

6

Exemplo de Modelagem

O objetivo deste capítulo é apresentar a aplicação da linguagem proposta nesta dissertação, na especificação da lei de um sistema multi-agente – a lei do SELIC – e a geração do código no formato XMLaw relacionado a essa especificação.

Foi escolhido um subconjunto do Sistema Especial de Liquidação¹⁰ e Custódia¹¹ do Banco Central – SELIC (BACEN, 2005) – por se tratar de um sistema real distribuído formado por subsistemas autônomos que apresentam as características da abstração de agentes. Esses subsistemas interagem por meio de troca de mensagens, podem entrar no sistema (e sair do mesmo) e são regulados por uma instituição mediadora. Diante dessas características o sistema do SELIC pode ser visto como um sistema multi-agente aberto governado por leis, onde se aplica a abordagem proposta nesta dissertação.

Neste capítulo será dada uma visão geral do problema escolhido e uma visão específica com os requisitos do problema. Em seguida, a especificação LawML da lei de interações será apresentada de maneira incremental, acompanhada de um texto explicativo. Por fim, a transformação da especificação LawML para código no formato XMLaw e as considerações finais sobre o exemplo de modelagem serão apresentadas.

6.1.

Visão Geral do Problema

“O SELIC - Sistema Especial de Liquidação e Custódia - é o depositário central dos títulos da dívida pública federal interna. O Sistema também recebe os registros das negociações no mercado secundário e promove a respectiva

¹⁰ Liquidação: processo de extinção de obrigações referentes à transferência de recursos financeiros ou títulos entre dois ou mais agentes (BCB, 2007).

liquidação, contando, ademais, com módulos por meio dos quais são efetuados os leilões de títulos pelo Tesouro Nacional ou pelo Banco Central. Quanto às negociações, o sistema acata comandos de compras e vendas à vista ou a termo, definitivas ou compromissadas, adotando os procedimentos necessários às movimentações financeiras e de custódia envolvidas na liquidação dessas operações, realizadas uma a uma e em tempo real. Por intermédio do SELIC também é efetuada a liquidação das operações de mercado aberto e de redesconto com títulos públicos, decorrentes da condução da política monetária.”¹²

As instituições financeiras utilizam esta aplicação para negociar títulos públicos e solicitar a liquidação e alteração de custódia. O SELIC media as interações relacionadas às instituições financeiras, como a compra e venda de títulos.

Ao considerar as instituições financeiras como agentes que interagem em um sistema multi-agente aberto e as regras de negócio para a negociação dos títulos públicos como leis de interação desses agentes, o SELIC funciona como o mediador da abordagem de leis (Paes, 2005a), que interpreta as leis de interação do SELIC e executa ações para manter o correto funcionamento do sistema.

As interações entre as instituições financeiras podem ser organizadas em modalidades de leilão, de compra/venda com compromisso de recompra/revenda, de recompra/revenda, de alteração de custódia, de crédito, de débito ou de notificação. Cada modalidade ainda pode apresentar algumas variações, como a possibilidade de uma notificação ser definitiva ou compromissada.

Para este exemplo de modelagem serão consideradas apenas as modalidades de compra/venda com compromisso de recompra/revenda, e as de recompra/revenda, todas elas conhecidas como *operações compromissadas*.

Uma *operação compromissada* ocorre quando uma instituição financeira toma dinheiro emprestado por um dia, para não fechar o caixa a zero ou negativo, com o compromisso de devolvê-lo no dia seguinte. Quem empresta o dinheiro é outra instituição financeira, que exige títulos públicos como garantia. O

¹¹ Custódia: a conservação e administração de valores mobiliários e outros instrumentos financeiros em nome de outros (BCB, 2007).

¹² <http://www.andima.com.br/selic/oqueue.asp>

empréstimo é feito pela compra/venda de títulos públicos e a devolução do empréstimo é feita pela revenda/recompra dos mesmos.

O processo da liquidação de uma operação compromissada é dividido em duas partes: a de compra/venda dos títulos e a de recompra/revenda dos mesmos. Dentre as operações compromissadas definidas pelo SELIC, existem pelo menos cinco tipos:

1. *Operação Compromissada Com Preço Unitário Definido* – é a operação de compra/venda com compromisso de revenda/recompra com preço certo de liquidação futura. O Preço Unitário é o preço de uma unidade do título negociado.
2. *Operação Compromissada Com Preço Unitário Definido e Livre Movimentação* – é a operação de compra/venda com compromisso de revenda/recompra com preço certo de liquidação futura, onde é admitida a livre movimentação dos títulos por parte do cessionário.
3. *Operação Compromissada Com Preço Unitário de Retorno em Aberto* – é a operação de compra/venda com compromisso de revenda/recompra sem preço certo de liquidação futura.
4. *Operação Compromissada Com Preço Unitário de Retorno em Aberto e Livre Movimentação* – é a operação de compra/venda com compromisso de revenda/recompra sem preço certo de liquidação futura, onde é admitida a livre movimentação dos títulos por parte do cessionário.
5. *Operação Compromissada Antecipação* – é a operação compromissada de compra/venda cuja antecipação de recompra/revenda é parcial ou total.

Esse trabalho se restringe à *Operação Compromissada de Compra com Preço Unitário de Retorno em Aberto* (com ou sem *Livre Movimentação*) e à sua operação de retorno, a *Operação Compromissada de Recompra com Preço Unitário de Retorno em Aberto*.

6.2. Especificação de Requisitos

De maneira simplificada, no cenário de interação de agentes para este exemplo de modelagem, três entidades participam da negociação: a *instituição financeira A* (IF A), que deseja vender seus títulos para a *instituição financeira B* (IF B), com o compromisso de recomprá-los a um prazo determinado – o dia útil seguinte à efetuação da compra/venda – e o *SELIC*, que regulamenta a negociação.

A operação de compra/venda compromissada (Figura 6-1) é realizada conforme os seguintes passos:

1. O SELIC notifica as instituições financeiras que as operações estão abertas (**Informar**);
2. A IFB requisita compra de títulos ao SELIC (**Requisitar compra**);
3. A IFA requisita a venda dos títulos ao SELIC (**Requisitar venda**);
4. O SELIC atualiza a conta depósito das duas instituições e informa o status da operação (**Informar**);

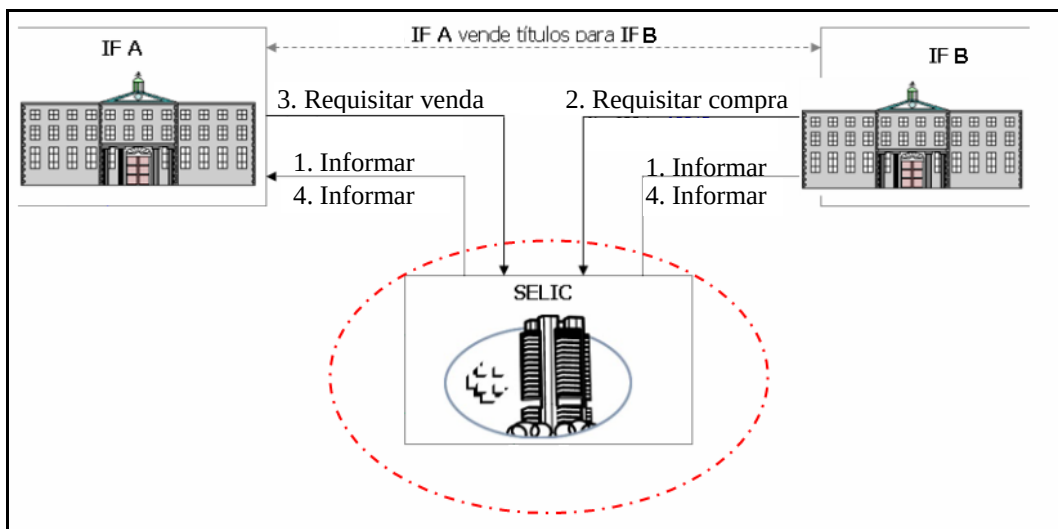


Figura 6-1 – Exemplo de operação do SELIC de compra/venda compromissada

Um dia útil depois, uma nova operação (Figura 6-2) é realizada, a de recompra/revenda compromissada:

1. A IFA requisita recompra dos títulos ao SELIC (**Requisitar recompra**);
2. A IFB requisita revenda dos títulos ao SELIC (**Requisitar revenda**);

3. Mais uma vez, o SELIC atualiza a conta depósito das duas instituições e informa o status da operação (**Informar**).

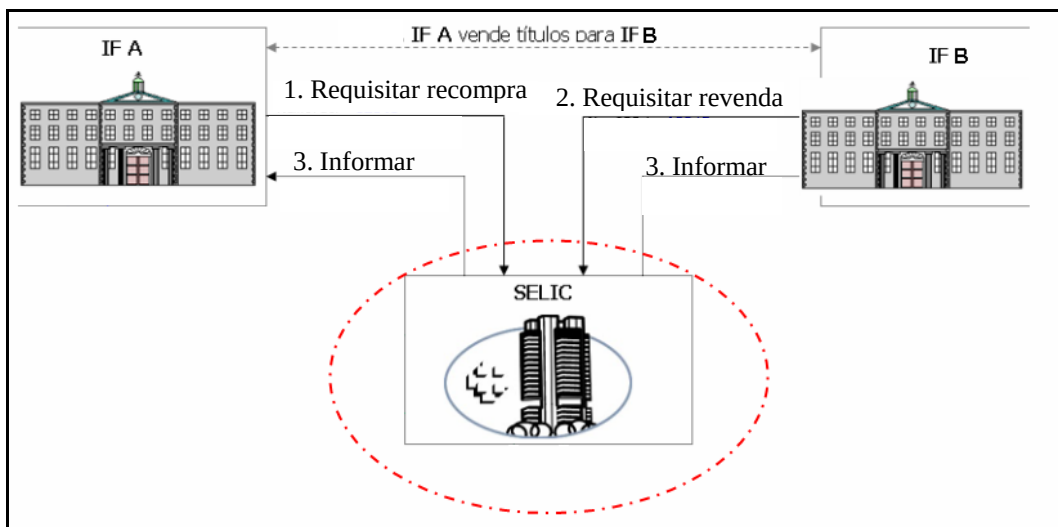


Figura 6-2 – Exemplo de operação do SELIC de recompra/revenda compromissada

Por se tratar de uma operação compromissada, quando as interações de compra/venda se finalizam, a instituição vendedora adquire a obrigação de recomprar os títulos no próximo dia útil da data de venda. A cada dia em que a instituição não realiza a recompra, ela é multada e, depois de decorridos dez dias sem realizar a recompra, ela fica proibida de recomprá-los.

De maneira semelhante, a instituição compradora adquire a obrigação de revender os títulos no próximo dia útil da data de compra. A cada dia em que a instituição não realiza a revenda, ela é multada e, depois de decorridos dez dias sem realizar a revenda, ela fica proibida de interagir no sistema.

6.3. Especificação LawML

O cenário de interação pode ser dividido em duas cenas – uma relativa à operação de compra/venda compromissada (Seção 6.3.2) e outra relativa à operação de recompra/revenda compromissada (Seção 6.3.4).

Um conjunto de elementos de lei – normas, relógios e ações – devem ser ativados (e/ou desativados) para garantir o compromisso das instituições financeiras e penalizá-las no caso de não cumprimento. Esses são elementos globais, responsáveis pelo inter-relacionamento entre as cenas, contidos, portanto, na Organização de Lei. Sua especificação estrutural e comportamental será vista na Seção 6.3.3.

Antes de se especificar os detalhes das cenas e os elementos de lei que regulam as interações dos agentes, será feita a especificação inicial da organização de lei, na seção a seguir.

6.3.1. Organização de Lei (Especificação Inicial)

A organização de lei de nome “**Banco Central**” é identificada por “**bc**”. Ela possui duas cenas, identificadas por “**OpCompPUAberto**” e “**OpRecompPUAberto**”, relativas às operações de *Operação Compromissada de Compra com Preço Unitário de Retorno em Aberto* e à *Operação Compromissada de Recompra com Preço Unitário de Retorno em Aberto*, respectivamente.

Como não foi definido qual o tempo de vida das cenas, atribui-se o valor “**infinity**” a esse atributo para ambas.

Os agentes que interagem nessas cenas podem representar um dos seguintes papéis:

- **comprador**;
- **vendedor**;
- **selic**.

Essa especificação inicial só apresenta características estruturais da Organização de lei e, portanto, é feita no Diagrama de Instâncias de Elementos de Lei (DIEL) da LawML (Figura 6-3).

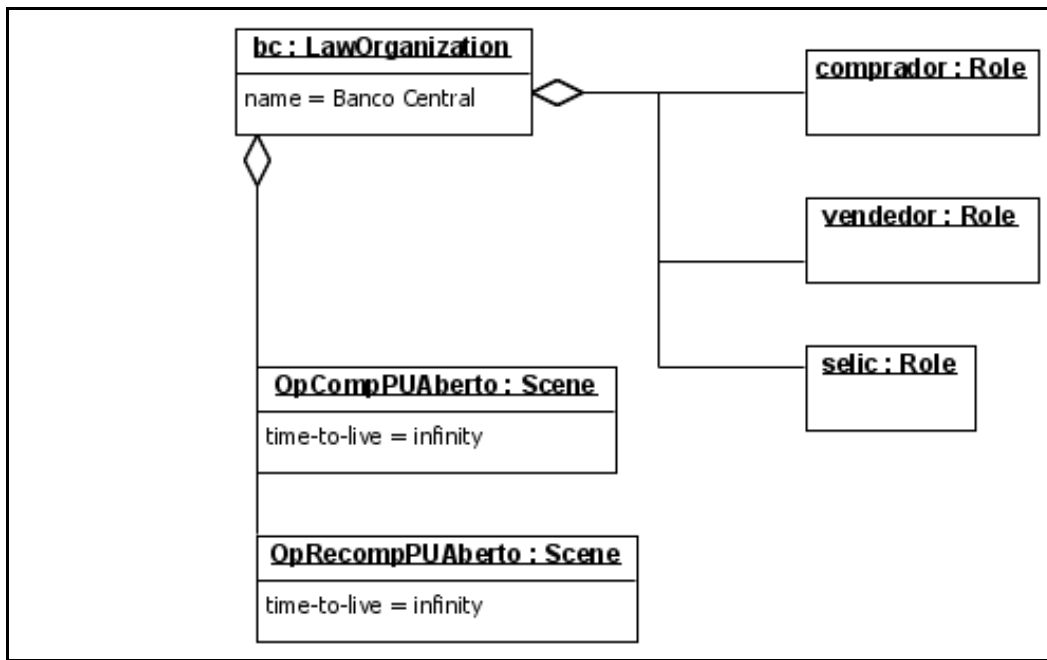


Figura 6-3 – DIEL: Especificação Inicial da Organização de Lei

Posteriormente, com a especificação da cena “**OpCompPUAberto**”, outros elementos de lei da organização de lei serão especificados em outros DIEL’s e diagramas comportamentais serão necessários. A especificação final da Organização de lei será feita na Seção 6.3.3.

6.3.2.

Cena Operação de Compra com Preço Unitário Aberto

Para a especificação desta cena, optou-se por começar pelo seu protocolo. Antes de definir o comportamento desse protocolo (Figura 6-5), será definida sua estrutura (Figura 6-4). Após definidos os dois, pode-se concluir a especificação da estrutura da cena (Figura 6-6).

O protocolo relacionado à cena “**OpCompPUAberto**” é identificado por “**protocoloNegociacao**”. Esse protocolo é formado por nove mensagens, trocadas entre os agentes para a negociação da compra/venda de títulos e uma restrição identificada por “**ConditionNOPRET**” que valida essas mensagens.

No Diagrama de Instâncias de Elementos de Lei da Cena de Compra/Venda relativo ao protocolo de interação (Figura 6-4) serão especificadas essas instâncias de elementos de lei, assim como os valores de seus atributos.

Para um melhor entendimento desse protocolo é necessária a especificação de seu comportamento, que será feita no Diagrama de Estados de Protocolo (DEP) da LawML (Figura 6-5).

Esse protocolo se inicia com um pseudo-estado identificado por “**psInicioNegociacao**” com uma transição automática “**automatica1**” para o estado “**inicioNegociacao**”, que no diagrama recebe o rótulo de “**Início da Negociacao**”.

Com o envio da mensagem “**comeco**”, que gera o evento “**message_arrival**”, a transição “**t0**” é ativada e o protocolo passa ao estado de rótulo “**Negociacao aberta**” e identificador “**nenhumaSolicitacao**” (configurado na documentação do estado). Nessa mensagem, o agente de papel “**selic**” notifica as instituições financeiras (agentes de papel “**comprador**” e “**vendedor**”) que as operações estão abertas.

A partir desse estado, caso o “**comprador**” envie uma mensagem de requisição de compra de títulos ao “**selic**”, que, conforme o tipo da compra, pode ser “**reqCompra2**” ou “**reqCompra4**”, o sistema valida a mensagem através da restrição “**ConditionNOPRET**”, uma transição relacionada à mensagem é ativada e o protocolo passa para o estado “**compraSolicitada**” de rótulo “**Pedido de Compra Solicitado**”.

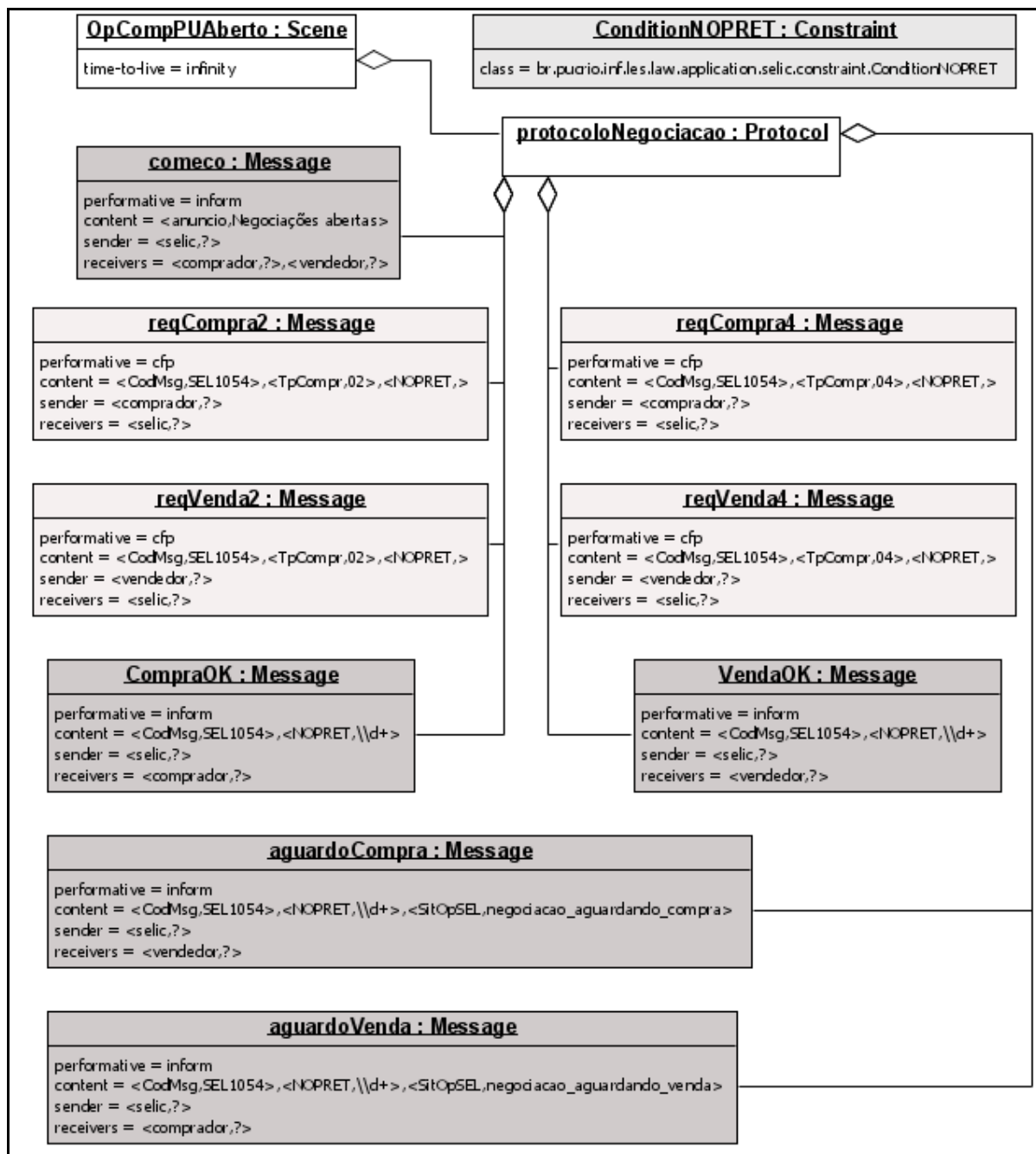


Figura 6-4 – DIEL: Estrutura do Protocolo da Cena de Compra/Venda

De maneira análoga, se o protocolo está no estado “**Negociacao aberta**”, caso o “**vendedor**” envie uma mensagem de requisição de venda de títulos ao “**selic**” – que pode ser “**reqVenda2**” ou “**reqVenda4**”, o sistema valida a mensagem através da restrição “**ConditionNOPRET**” e uma transição relacionada à mensagem é ativada, o que leva o protocolo ao estado “**vendaSolicitada**” de rótulo “**Pedido de Venda Solicitado**”.

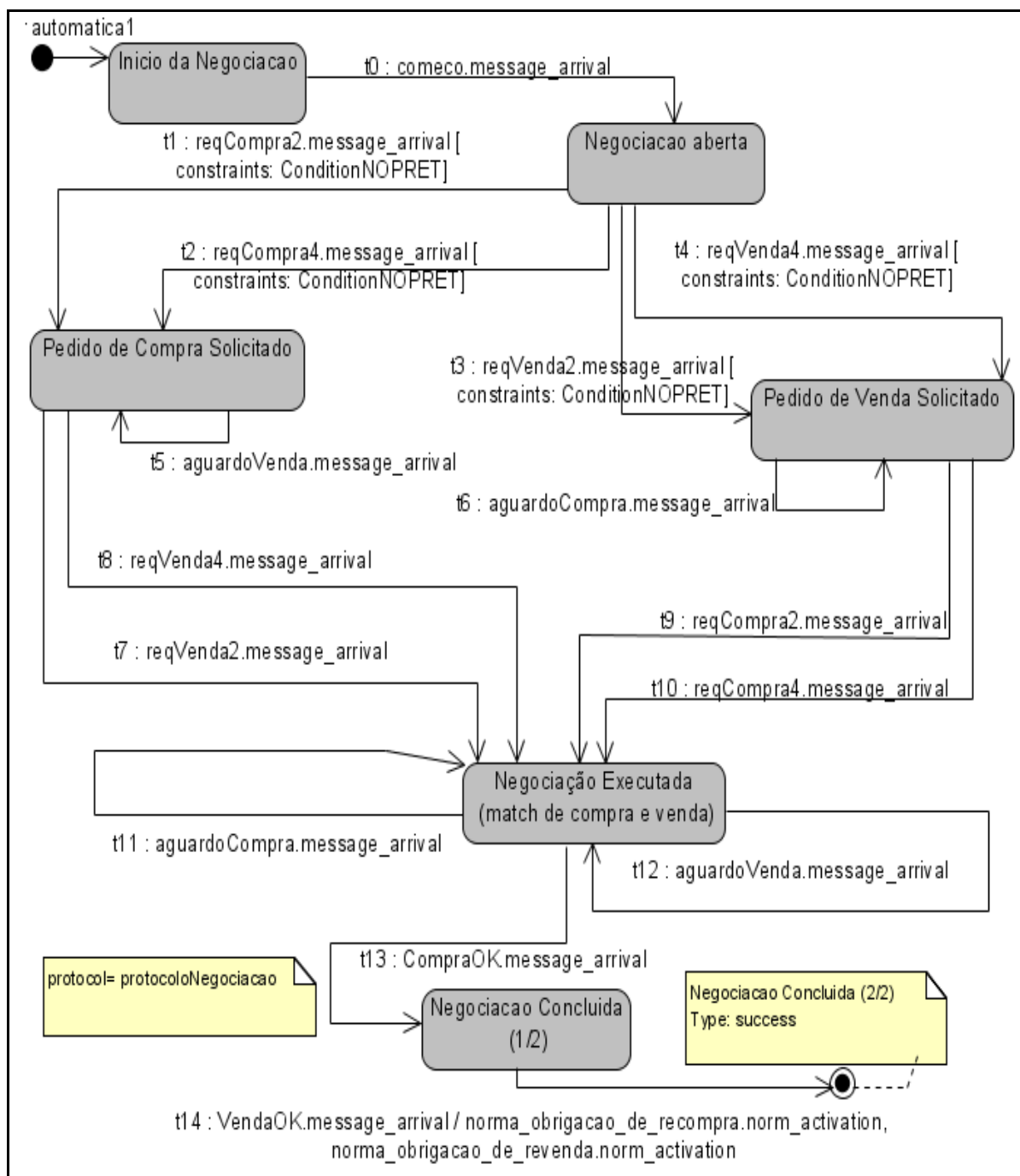


Figura 6-5 – DEP: Comportamento do Protocolo da Cena de Compra/Venda

No estado “**Pedido de Compra Solicitado**”, enquanto o “**vendedor**” não solicita a venda de títulos, o “**selic**” pode informar ao “**comprador**” (mensagem “**aguardoVenda**”) que aguarda essa solicitação, e uma auto-transição é ativada. Quando a solicitação de venda chega – mensagem “**reqVenda2**” ou “**reqVenda4**” – uma transição relacionada é ativada, o que leva o protocolo ao estado “**Negociação Executada (match de compra e venda)**”.

Nesse estado, enquanto o “**selic**” não termina de atualizar a conta depósito das duas instituições, ele pode enviar mensagens aos agentes das instituições para informar que aguarda a conclusão da operação – “**aguardoVenda**”, para o “**comprador**”, ou “**aguardoCompra**”, para o “**vendedor**” – e uma auto-transição relacionada é ativada.

Quando tiver concluído a operação, o “**selic**” informa ao “**comprador**” que a compra foi executada “**CompraOK**” e uma transição leva o protocolo ao estado de rótulo “**Negociacao Concluida (1/2)**”. Em seguida, o “**selic**” informa ao “**vendedor**” que a venda foi executada “**VendaOK**” e uma transição leva o protocolo ao estado final de sucesso de rótulo “**Negociacao Concluida (2/2)**”.

Com a ativação dessa última transição “**t14**”, duas normas globais de proibição são ativadas: “**norma_obrigacao_de_recompra**” e “**norma_obrigacao_de_revenda**”. Essas normas representam o compromisso das instituições e devem ser especificadas posteriormente (Seção 6.3.3).

Algumas transições que aparecem no DEP da Figura 6-5 foram omitidas da descrição textual. Já que representam caminhos alternativos na execução do protocolo análogos aos já descritos, sua descrição textual é desnecessária.

Após a especificação do protocolo, pode-se concluir a especificação da estrutura da cena, no DIEL da Cena de Compra/Venda (Figura 6-6).

O agente de papel “**selic**” é o único permitido para a criação dessa cena, e ele pode entrar na cena se o protocolo estiver no estado “**inicioNegociacao**”, com o limite de um agente de papel “**selic**” por protocolo. Esse limite também é atribuído aos outros agentes participantes da cena – “**comprador**”, que só pode entrar na cena se o protocolo estiver nos estados “**nenhumaSolicitacao**” ou “**vendaSolicitada**”, e “**vendedor**”, que só pode entrar na cena se o estado for “**nenhumaSolicitacao**” ou “**compraSolicitada**”. Não foram necessárias outras instâncias de elementos de lei nessa cena.

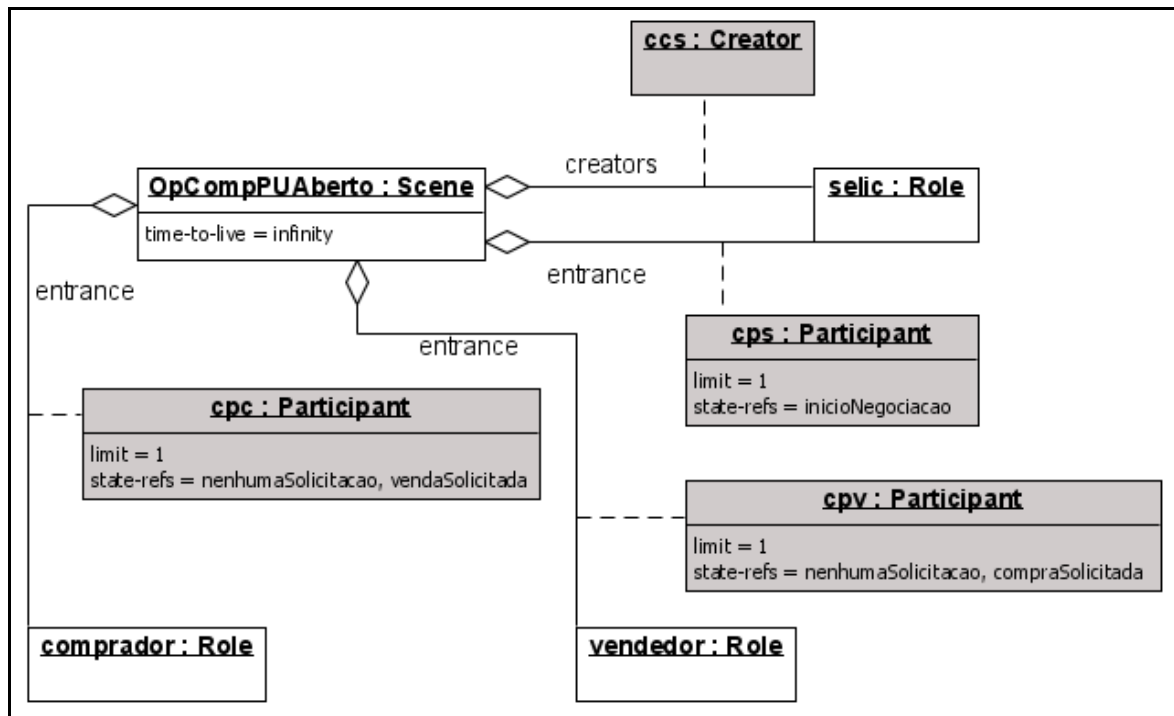


Figura 6-6 – DIEL: Estrutura da Cena de Compra/Venda

Concluída a especificação dessa cena, o próximo passo desse exemplo é a especificação final da organização de lei, que será feita na próxima seção.

6.3.3. Organização de Lei (Especificação Final)

Como foi visto na seção anterior, com a ativação da última transição do protocolo da cena de operação de compra/venda, duas normas globais de proibição são ativadas, que representam o compromisso das instituições: “**norma_obrigacao_de_recompra**” e “**norma_obrigacao_de_revenda**”.

No DIEL da Organização de Lei – Compromisso de Recompra (Figura 6-7) é especificada a estrutura das instâncias relacionadas ao compromisso de recompra da instituição vendedora, assim como das instâncias relacionadas às penalizações, no caso do não cumprimento do compromisso.

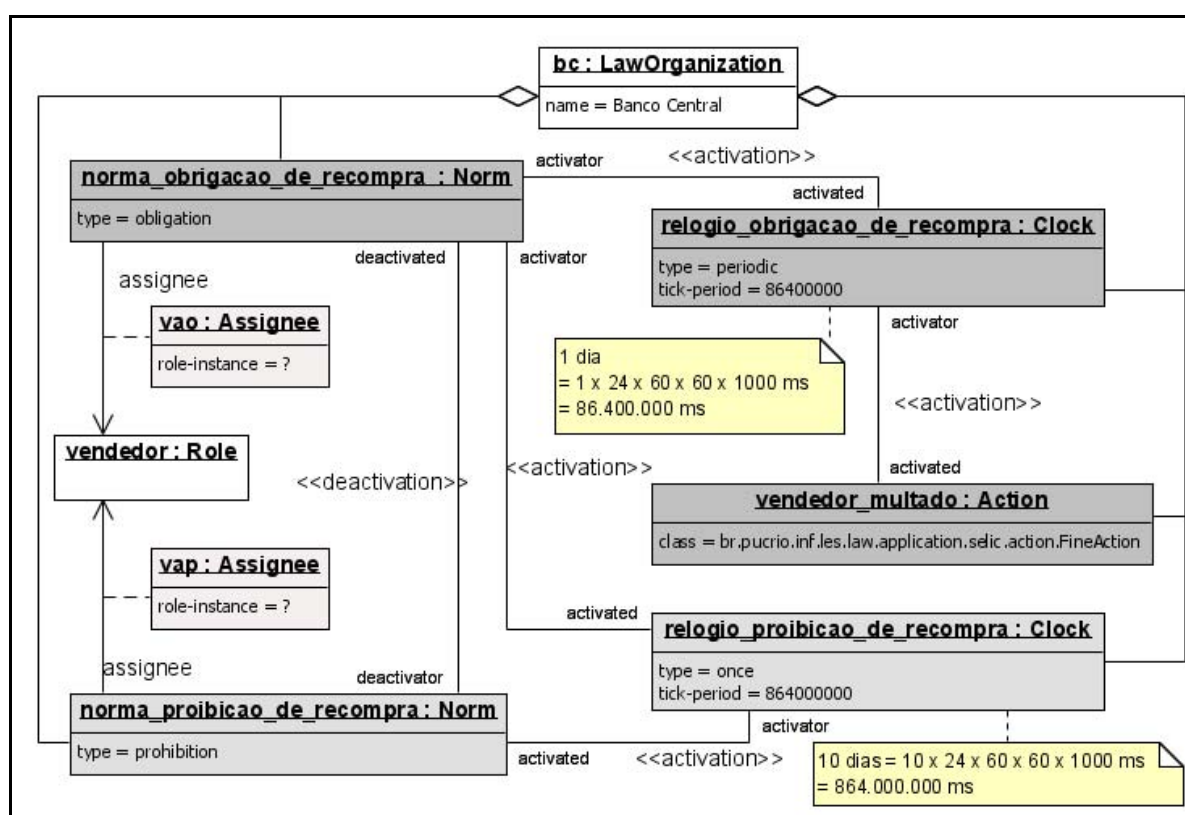


Figura 6-7 – DIEL: Especificação Final da Organização de Lei – Compromisso de Recompra

Assinada ao agente de papel “**vendedor**”, a norma “**norma_obrigacao_de_recompra**” está vinculada a dois relógios – “**relogio_obrigacao_de_recompra**”, periódico, que gera alarmes diários, e “**relogio_proibicao_de_recompra**”, que gera apenas um alarme, após dez dias. O relógio periódico está vinculado a uma ação chamada “**vendedor_multado**” que implementa a aplicação de uma multa à instituição

vendedora. Já o outro relógio está vinculado à norma “**norma_proibicao_de_recompra**”, também assinada ao agente de papel “**vendedor**”, que quando ativada, não permite mais ao agente a recompra dos títulos. Essa norma está vinculada à “**norma_obrigacao_de_recompra**”, pelo vínculo de desativação <<deactivation>>.

O comportamento dessas instâncias deve ser especificado no Diagrama de Comunicação de Instâncias de Elementos de Lei (DCIEL) da LawML (Figura 6-8).

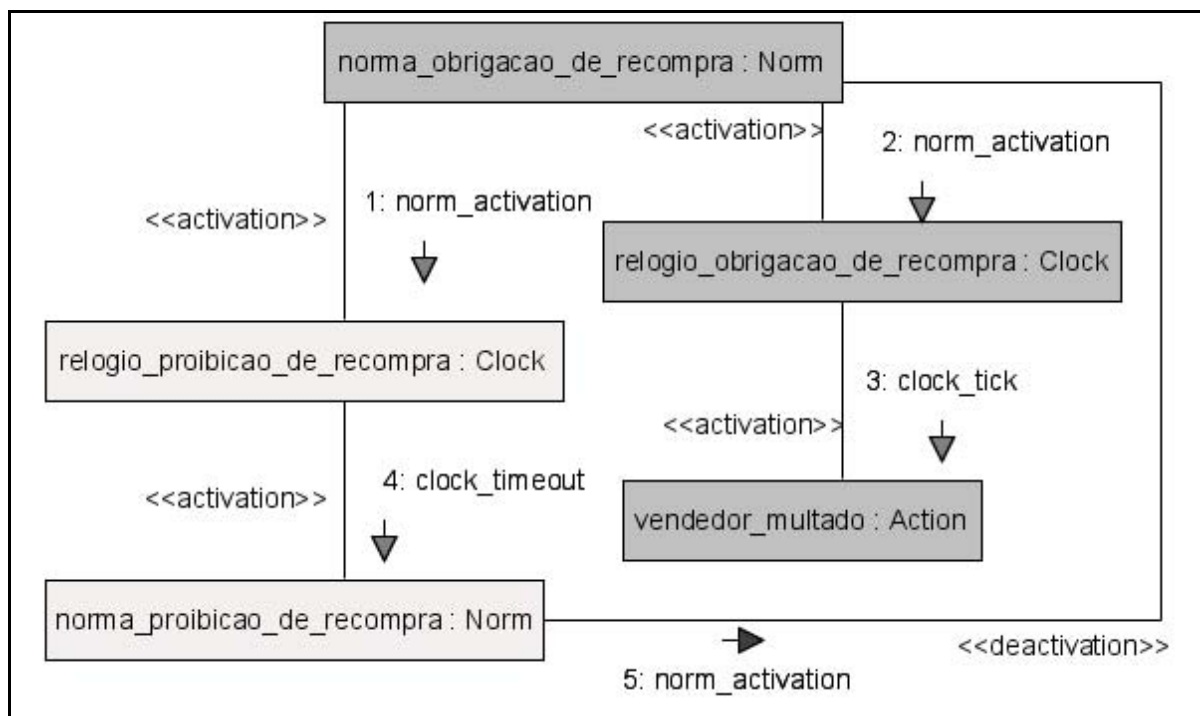


Figura 6-8 – DCIEL: Compromisso de Recompra

Quando a norma “**norma_obrigacao_de_recompra**” é ativada, seu evento de ativação “**norm_activation**” tem como efeito a ativação do relógio “**relógio_obrigacao_de_recompra**” e a ativação do relógio “**relógio_proibicao_de_recompra**”. Toda vez que o primeiro dispara o alarme (evento “**clock_tick**”), ele ativa a ação “**vendedor_multado**”, e quando o segundo dispara o alarme (evento “**clock_timeout**”), a norma “**norma_proibicao_de_recompra**” é ativada. A ativação dessa gera um evento “**norm_activation**”, que tem como efeito a desativação da norma “**norma_obrigacao_de_recompra**”. Ao ser desativada, o agente “**vendedor**” fica impossibilitado de entrar na cena de recompra/revenda (esta regra será especificada no DIEL da Figura 6.13, na Seção 6.3.4)

No DIEL da Organização de Lei – Compromisso de Revenda (Figura 6-9) e no DCIEL Compromisso de Revenda (Figura 6-10) são especificados, respectivamente, a estrutura e o comportamento das instâncias relacionadas ao compromisso de revenda da instituição compradora, assim como das instâncias relacionadas às penalizações, no caso do não cumprimento do compromisso.

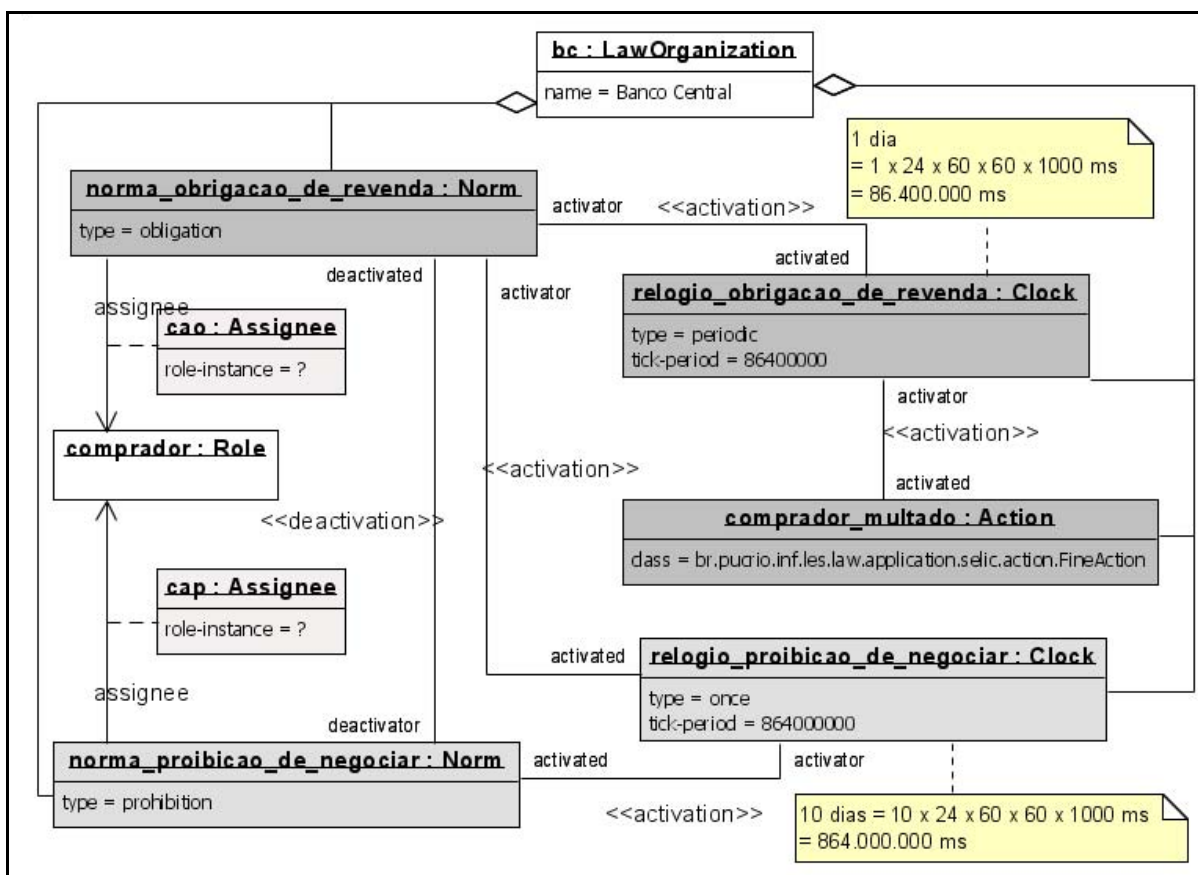


Figura 6-9 – DIEL: Especificação Final da Organização de Lei – Compromisso de Revenda

Como a semântica das instâncias e o relacionamento entre elas é similar à especificação dos diagramas das Figuras 6-7 e 6-8, não será necessária uma descrição textual. A diferença básica é que as instâncias estão relacionadas ao papel “**comprador**” e são destinadas ao compromisso de revenda de títulos.

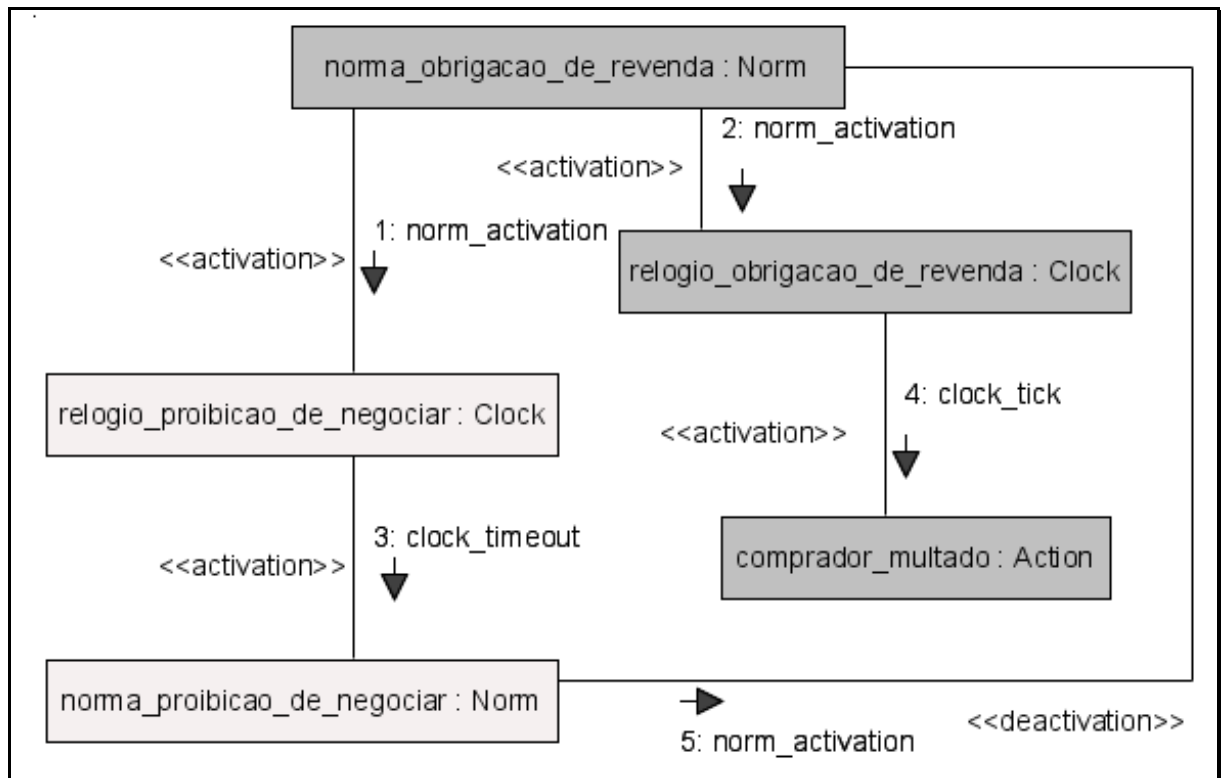


Figura 6-10 – DCIEL: Compromisso de Revenda

A desativação das normas e relógios relativos ao compromisso de recompra e revenda será especificada no DEP do Protocolo de negociação, na seção a seguir.

6.3.4.

Cena Operação de Recompra com Preço Unitário Aberto

Assim como na cena de Compra/Venda da Seção 6.3.2, optou-se por começar a especificação pelo protocolo.

O DIEL da Figura 6-11 apresenta a especificação estrutural do protocolo “**protocoloRenegociacao**” relacionado com a cena “**OpRecompPUAberto**” e com as mensagens permitidas.

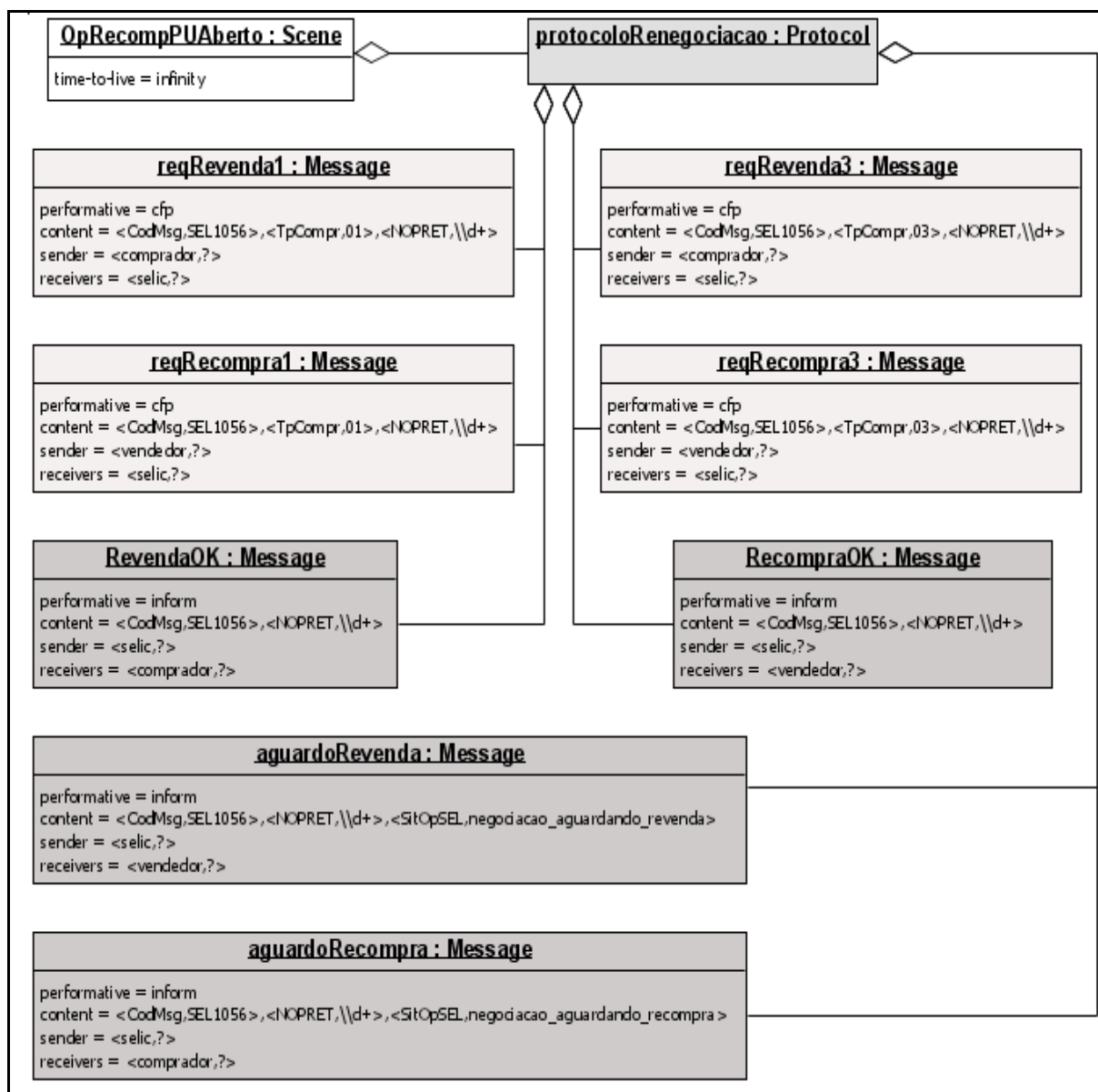


Figura 6-11 – DIEL: Estrutura do Protocolo da Cena de Recompra/Revenda

O comportamento desse protocolo é especificado no DEP da Figura 6-12. A estrutura de estados, mensagens e transições desse protocolo é similar à do protocolo da cena de compra/venda (Figuras 6-4 e 6-5). Basicamente a diferença

estrutural é que o protocolo “**protocoloRenegociacao**” não possui a mensagem inicial do “**selic**” que informa que as operações estão abertas – ao ser iniciado as instituições já podem interagir. Além disso, essas mensagens são relacionadas à operação de recompra/revenda, em vez de compra/venda.

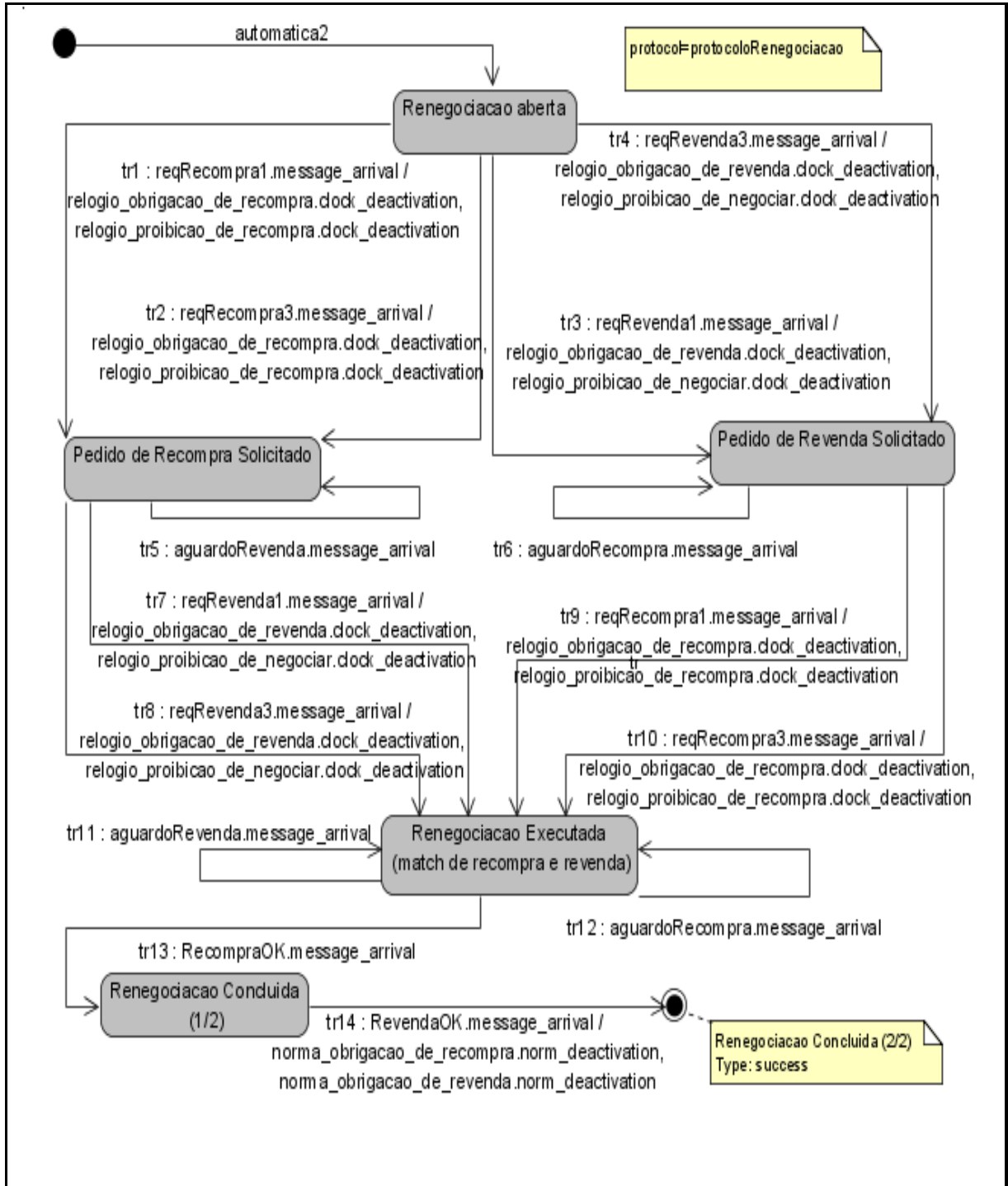


Figura 6-12 – DEP: Comportamento do Protocolo da Cena de Recompra/Revenda

Apesar da semelhança estrutural, esse protocolo apresenta uma grande diferença de comportamento – relativa à desativação das instâncias reguladoras dos compromissos de recompra e de revenda.

Cada vez que uma instituição envia uma mensagem para solicitar sua operação de retorno – de recompra (mensagem “**reqRecompra1**” ou “**reqRecompra3**”) ou de revenda (mensagem “**reqRevenda1**” ou “**reqRevenda3**”) – a transição relacionada a cada mensagem tem como efeito a desativação dos relógios que regulam o compromisso de recompra ou de revenda, respectivamente.

No caso da mensagem de recompra, são desativados os relógios “**relógio_obrigacao_de_recompra**” e “**relógio_proibicao_de_recompra**”. No caso da mensagem de revenda, são desativados os relógios “**relógio_obrigacao_de_revenda**” e “**relógio_proibicao_de_negociar**”.

Além disso, quando é ativada a última transição desse protocolo – “**tr14**”, as duas normas relativas à obrigação de recompra “**norma_obrigacao_de_recompra**” e revenda “**norma_obrigacao_de_revenda**” são desativadas, já que a operação conclui e as instituições cumpriram com seus compromissos.

Após definidos a estrutura e o comportamento do protocolo de renegociação, a especificação da estrutura da cena de Recompra/Revenda é concluída no DIEL da Figura 6-13.

Nela são especificados os estados do protocolo em que cada participante pode entrar, o limite de instância de cada papel por instância de protocolo, o “**selic**” como criador da cena e duas normas ativas: a norma “**norma_obrigacao_de_revenda**”, que restringe que a entrada do “**comprador**” só pode acontecer se essa norma estiver ativa, e a norma “**norma_obrigacao_de_recompra**”, que restringe que a entrada do “**vendedor**” só pode acontecer se essa norma estiver ativa.

No caso do não cumprimento do compromisso de recompra/revenda dentro de dez dias, a respectiva norma de obrigação foi desativada, e o agente fica impossibilitado de interagir nessa cena.

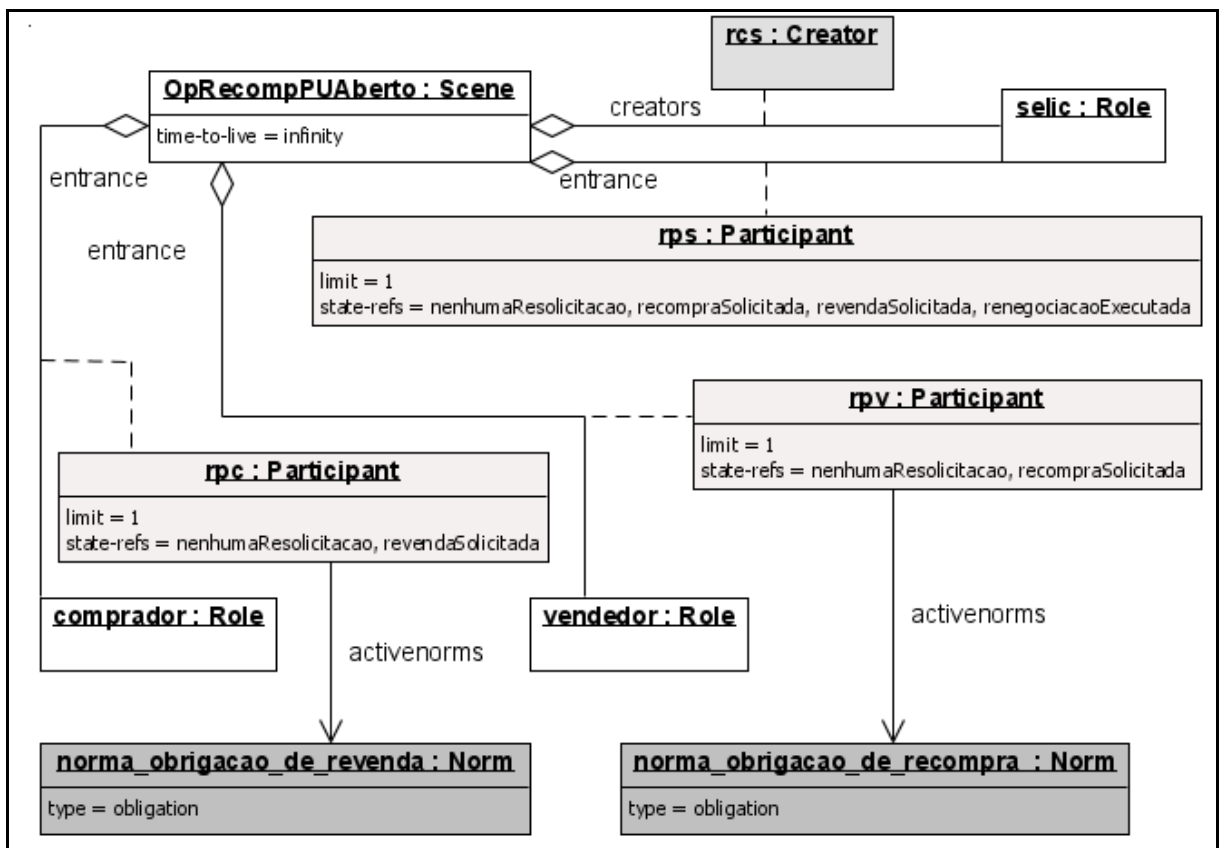


Figura 6-13 – DIEL: Estrutura da Cena de Recompra/Revenda

Com a especificação dessa cena, a especificação LawML da lei do SELIC está concluída, e pode-se gerar o arquivo XML¹³ para a transformação, que será vista na seção a seguir.

¹³ O arquivo pode ser obtido em http://wiki.les.inf.puc-rio.br/index.php/Ricardo_Gralhoz

6.4.

Transformação LawML – XMLaw

Essa seção apresenta a transformação da especificação da lei feita em LawML para código no formato XMLaw. Não será apresentada a transformação de todos os elementos e relacionamentos, apenas os mais relevantes para este trabalho, pois o processo é análogo para os omitidos.

6.4.1.

Organização de Lei, Papéis e Cenas

A especificação LawML da organização de lei “**bc**” da Figura 6-3 é transformada em código no formato XMLaw (Figura 6-14) conforme as regras de transformação **DIEL01**, **DIEL02**, **DIEL02.a**, **DIEL03**, **DIEL03.a** e **DIEL12**.

```
<LawOrganization id="bc" name="Banco Central">
  <Role id="comprador"/>
  <Role id="vendedor"/>
  <Role id="selic"/>
  <Scene id="OpCompPUAberto" time-to-live="infinity">
    ...
  </Scene>
  <Scene id="OpRecompPUAberto" time-to-live="infinity">
    ...
  </Scene>
</LawOrganization>
```

Figura 6-14 – Código no Formato XMLaw de Organização de Lei, Papéis e Cenas

6.4.2. Cena, Criador, Participantes e Protocolo

A especificação LawML da cena “**OpRecompPUAberto**” da Figura 6-13 e da Figura 6-12 é transformada em código no formato XMLaw (Figura 6-15) conforme as regras de transformação **DIEL03**, **DIEL07**, **DIEL07.a.**, **DIEL09**, **DIEL10**, **DIEL10.a**, **DIEL10.b** e **DIEL12**. Alguns participantes foram omitidos desse código, pois sua transformação é análoga à do participante referente ao papel “**comprador**”.

```
<Scene id="OpRecompPUAberto" time-to-live="infinity">

  <Creators>
    <Creator role_ref="selic"/>
  </Creators>

  <Protocol id="protocoloRenegociacao">
  ...
  </Protocol>

  <Entrance>
    <Participant limit="1" role_ref="comprador">

      <ActiveNorms>
        <Norm ref="norma_obrigacao_de_revenda"/>
      </ActiveNorms>

      <State ref="nenhumaResolicitacao"/>

    </Participant>
    ...
  </Entrance>

</Scene>
```

Figura 6-15 – Código no Formato XMLaw de uma Cena, seu Criador, seus Participantes e seu Protocolo

6.4.3. Norma

A especificação LawML da norma “**norma_obrigacao_de_revenda**” é transformada em código no formato XMLaw (Figura 6-16).

```
<LawOrganization id="bc" name="Banco Central">
  ...
  <Norm id="norma_obrigacao_de_revenda" type="obligation">

    <Assignee role-instance="?" role-ref="comprador"/>

    <Activations>
      <Element event-type="transition_activation" ref="t14"/>
    </Activations>

    <Deactivations>
      <Element event-type="norm_activation"
        ref="norma_proibicao_de_negociar"/>
      <Element event-type="transition_activation" ref="tr14"/>
    </Deactivations>
  </Norm>
</LawOrganization>
```

Figura 6-16 – Código no Formato XMLaw da Norma de Obrigação de Revenda

Conforme as regras de transformação **DIEL06**, **DIEL06.a.**, **DIEL06.c.**, e **DIEL12**, a especificação estrutural da norma, seus atributos, seu relacionamento de continência com a organização de lei e sua assinatura ao papel “**comprador**”, obtidos da versão resumida do DIEL (Figura 6-17), foram transformados em código no formato XMLaw.

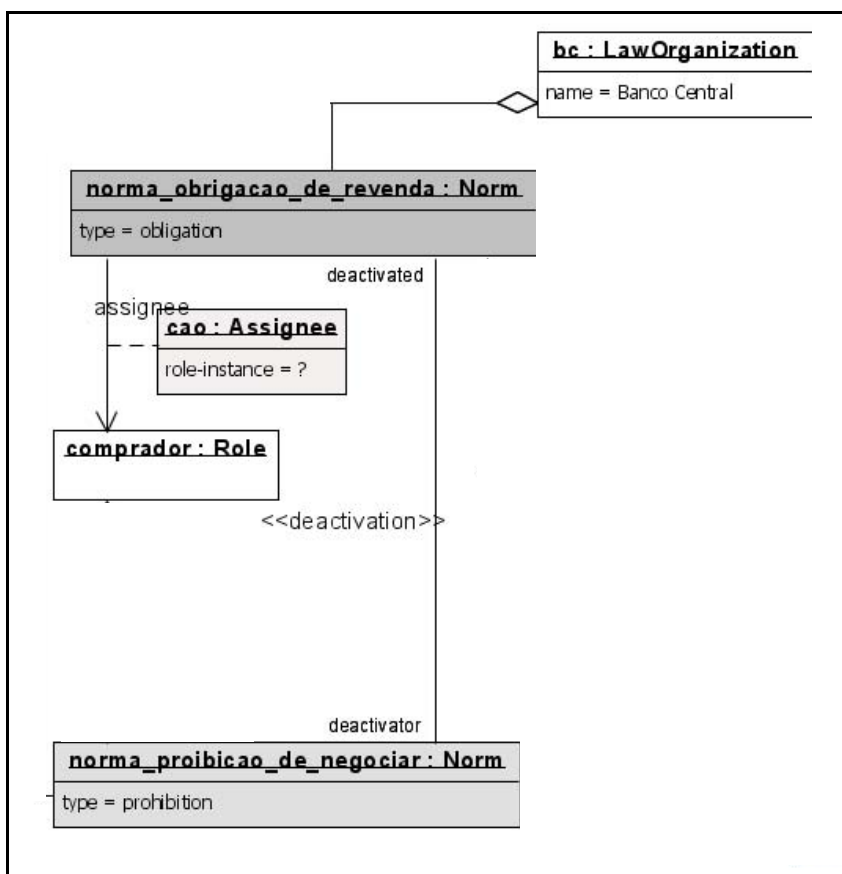


Figura 6-17 – DIEL: Especificação Estrutural da Norma de Obrigação de Revenda

O elemento de ativação dessa norma foi obtido do efeito da ativação da transição “**t14**” do protocolo “**protocoloNegociacao**” (veja a versão resumida do DEP na Figura 6-18), através da regra de transformação **DEP04**.

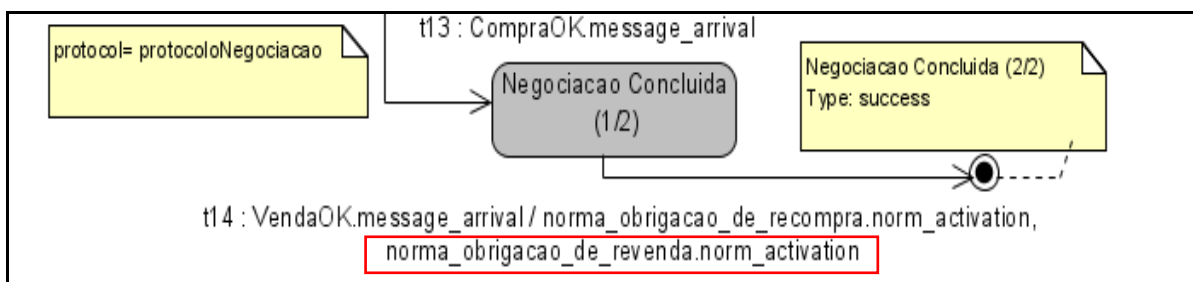


Figura 6-18 – DEP: Ativação de Norma como Efeito da Ativação de uma Transição

Os elementos de desativação dessa norma foram obtidos:

- do efeito da ativação da transição “**tr14**” do protocolo “**protocoloRenegociacao**” (veja a versão resumida do DEP na Figura 6-19), através da regra de transformação **DEP04**;

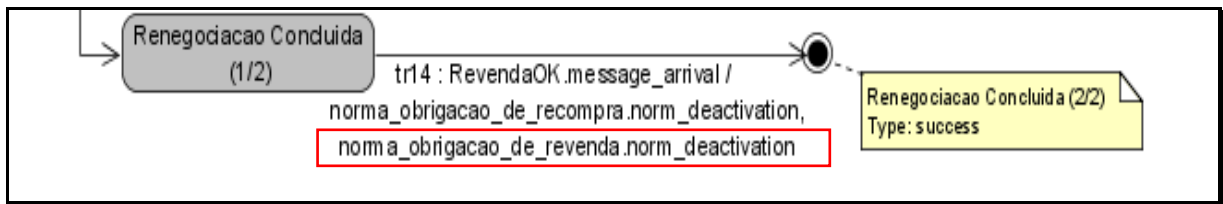


Figura 6-19 – DEP: Desativação de Norma como Efeito da Ativação de uma Transição

- do evento “**norm_activation**” enviado pela norma “**norma_proibicao_de_negociar**” do DCIEL (versão resumida) da Figura 6-20, através das regras de transformação **DCIEL01** e **DCIEL02**.

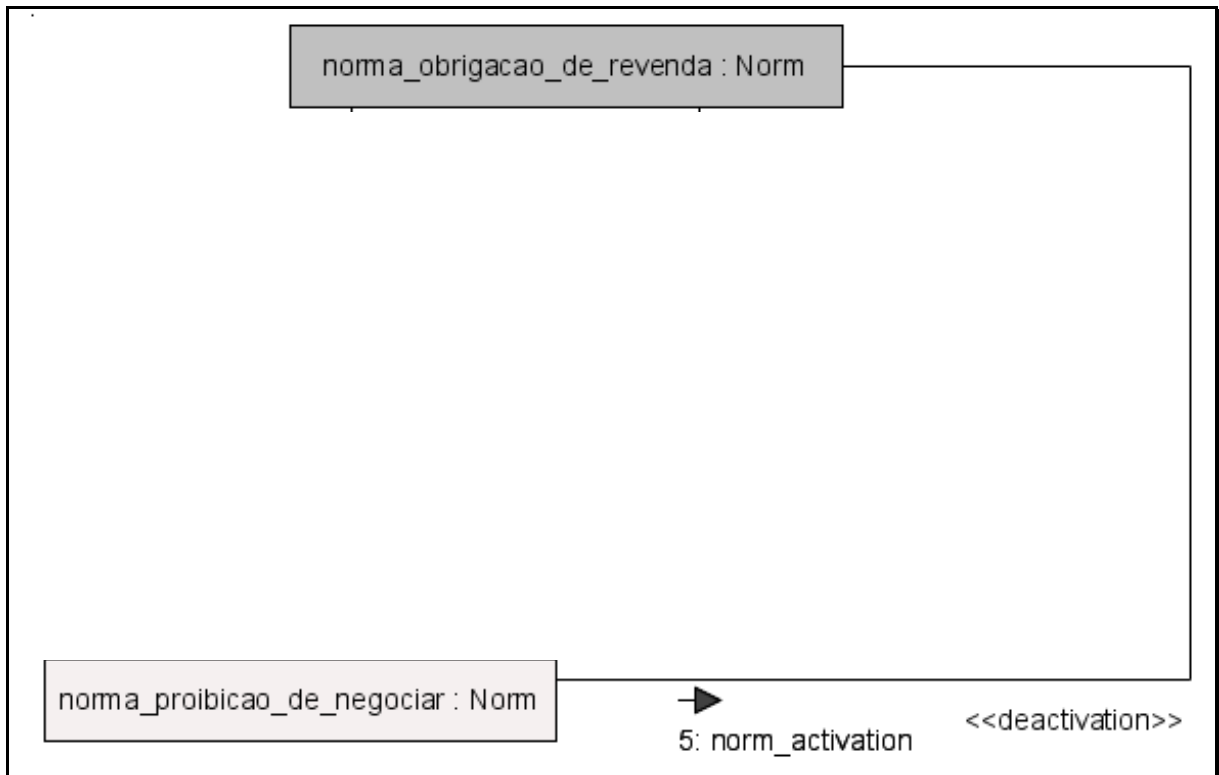


Figura 6-20 – DCIEL: Desativação de Norma como Efeito de Evento Enviado por uma Instância

6.4.4. Protocolo, Mensagens, Estados e Transições

A especificação LawML do protocolo “**protocoloNegociacao**” é transformada em código no formato XMLaw (Figura 6-21).

```

<Protocol id="protocoloNegociacao">
  <Messages>
    ...
    <Message id="reqVenda4" performative="cfp">
      ...
    </Message>
  </Message>

  <States>
    ...
    <State id="nenhumaSolicitacao" label="Negociacao aberta"
      type="execution"/>
    <State id="vendaSolicitada" label="Pedido de Venda Solicitado"
      type="execution"/>
  </States>

  <Transitions>
    ...
    <Transition id="t4" ref="reqVenda4"
      event-type="message_arrival"
      from="nenhumaSolicitacao"
      to="vendaSolicitada">

      <Constraints>
        <Constraint id="ConditionNOPRET"
          class="br.pucio.inf.les.law.application
            .selic.constraint.ConditionNOPRET"/>
      </Constraints>

    </Transition>
  </Transitions>
</Protocol>

```

Figura 6-21 – Código no Formato XMLaw de Protocolo

A mensagem “**reqVenda4**” desse protocolo foi obtida da especificação estrutural do da cena “**OpCompPUAberto**” (veja versão resumida do DIEL do protocolo na Figura 6-22), através das regras de transformação **DIEL08** e

DIEL08.a. O mesmo vale para as outras mensagens, que foram omitidas desse exemplo de transformação.

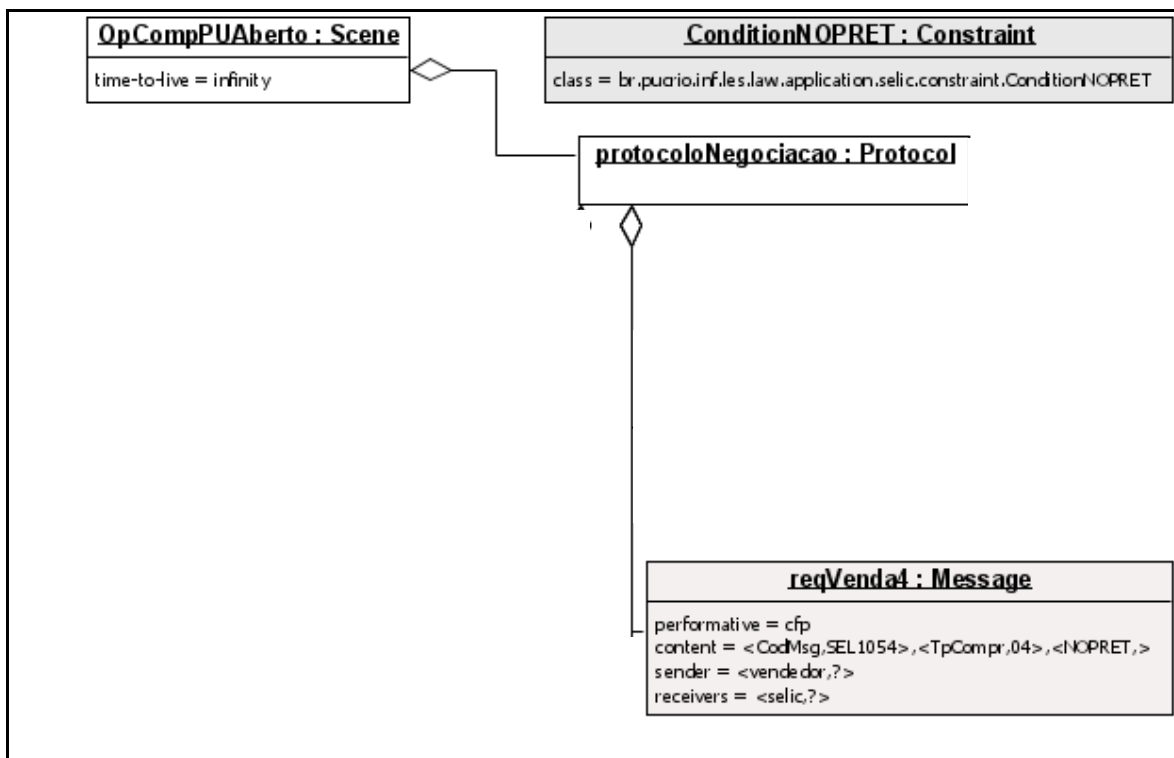


Figura 6-22 – DIEL: Especificação Estrutural Resumida da Cena de Compra

Os estados “**nenhumaSolicitacao**”, de rótulo “**Negociacao aberta**”, e “**vendaSolicitada**”, de rótulo “**Pedido de Venda Solicitado**”, do protocolo “**protocoloNegociacao**” foram obtidos do DEP relacionado ao protocolo (veja versão resumida na Figura 6-23), através das regras de transformação **DEP01** e **DEP01.a**. O mesmo vale para os outros estados, que foram omitidos desse exemplo de transformação.

A transição “**t4**”, seu evento de ativação “**message_arrival**”, gerado pela chegada da mensagem “**reqVenda4**” e sua restrição “**ConditionNOPRET**” também foram obtidos do DEP relacionado ao protocolo, através das regras de transformação **DEP02**, **DEP03** e **DEP05**.

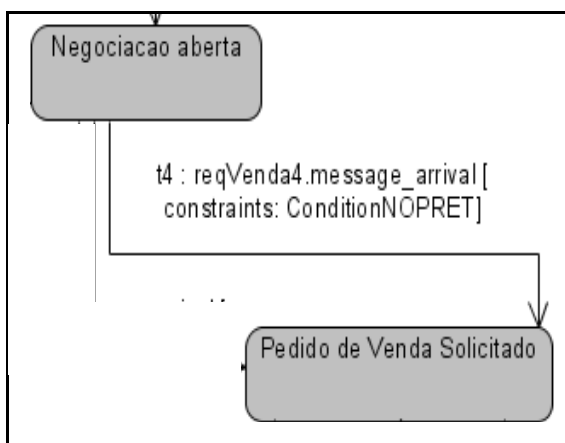


Figura 6-23 – DEP: Especificação Resumida do Comportamento do Protocolo de Negociação

Os atributos da mensagem “**reqVenda4**” foram transformados de acordo com as regras **DIEL13**, **DIEL13.a**, **DIEL13.b** e **DIEL13.c**, e o código no formato XMLaw gerado pode ser visto na Figura 6-2.

```

<Messages>
  ...
  <Message id="reqVenda4" performative="cfp">
    <Content>
      <Entry key="CodMsg" value="SEL1054"/>
      <Entry key="TpCompr" value="04"/>
    </Content>
    <Sender role-instance="?" role-ref="vendedor"/>
    <Receivers>
      <Receiver role-instance="?" role-ref="selic"/>
    </Receivers>
  </Message>

```

Figura 6-24 – Código no Formato XMLaw de uma Mensagem

E, por fim, a restrição “**ConditionNOPRET**” e seus atributos foram transformados através das regras **DEP05** e **DIEL12**.

6.5.

Considerações finais

A especificação da lei de interação através de uma notação proporcionou um ganho na produtividade, em termos de tempo e esforço de trabalho, compreensão da lei, validação dos modelos gerados e comunicação entre desenvolvedores de lei.

A especificação estrutural da lei do SELIC no DIEL serviu de base para a especificação do comportamento das instâncias de elementos de lei. A especificação do protocolo com o Diagrama de Estados de Protocolo permitiu um ganho ao se utilizar os recursos do Diagrama de Transição de Estados da UML para representar a máquina de estados finitos. A especificação da ativação e da desativação dos elementos de lei através do Diagrama de Comunicação de Instâncias de Elementos de Lei permitiu um ganho ao relacionar instâncias ativadoras/desativadoras com instâncias ativadas/desativadas numa mesma perspectiva.

Além das facilidades gráficas de especificação, o modelo da lei foi todo gerado automaticamente, o que permitiu um desenvolvimento voltado para modelos sem custo de tempo.

Apesar dos ganhos, algumas limitações foram encontradas com a modelagem do SELIC. Para a geração automática de código ser feita corretamente, é necessário o uso dos identificadores das instâncias, dos tipos de atributos e dos elementos de lei de maneira correta, sem a possibilidade de diferença de caracteres. E a verificação de consistência da lei gerada não foi feita de maneira automática, o que obrigou o desenvolvedor de leis a fazê-la antes da transformação do código. Essas limitações requerem um cuidado maior na tarefa de especificação e podem diminuir o ganho final de produtividade