2004.
- [11] Roger Tagg, Zoran Milosevic, Sachin Kulkarai, and Simon Gibson. Supporting Contract Execution through Recommended Workflows. *Lecture Notes in Computer Science (DEXA 2004)*, 2004.
- [12] Kafeza E, Chiu DKW, and Kafeza I. View-Based Contracts in an E-Service Cross-Organizational Workflow Environment. Proceedings of the Second International Workshop on Technologies for E-Services (TES01). Rome, Italy. *Lecture Notes in Computer Science 2193*. Springer-Verlag. Berlin, Germany. pp. 74-88. 2001.
- [13] S.C. Cheung, P.C.K. Hung, and D.K.W. Chiu, A meta-model for e-contract templates variable dependencies facilitating e-negotiation, in Proceedings of the 21st International Conference on Conceptual Modeling (ER 2002), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California (2002).
- [14] S.C. Cheung, D.K.W. Chiu, and S. Till, A three-layer framework for cross-organizational e-contract enactment, in Proceedings of the Workshop on Web Services, e-Business, and the Semantic Web (WES 2002 in conjunction with CAiSE 2002), *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2512, Springer, Berlin, pp. 78-92 (2002).
- [15] D.K.W. Chiu, S.C. Cheung, and P.C.K. Hung, A meta-model for contract template driven e-negotiation processes, in Proceedings of the 6th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2002), Tokyo, Japan, pp. 854-868 (2002).

- [16] D.K.W. Chiu, S.C. Cheung, and S. Till, A three layer architecture for e-contract enforcement in an e-service environment, in Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-36), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California (2003).
- [17] A. Tanaka S. B. Navathe S. Chakravarthy and K.Karlapalem. ER-R: An Enhanced ER Model with Situation-Action Rules to Capture Application Semantics. Proc. of the 10th International Conference on the Entity Relationship Approach San Mateo pp. 59-75 October 1991.
- [18] Karlapalem, K., Dani, A., and Krishna, P. A Frame Work for Modeling Electronic Contracts, In Proc. 20th International Conference on Conceptual Modeling, (Yokohama, Japan, 2001), 193-207.
- [19] D.K.W. Chiu, K. Karlapalem, Q. Li and E. Kafeza. Workflow Views Based E-Contracts in a Cross-Organization E-Service Environment. Distributed and Parallel Databases, Kluwer Academic Publishers, 12(2-3):193-216, 2002.
- [20] P.R. Krishna, K. Karlapalem, and D.K.W. Chiu. An ER<sup>EC</sup> Framework for e-Contract Modeling, Enactment and Monitoring, Data and Knowledge Engineering, 2004.
- [21] S. Angelov, P. Grefen. A Framework for Analysis of B2B Electronic Contracting Support. Proceedings 4th Edispuut Conference: Multidisciplinary Perspectives on Electronic Commerce, Amsterdam, Netherlands, 2001, pp. 6-20.
- [22] S. Angelov, P. Grefen; A Conceptual Framework for B2B Electronic Contracting; Proceedings 3rd IFIP Working Conference on Infrastructures for Virtual Enterprises, PRO-VE' 02; Sesimbra, Portugal; 1-3 May, 2002; pp. 143-150
- [23] S. Angelov, P. Grefen. Support for B2B e-Contracting - The Process Perspective. In: Knowledge and Technology Integration in Production and Services - Proceedings 5th International Conference on Information Technology for Balanced Automation Systems in Manufacturing and Services; Cancun, Mexico, 2002; pp. 87-96.
- [24] S. Angelov, P. Grefen; The 4W framework for B2B e-contracting; Int. J. Networking and Virtual Organisation, Vol. 2, No.1, 2003; pp.78-97.
- [25] S. Angelov, P. Grefen; The Business Case for B2B E-Contracting; Proceedings 6th International Conference on Electronic Commerce, ICEC'04: Towards a New Services Landscape; Delft, The Netherlands; 25-27 October, 2004; pp. 31-40.
- [26] Akhil Sahai, Vijay Machiraju, Mehmet Sayal, Aad van Moorsel, Fabio Casati, Li Jie Jin. Automated SLA Monitoring for Web Services. International Workshop on Distributed Systems: Operations & Management. Montreal, Canada. Oct 2002.
- [27] Malu Castellanos, Fabio Casati, Umesh Dayal, Ming-Chien Shan. Intelligent SLA management for composite Web services. Proceedings of DNIS 2003, Aizu, Japan, September 2003.

- [28] Keller, A., Kar, G., Ludwig, H., Dan, A., Hellerstein, J.L., Managing Dynamic Services: A Contract Based Approach to a Conceptual Architecture, Proceedings of the 8th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS 2002), April, 2002.
- [29] Keller, A., Ludwig, H., The WSLA Framework: Specifying and Monitoring Service Level Agreements for Web Services, Journal of Network and Systems Management, Special Issue on "E-Business Management", Volume 11, Number 1, Plenum Publishing Corporation, March, 2003
- [30] W. Yang, H. Ludwig, A. Dan: Compatibility Analysis of WSLA Service Level Objectives. Proceedings of the Workshop on the Design of Self-Managing Systems (DSMS). Supplemental Volume of the 2003 International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN 2003). pp. W26 - W31. San Francisco, 2003
- [31] A. Dan, D. Davis, R. Kearney, R. King, A. Keller, D. Kuebler, H. Ludwig, M. Polan, M. Spreitzer, and A. Youssef, Web Services on demand: WSLA-driven Automated Management, IBM Systems Journal, Special Issue on Utility Computing, Volume 43, Number 1, pages 136-158, IBM Corporation, March, 2004.
- [32] Vandana Kabilan, Paul Johannesson, Dickson Rugaimukamu. An Ontological Approach to Unified Contract Management. Stockholm University and Royal Institute of Technology, Sweden. Proceedings of 13th European Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, June 2003.
- [33] Vandana Kabilan, Paul Johannesson, Dickson M. Rugaimukamu: Business Contract Obligation Monitoring through Use of Multi Tier Contract Ontology. On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: OTM 2003 Workshops, OTM Confederated International Workshops, Catania, Sicily, Italy, November 3-7, 2003.
- [34] Vandana Kabilan, Paul Johannesson: Semantic Representation of Contract Knowledge using Multi Tier Ontology. Proceedings of SWDB'03, The first International Workshop on Semantic Web and Databases, Co-located with VLDB 2003, Humboldt-Universitat, Berlin, Germany, September 7-8, 2003.
- [35] Lai Xu, Monitorable Electronic Contract, The 2003 IEEE Conference on E-Commerce (CEC'03), 2003. Also in conference proceedings published by the IEEE Computer Society Press.
- [36] Andrew D H Farrell, Marek J. Sergot. Performance Monitoring of Service-Level Agreements for Utility Computing Using the Event Calculus. First IEEE International Workshop on Electronic Contracting (WEC'04). 07 06 - 07, 2004.
- [37] Gisler Michael, Stanoevska-Slabeva Katarina, Greunz Markus. Legal Aspects of Electronic Contracts. Infraestructores for Dynamic Business-to-Business Service Outsourcing (IDSO'00) Stockholm, June 5-6 2000
- [38] Extensible Markup Language (XML). <http://www.w3.org/TR/REC-xml>.

- [39] Web Services Flow Language (WSFL). <http://www-4.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSFL.pdf>.
- [40] Web Services Conversation Language (WSCL). W3C Note, 2002.
- [41] Web Services Choreography Interface (WSCI). <http://www.w3.org/TR/wsci>.
- [42] Business Process Modeling Language (BPML). <http://www.bpml.org>.
- [43] Business Process Specification Schema (BPSS). [http://www.ebxml.org/specdrafts/cc\\_and\\_bp\\_document\\_overview\\_ver\\_1.01.pdf](http://www.ebxml.org/specdrafts/cc_and_bp_document_overview_ver_1.01.pdf)
- [44] Web Services for Business Process Design (XLANG). [http://www.gotdotnet.com/team/xml\\_wsspecs/xlang/default.htm](http://www.gotdotnet.com/team/xml_wsspecs/xlang/default.htm).
- [45] Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS). <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpel/>.
- [46] UML - Unified Modeling Language. <http://www.uml.org/>.
- [47] EJB - Enterprise JavaBeans Technology. <http://java.sun.com/products/ejb/>.
- [48] Web Services. <http://www.w3.org/2002/ws/>.
- [49] CommerceOne. <http://www.commerceone.com/>.
- [50] IBM Web Services Toolkit. <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/webservicestoolkit>.
- [51] Common Object Request Broker Architecture (CORBA). <http://www.corba.org>.