

# Aumentando a Expressividade Semântica na Modelagem de Regras de Negócio no contexto de Processos intensivos em Conhecimento

Rodrigo B. Lyrio, Fernanda Baião

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

{rodrigo.lyrio, fernanda.baiao}@uniriotec.br

**Abstract.** *Business rules capture the essential restrictions that should be enforced in all possible worlds of a domain, providing a more adequate paradigm for representing processes in which the need for flexibility is critical, known as knowledge-intensive processes. Traditional languages for representing process models typically do not handle flexible scenarios adequately, treating exceptions as a deviation in the process flow and ignoring other aspects of a knowledge-intensive process. This work proposes an approach for creating knowledge-intensive processes models with higher semantic expressiveness, focusing on the business rules perspective.*

**Resumo.** *As regras de negócio capturam as restrições essenciais que devem ser aplicadas em todos os mundos possíveis de um domínio, fornecendo assim um paradigma mais adequado para representar processos nos quais a necessidade de flexibilidade é crítica, conhecidos como processos intensivos em conhecimento. As linguagens tradicionais para representação de modelos de processo normalmente não lidam adequadamente com cenários flexíveis, tratando exceções como um simples desvio no fluxo do processo e ignorando outros aspectos de um processo intensivo em conhecimento. Este trabalho propõe uma abordagem para criar modelos de processos intensivos em conhecimento com maior expressividade semântica, sob a ótica de regras de negócio.*

## 1. Introdução

Processo intensivo em conhecimento (*Knowledge-intensive Process*, ou KiP) é um processo de negócio que envolve tomadas de decisão complexas, não segue uma sequência previsível e repetível e depende da interação e colaboração, conhecimento e experiência de seus agentes [Hagen et. al 2005]. Processos desta natureza têm crescido em relevância devido à crescente criticidade nas organizações, e à proliferação de mídias sociais, dispositivos inteligentes de monitoramento e tecnologias de computação em tempo real, que ampliam as possibilidades de suporte computacional para os processos de negócio, sem, no entanto, possuírem ferramentas capazes de modelar e gerir esse tipo de processo de forma eficaz. Para esse tipo de processo, a abordagem de modelagem tradicional, imperativa, dificulta a representação precisa de todos os aspectos relevantes do domínio.

Nesses cenários, o paradigma declarativo aparece como uma alternativa por ser baseada na definição das restrições do domínio, oferecendo maior flexibilidade [Pesic et. al 2007]. Seguindo este paradigma, linguagens de modelagem de regras de negócio propostas recentemente vêm endereçando aspectos interessantes, em diferentes níveis de

abstração, como os níveis de cumprimento da SBVR [OMG, 2017] e restrições modais da LTL Declare [Pesic 2008]. No entanto, ainda há limitações para compreender e representar precisamente um KiP usando a abordagem declarativa, na medida em que nenhuma das linguagens de modelagem de regras de negócio endereça conceitos essenciais de um KiP, como a troca de conhecimento nas colaborações entre os agentes que participam na sua execução, o racional das tomadas de decisão, entre outros.

A Ontologia de Processos Intensivos em Conhecimento (*Knowledge-intensive Process Ontology*, ou KiPO) [França et al. 2015] provê uma conceitualização, bem fundamentada na *Unified Foundational Ontology* (UFO) [Guizzardi, 2005], que estrutura de forma integrada todos os aspectos de um KiP, incluindo um módulo sobre regras de negócio (*Business Rule Ontology*, ou BRO), reunindo definições que permitem uma interpretação precisa de todos os conceitos relevantes para seu entendimento e execução, e servindo como um metamodelo para modelagem de KiPs. No entanto, a BRO não contempla toda a expressividade das linguagens de modelagem de regras de negócio existentes.

O objetivo deste trabalho é, portanto, propor uma extensão da ontologia BRO para contemplar conceitos de níveis de cumprimento e restrições da lógica modal, de tal forma que os modelos de processos intensivos em conhecimento que sejam criados com base na ontologia proposta tenham maior expressividade semântica.

Este artigo está organizado como a seguir. A Seção 2 apresenta definições sobre processos intensivos em conhecimento e linguagens existentes para modelagem de regras de negócio, discutindo aspectos da KiPO e a conceituação de regras de negócio. A Seção 3 apresenta a proposta de extensão da BRO para permitir a representação semanticamente mais precisa de KiPs. A Seção 4 aplica a proposta em um estudo de caso. Por fim, a Seção 5 conclui o trabalho e aponta direções futuras de pesquisa.

## **2. Definições**

### **2.1. Ontologia de Processos intensivos em Conhecimento (KiPO)**

A KiPO [França et al. 2015] foi proposta para permitir uma representação semanticamente mais rica de processos intensivos em conhecimento. É uma ontologia que estrutura os conceitos e relacionamentos relevantes ao entendimento completo e preciso de um KiP, servindo como um metamodelo de suporte para modelagem e implementação desse tipo de processo, bem fundamentada na *Unified Foundational Ontology* (UFO) [Guizzardi e Wagner 2005].

A KiPO compreende diversos módulos (sub-ontologias), um para cada perspectiva relevante de um KIP: (i) BPO, a ontologia de processos de negócio, representada pelo metamodelo BPMN; (ii) DO, a ontologia de decisão [Pereira e Santoro 2010]; (iii) CO, a ontologia de colaboração [Oliveira 2009]; (iv) BRO, a ontologia de regras de negócio [Lopes, Baião e Siqueira 2010] e (v) KiPCO, o módulo central (core) da Ontologia de Processos intensivos ao Conhecimento. Através deste conjunto de elementos, a KiPO pode representar todos os aspectos de um processo intensivo em conhecimento.

## 2.2. Ontologia de Regras de Negócio (BRO)

A Ontologia de Regras de Negócio (BRO) proposta por Lopes, Baião e Siqueira (2010) agrupa conceitos capazes de definir restrições de um determinado domínio. Esses conceitos são baseados na classificação de Wagner (2004) das regras de negócio que os categoriza como regras de integridade, derivação ou reação. A Figura 1 ilustra a perspectiva da BRO dentro da KiPO.

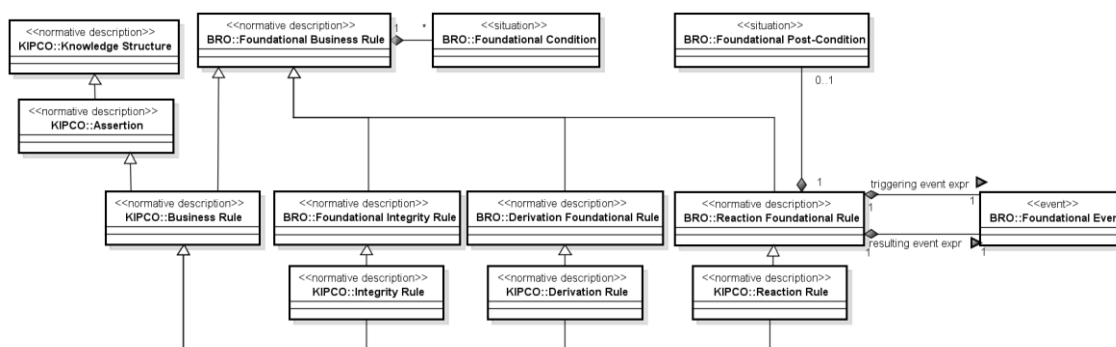


Figura 1. Extrato da BRO na KiPO [França et al. 2015]

Na BRO, as regras de negócio definidas por Wagner (2004) podem ser representadas como uma das três especializações de *Foundational Business Rule*, definidas como uma assertiva (*Assertion*) que define ou restringe aspectos de um domínio.

As *Foundational Integrity Rules* consistem em uma afirmação de restrição que pode ser expressa como uma sentença que não pode ser violada (*alethic*), representando necessidade [Wagner 2004] e relacionada a aspectos estruturais de integridade do domínio.

As *Derivation Foundational Rules* definem como o conhecimento pode ser transformado em outros conceitos, através de cálculos ou deduções lógicas [Lopes, Baião e Siqueira 2010]. Esse tipo de regra define novos conceitos do domínio.

As *Reaction Foundational Rules*, também conhecidas como regras de evento-condição-ação, consistem em uma afirmação de que, no caso da ocorrência de um evento disparador, uma ou mais ações são executadas como resultado [Wagner 2004].

A BRO é essencial para representar as relações entre as atividades de um KiP, pois essas relações não precisam mais ser definidas em termos de fluxo de controle de atividade, mas sim em função das restrições que governam o domínio.

## 2.3. Modelagem declarativa e LTL Declare

Abordagens tradicionais de modelagem de processos de negócio, como o BPMN, descrevem todos os caminhos possíveis e não permitem a execução de fluxos alternativos que não estejam modelados. Esse paradigma de modelagem, conhecido como imperativo, é eficaz em processos de negócio altamente estruturados e repetíveis.

No entanto, à medida que o processo de negócio cresce em complexidade e diminui em repetitividade e previsibilidade, uma abordagem imperativa não é capaz de representar os caminhos possíveis de forma inteligível. Para esse tipo de processo de negócio, uma modelagem baseada em restrição é mais adequada, conhecida na literatura como abordagem declarativa.

A LTL Declare é uma linguagem para modelagem declarativa que é frequentemente adotada na literatura [van der Aalst, Pesic e Schonenberg 2009]. Utilizando os princípios da Lógica Temporal Linear (LTL), a linguagem descreve *templates* que representam tipos de restrições para atividades: *existence*, *relation*, *negative relation* e *choice* [Pesic 2008]. A Tabela 1 apresenta um conjunto de expressões LTL Declare dos *templates* do tipo *relation*:

**Tabela 1. Templates das restrições de relação do LTL Declare [Pesic 2008]**

name of formula	LTL expression
<i>responded existence(A,B)</i>	$\diamond(A, t_c) \Rightarrow \diamond(B, t_c)$
<i>co existence(A,B)</i>	$\diamond(A, t_c) \Leftrightarrow \diamond(B, t_c)$
<i>response(A,B)</i>	$\Box((A, t_c) \Rightarrow \diamond(B, t_c))$
<i>precedence(A,B)</i>	$(\neg((B, t_s) \vee (B, t_c) \vee (B, t_x)))W(A, t_c)$
<i>succession(A,B)</i>	$response(A, B) \wedge precedence(A, B)$
<i>alternate response(A,B)</i>	$response(A, B) \wedge \Box((A, t_c) \Rightarrow \circ(precedence(B, A)))$
<i>alternate precedence(A,B)</i>	$precedence(A, B) \wedge \Box((B, t_c) \Rightarrow \circ(precedence(A, B)))$
<i>alternate succession(A,B)</i>	$alternate response(A, B) \wedge alternate precedence(A, B)$
<i>chain response(A,B)</i>	$response(A, B) \wedge \Box((A, t_c) \Rightarrow \circ(B, t_s))$
<i>chain precedence(A,B)</i>	$precedence(A, B) \wedge \Box(\circ(B, t_s) \Rightarrow (A, t_c))$
<i>chain succession(A,B)</i>	$chain response(A, B) \wedge chain precedence(A, B)$

## 2.4. SBVR e Níveis de Cumprimento

Existem várias iniciativas para definir uma linguagem capaz de representar regras de negócio e seus conceitos. RuleML e SWRL são duas das linguagens mais usadas para representação computacional de regras, que também incluem conceitos específicos para regras de negócio. Estas linguagens são focadas principalmente em prover a troca de regras entre sistemas de informação, descrevendo suas relações usando sintaxe e semântica específicas escritas em um formato aberto como XML, capazes de serem interpretadas por qualquer mecanismo de regras de negócio que conheça sua estrutura.

Além desse tipo de representação, existem linguagens cuja finalidade é descrever regras em linguagem natural, facilitando a compreensão da representação de regras de negócio por especialistas e outras partes interessadas. A Semântica do Vocabulário de Negócio e Regra de Negócio (SBVR) é uma especificação que enfoca a definição de vocabulário e regras para documentação de semântica de regras de negócio [OMG 2017], com um grande foco na descrição de regras usando linguagem natural com uma forte sintaxe e formalismo semântico, capaz de ser interpretado pela lógica modal.

O SBVR define a estrutura das regras de negócio e as divide em dois grupos: As Regras de Negócio de Definição (*Definitional Business Rule*), que descrevem as regras de negócio que são necessárias em um determinado estado de coisas e representam regras que não podem ser violadas (*alethic*) e Regras de Negócio Comportamentais (*Behavioral Business Rule*), que descrevem regras de negócio que obrigam um determinado estado de coisas, e podem eventualmente ser descumpridas (*deontic*). Por causa de seu comportamento modal, as regras de negócio comportamentais têm um

atributo exclusivo que define o nível de cumprimento atribuído a elas. Esse nível é uma posição em uma escala definida que determina a gravidade da restrição imposta pela regra de negócio, causando penalidades se for violada [OMG 2017]. A Tabela 2 apresenta um conjunto de exemplos de níveis de cumprimento propostos pela SBVR (2017).

**Tabela 2. Exemplos de níveis de cumprimento [OMG, 2017]**

Nível de Cumprimento	Descrição
<i>Strict</i>	Se a regra é violada, uma penalidade é aplicada
<i>Deferred</i>	É <i>strict</i> mas seu cumprimento pode ser atrasado
<i>Pre-authorized</i>	Exceções são permitidas somente se pré-aprovadas
<i>Post-justified</i>	Exceções são permitidas se justificadas após o evento
<i>Override</i>	Um comentário deve ser fornecido caso a violação à regra ocorra
<i>Guideline</i>	Apenas uma sugestão

Embora seja uma exceção ao fluxo normal de um processo de negócio, violações às regras de negócio são possíveis, especialmente em cenários de processos intensivos em conhecimento, nos quais a imprevisibilidade dos fluxos de atividades pode levar a desvios indesejados, mas que devem ser identificados e tratados, particularmente a nível de instâncias.

### 3. Conceitualização dos *templates* LTL na Ontologia de Processos Intensivos em Conhecimento

O paradigma de modelagem declarativa, na perspectiva da LTL Declare, representa relações temporais entre duas ou mais atividades em um processo intensivo em conhecimento. Restrições de relações, em especial, definem um conjunto de *templates* capazes de representar a dependência temporal entre eventos que não podem ser totalmente representados como os tipos de regra descritos por Wagner (2004). A definição original de regra de reação, por exemplo, representa uma progressão linear de eventos, sem levar em conta o tempo decorrido entre o evento disparador e o resultante. Em processos intensivos em conhecimento, entretanto, podem existir situações onde o metamodelo precisa descrever restrições onde um evento ocorre imediatamente antes ou imediatamente depois de outro evento, o que não é possível usando a definição original de regras de reação, provida por Wagner (2004) e adotada na BRO [Lopes et al, 2011].

Por outro lado, linguagens de modelagem de regras de negócio, como a RuleML e LTL Declare, podem representar relações e regras de negócio mais complexas do que as definidas por Wagner (2004), embora não consigam relacioná-las a outros elementos característicos a processos intensivos em conhecimento, em especial os que envolvem decisões ou estados mentais do agente.

Por exemplo, considere o domínio de locação de veículos baseado proposto em SBVR (2017), onde uma empresa com diversas filiais possui uma variedade de carros disponíveis para aluguel temporário. As seguintes regras de negócio são definidas:

**R1 - Todo pedido de prorrogação deve ser analisado por um gerente:** “Após sua abertura, toda solicitação de prorrogação do período de aluguel deve ser analisada por um gerente.”;

**R2 - Pedido de prorrogação em aberto deve ser único por cliente:** “Um pedido de extensão do período de locação aberto deve ser analisado antes que uma nova solicitação possa ser feita”;

**R3 - Envio de resposta da análise ao cliente deve ser imediato:** “Uma confirmação por e-mail com o resultado da análise deve ser enviada ao cliente imediatamente após a conclusão da verificação pelo gerente.”;

**R4 - Deve ser aplicada taxa de devolução por entrega em local diferente da locação:** “É obrigatório que uma locação incorra em uma taxa se a filial de devolução da locação for diferente daquela em que o automóvel foi alugado.”.

Na linguagem LTL Declare, a regra R1 (“*Todo pedido de prorrogação deve ser analisado por um gerente*”) pode ser modelada utilizando-se o *template* de relação *response*, uma vez que deve ser executada em algum momento após a solicitação feita pelo cliente, enquanto a regra R3 (“*Envio de resposta da análise ao cliente deve ser imediato*”) pode ser modelada usando o *template* de relação *chain response*, uma vez que a regra de negócio define que um envio de e-mail deve ser enviado imediatamente após outro evento. Tais regras diferem entre si pela restrição temporal imposta pelos *templates* LTL Declare, embora ambas representem a necessidade de execução de uma atividade após a outra ter sido concluída.

Já a regra R2 (“*Pedido de prorrogação em aberto devem ser únicos por cliente*”) é representada como uma relação de *alternate response*, uma vez que a atividade “Solicitar extensão do período de locação” só pode ser executada novamente se uma solicitação anterior foi analisada.

Ao contrário dos outros exemplos, a regra R4 (“*Deve ser aplicada taxa de devolução por entrega em local diferente da locação*”) não pode ser representada apenas utilizando a taxonomia da LTL Declare, pois a regra precisa avaliar as condições de entrada para gerar um comportamento desejado.

Assim, a LTL Declare pode representar um conjunto de restrições de domínio relacionadas à interação entre as atividades, mas não pode descrever o que está acontecendo com um agente durante a execução do processo ou como as atividades interagem com outros componentes do domínio.

Entretanto, embora o metamodelo subjacente à ontologia KiPO tenha expressividade suficiente para representar um grande conjunto de cenários e elementos de um KiP, ele não possui construtos necessários para descrever algumas restrições específicas entre as atividades, uma vez que a perspectiva de processos de negócio da KiPO (representada pelo metamodelo da notação BPMN) está focada em descrever processos imperativos.

A incorporação da semântica dos *templates* LTL Declare na KiPO irá permitir que a representação de relacionamentos entre atividades em um processo intensivo em conhecimento também possa levar em consideração conceitos das demais perspectivas da KiPO, como agentes, crenças, intenções e elementos de tomada de decisão. Para isto, é necessário estender a perspectiva da Ontologia de Regras de Negócio (BRO) da KiPO, cujo resultado constituirá a versão inicial de uma ontologia denominada DecKiPO.

### 3.1. Definição dos tipos de regras de negócio

A perspectiva do BRO na KiPO descreve três tipos de regras de negócio: integridade, derivação e reação. Regras de integridade e derivação definem restrições estruturais enquanto as regras de reação restringem o comportamento do processo de negócio e podem vir a ser violadas durante a execução de um processo.

A definição dos três tipos de regras de negócio na KiPO permite enquadrá-las nas classificações propostas na SBVR [OMG 2017], sendo as regras de integridade e derivação definidas como um tipo de *Definitional Business Rule* e a regra de reação como um tipo de *Behavioral Business Rule*. A Figura 2 apresenta a organização das regras de negócio na DecKiPO observando as definições da SBVR, adicionando esses dois novos conceitos à ontologia.

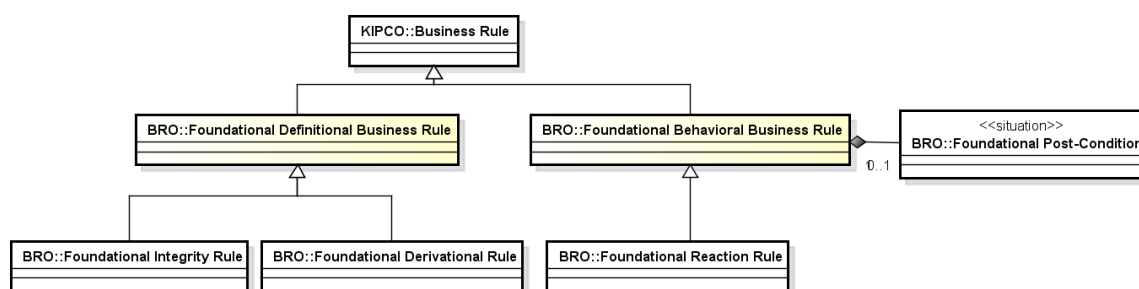


Figura 2. BRO estendida com os conceitos da SBVR

### 3.2. Conceituação dos templates de relação

Os *templates* de relação na LTL Declare representam dependências temporais entre atividades, possibilitando que sejam impostas restrições na ordem em que elas são executadas ou definindo o intervalo de tempo decorrido entre cada atividade. A Tabela 2 apresenta cada um dos *templates* de relação e as expressões em lógica temporal linear que as representa.

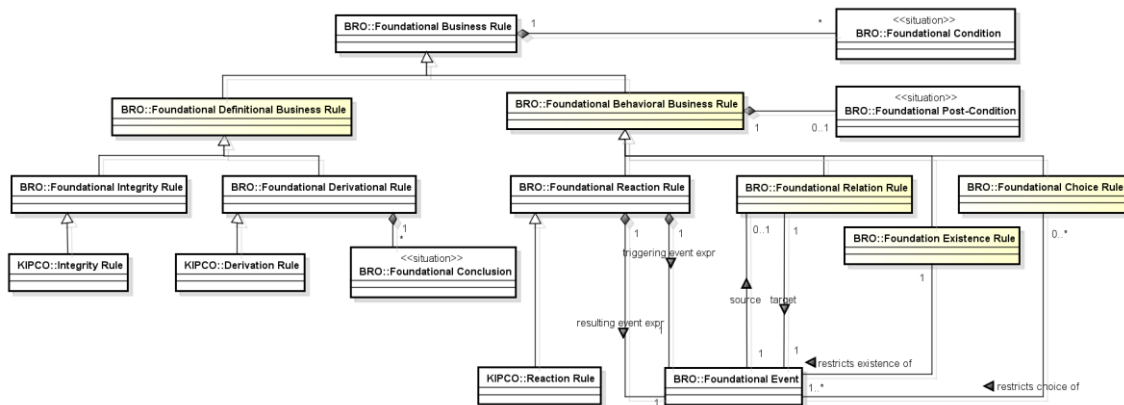
Para permitir a representação dessas relações na BRO, todos os *templates* de relação da LTL Declare foram descritos como especializações das relações de Allen (Allen, 1983), cuja relação de intervalo de tempo possui um evento de origem e de destino. Guizzardi et al. (2013) define que eventos são indivíduos que acontecem no tempo e cuja propriedade temporal é dissociada do próprio conceito para permitir que uma variedade de estruturas temporais (intervalos lineares, intervalos instantâneos, paralelos ou circulares) possa ser utilizada para representá-la.

Este trabalho considera que os eventos, no cenário dos processos intensivos em conhecimento, ocorrem de forma linear no tempo e sempre terão como propriedades um instante  $t_s$  que marca seu início e um instante  $t_e$  que marca seu término, definição que também é adotada por Guizzardi (2013).

É importante observar que as regras de negócio descritas por Wagner (2004) e adotadas pela KiPO restringem aspectos do negócio que delimitam a estrutura ou o comportamento no contexto da execução de uma atividade. Já as restrições descritas na LTL Declare definem restrições comportamentais entre atividades sendo, portanto, de um tipo distinto de quaisquer outros conceitos vistos até o momento.

Por definir aspectos comportamentais, os *templates* LTL Declare são classificados na BRO como especializações das *Foundational Behavioral Business*

*Rules*. Além disso, sendo as restrições de relação da LTL Declare fundamentadas utilizando os conceitos dos intervalos temporais de Allen (1983), adotados pela UFO-B, se relacionam com uma atividade (que por sua vez especializa um evento) de origem (*source*) e outra de destino (*target*). Por possuírem essas características em comum, foram adicionados à BRO os conceitos *Foundational Relation Rule*, *Foundational Existence Rule* e *Foundational Choice Rule* que representam cada um dos tipos de *templates* LTL Declare, como na Figura 3.



**Figura 3. Conceituação do *template* de Relação da LTL Declare na DecKiPO**

A adoção de modelos LTL Declare no metamodelo DecKiPO permite a representação de restrições mais precisas entre atividades em um processo intensivo em conhecimento, onde há muitas variações entre as instâncias do processo. Essas relações também podem estar relacionadas a outros conceitos envolvidos no KiP, como a agentes e a decisões tomadas por eles.

Como as *Foundational Relation Rules* podem ser associadas a qualquer *Foundational Event*, vários elementos de um KiP podem ser relacionados à atividade de origem ou de destino desse tipo de regra, permitindo a criação de metamodelos complexos, envolvendo por exemplo relação temporal entre conceitos KiPO como uma Questão que dispara uma tomada de decisão (*Question*), uma Decisão (*Decision*) ou quaisquer outros elementos que a UFO define como *perdurant*. Como as restrições aos relacionamentos entre atividades podem ser descritas como regras de negócio, é possível modelar como elas são percebidas por um agente durante a tomada de decisão ou identificar quais restrições foram violadas na execução de um KiP.

### 3.3. Níveis de Cumprimento na Ontologia de Regra de Negócio

A imprevisibilidade em cenários de processos intensivos em conhecimento pode levar à violação de várias restrições impostas ao domínio. Essas violações devem ser passíveis de representação segundo um metamodelo, para que os gestores do negócio possam identifica-las e tomar as medidas necessárias para evitá-las. No entanto, para identificar uma violação de uma regra de negócio, é necessário estabelecer um nível de cumprimento (*enforcement level*) prescrito, que visa atribuir um grau mínimo de conformidade a ser respeitado pelos agentes do processo.

Sendo a KiPO uma ontologia bem fundamentada na UFO, é necessário estabelecer a fundamentação para o conceito de *enforcement level*. Segundo a especificação da SBVR [OMG 2017], um *enforcement level* (nível de cumprimento) é uma posição em uma escala definida que classifica a gravidade da restrição imposta



pela regra de negócio, podendo ser descrito em uma estrutura ordenada como uma *Quality Structure* da UFO-A.

Albuquerque (2013) define *quality structure* como um conjunto de elementos possíveis que delimitam o espaço de valores que podem ser associados a um *quality universal*. Este conceito pode ser entendido como uma propriedade de objeto que pode ser diretamente avaliada em um determinado espaço de valores.

Para manter as restrições estruturais da UFO-A, de forma análoga foram definidos dois conceitos na DecKiPO: *Enforcement Level Structure*, representando a *quality structure* associada a uma escala de valor; e *Enforcement Level*, a propriedade de uma regra de negócio que materializa essa estrutura.

Uma vez que uma *Enforcement Level Structure* define um conjunto particular de valores possíveis, é necessário definir o intervalo de valores que essa estrutura delimita. A UFO-A descreve esses elementos como *quales*, que são membros de uma *quality structure* e uma qualificação de *quality universal*. Na KiPO, a estrutura *quale* definida como *Enforcement Level Structure* é denominada *Severity Level*, que tem como especializações cada nível de cumprimento descrito na Tabela 2.

Embora o *enforcement level* de uma regra de negócio seja definido no nível do modelo, as violações são identificadas apenas no nível de instância (ou seja, em tempo de execução do KiP). A ocorrência de tais violações pode ser considerada como um equívoco na percepção da regra de tal forma que, no nível de instância, haverá dois tipos de *enforcement level*: um concebido por um especialista no negócio em questão e outro percebido pelo agente de processo. Essa diferença é modelada na KiPO através dos conceitos *Conceived Enforcement Level (Conceived EL)* e *Perceived Enforcement Level (Perceived EL)*, representando as duas situações possíveis na execução de uma instância da KiPO. A Figura 4 mostra o metamodelo KiPO com os novos elementos.

Como as relações entre as atividades podem ser descritas como regras de negócio, é possível modelar como elas são percebidas por um agente em uma tomada de decisão ou identificar quais restrições foram violadas na execução de um KiP.

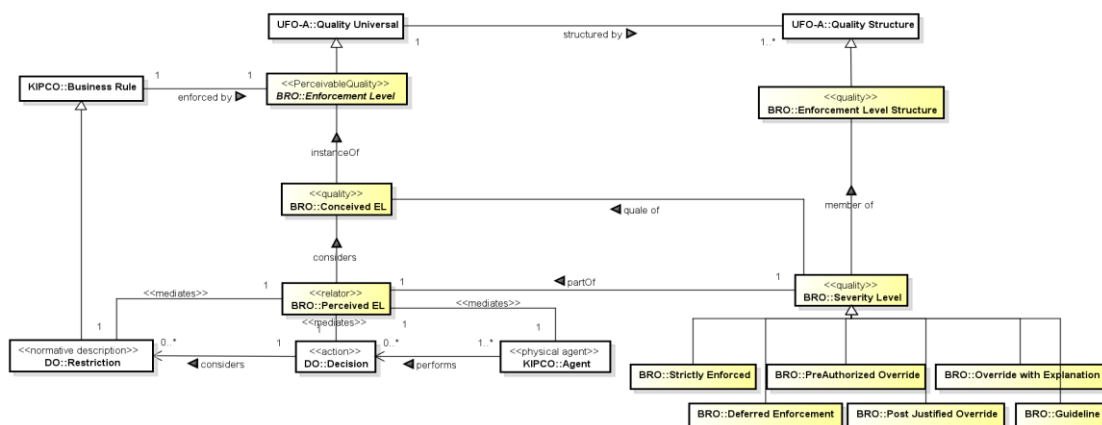
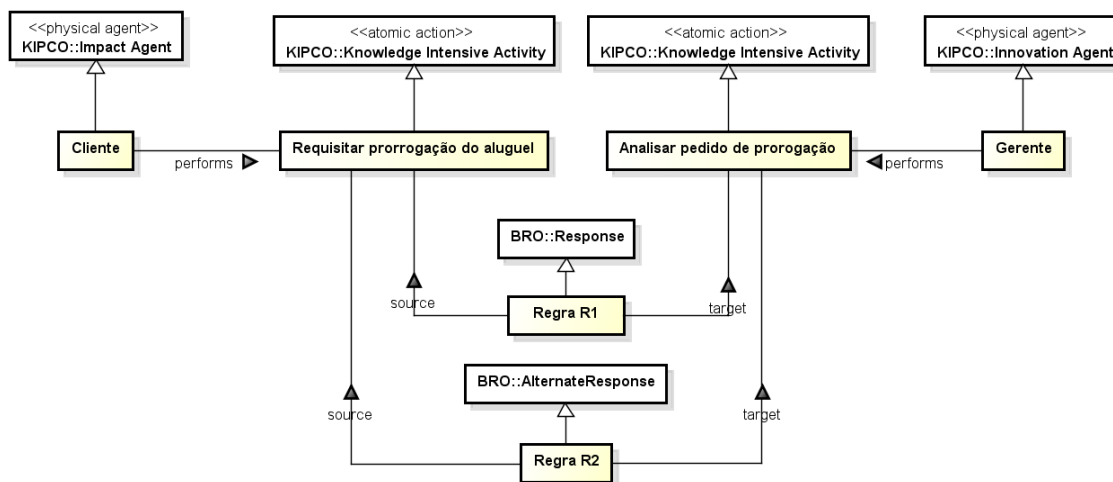


Figura 4. Níveis de Cumprimento na DecKiPO

#### 4. Estudo de Caso: Processo de Locação de Veículos

Considerando o domínio proposto em SBVR (2017) e as regras descritas na seção 3, foram modeladas regras de negócio utilizando os elementos propostos neste artigo.

Nele, um cliente requisita a prorrogação de prazo de um aluguel previamente realizado, que é analisado por um gerente da empresa de locação. Após a análise, uma mensagem com o resultado é enviada para o cliente. A Figura 5 ilustra o cenário proposto.

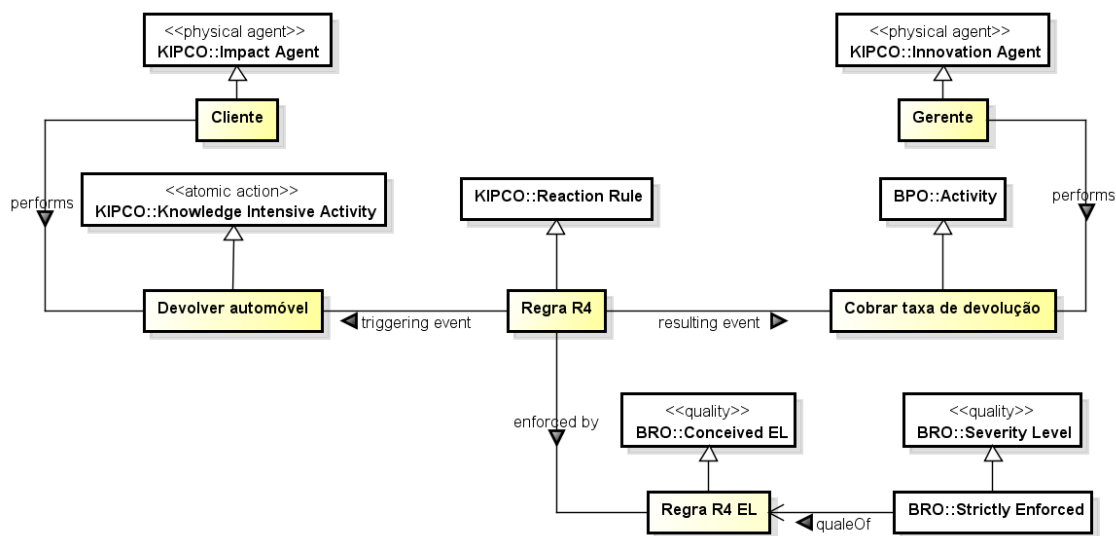


**Figura 5. Modelo de um KiP utilizando os conceitos da DecKiPO**

Como descrito nas seções anteriores, as *Behavioral Business Rules* têm como característica a possibilidade da violação da restrição aplicada por ela. Por esse motivo, regras de negócio comportamentais possuem um nível de cumprimento concebido (*conceived enforcement level*), que denota o grau de severidade da punição que será aplicada ao agente, caso a regra seja violada.

Por exemplo, a regra de negócio R4 pode ser descrita como *Reaction Rule* pois dado um evento *E* (“Devolver automóvel”), caso satisfeita a condição *C* (“filial de devolução diferente da filial de locação”), implicará uma ação *A* (“cobrar taxa de devolução”). Essa regra será descrita com nível de cumprimento obrigatório (Strict), ou seja, todas as vezes que a condição for satisfeita, a ação resultante deve ser executada. Desta forma, considera-se que a regra será cumprida em todos os casos em que uma devolução de automóvel ocorrer. Porém, podem existir cenários onde o Gerente decida por não aplicar a taxa de devolução ao cliente, causando um desvio não planejado no processo e uma violação da regra de negócio imposta.

Na abordagem adotada, ao modelar as restrições impostas à execução das atividades como regras de negócio, é possível descrever situações em que não se sabe as condições da violação de uma regra de negócio, mas é possível definir o que acontece caso ela seja quebrada. A Figura 6 ilustra uma nova representação da Regra “R4 - Deve ser aplicada taxa de devolução por entrega em local diferente da locação” com os conceitos descritos na DecKiPO.



**Figura 6. Modelo com a regra de negócio R4 representada na DecKiPO**

Dessa forma, é possível definir o grau de severidade que será aplicado a um agente caso ele viole a regra descrita, permitindo que desvios ocorridos nas instâncias dos processos de negócio em decorrência de violações não previstas de regras de negócio sejam identificados e tratados posteriormente.

## 5. Conclusão

A utilização do paradigma de modelagem declarativa no contexto de processos intensivos em conhecimento apresenta vantagens quando comparada à abordagem de modelagem tradicional imperativa, dada a baixa repetitividade e previsibilidade características desse tipo de processos, pois é capaz de guiar a execução de uma instância de KiP através da modelagem das restrições impostas ao domínio.

Aliado aos conceitos da Ontologia de Processos Intensivos em Conhecimento (KiPO), este trabalho estendeu a BRO e iniciou a proposta da DecKiPO, tornando possível representar processos de negócio complexos restringindo não só relações existenciais e temporais entre atividades, mas também relacionando outros elementos que não são representados nas linguagens existentes de representação de regras. Os exemplos apresentados ilustraram que a representação de um processo com base na DecKiPO é capaz de descrever, através de regras de negócio específicas, as relações entre atividades e os níveis de cumprimento esperados, fornecer aos especialistas do domínio e aos gestores do negócio a capacidade de modelar os processos de negócio com maior nível de detalhes, além de permitir a análise mais apurada de desvios e violações a regras de negócio, tanto a nível de modelo quanto de instância. No futuro, os demais tipos de *template* LTL Declare serão também incorporados na especificação completa da DecKiPO.

## Referências

Albuquerque, G. (2013) "An ontological foundation for conceptual modeling datatypes based on semantic reference spaces", in IEEE Seventh International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS), Paris.

- Allen, J. (1983) "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals", *Communications of the ACM*, vol. 26, no. 11, pp. 832-843.
- França, J., Netto, J., Carvalho, J., Santoro, F., Baião, F., Pimentel, M. (2015). KIPO: The Knowledge-intensive Process Ontology. *Software & Systems Modeling* 14(3), 1127-1157
- Guizzardi, G. (2005). *Ontological Foundations for Structural Conceptual Models*. The Netherlands, 2005. CTIT PhD Thesis Series, No. 05-74.
- Guizzardi, G., Wagner, G. (2005) "On a Unified Foundational Ontology and some Applications of it in Business Modeling", *Ontologies and Business Systems Analysis*, Michael Rosemann and Peter Green (Eds.), IDEA Publisher.
- Hagen, C.R., Ratz, D., Povalej, R. (2005) "Towards self-organizing knowledge intensive processes." *Journal Universal Knowledge Management* 2, 148–169.
- Haisjackl, C., Barba, I. e Zugal, S.e.a. (2016) "Understanding Declare models: strategies, pitfalls, empirical results," Springer Berlin Heidelberg, pp. 15-325.
- Lopes, M., Baião, F. e Siqueira, S. (2010) "Expressing business rules in a foundational-based domain ontology: towards higher-quality conceptual models", *Int. Conference on Information Integration and Web-Based Applications and Services*, Paris.
- OMG (2017) "Semantics of Business Vocabulary and Business Rules", Version 1.4 ed.
- Pesic, M., Schonenberg, H. e van der Aalst, W. (2007) "DECLARE: Full Support for Loosely-Structured Processes," in *11th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2007)*, Annapolis, MD.
- Pesic, M. (2008) "Constraint-based workflow management systems: shifting control to users.," PHD thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- van der Aalst, W., Pesic, M. e Schonenberg, H. (2009) "Declarative workflows: Balancing between flexibility and support," *Computer Science – Research and Development*, vol. 23, pp. 99-113.
- Wagner, G. (2004) "The Abstract Syntax of RuleML - Towards a General Web Rule Language Framework," in *WI '04 Proceedings of the 2004 IEEE/WIC/AC International Conference on Web Intelligence*, IEEE Washington, DC, USA.