

Modelo Ontológico para Significar *Status-Functions* em Instituições Artificiais*

Rafhael R. Cunha¹, Jomi F. Hübner¹, Maiquel de Brito²

¹PGEAS – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC – Brasil

²Departamento de Engenharia de Controle, Automação e Computação
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Blumenau – SC – Brasil


rafael.cunha@posgrad.ufsc.br, jomi.hubner@ufsc.br, maiquel.b@ufsc.br

Resumo. *Em sistemas multiagente, instituições artificiais conectam conceitos abstratos, pertencentes à realidade institucional, aos elementos concretos que compõem o sistema. Neste sentido, a realidade institucional é composta por um conjunto de conceitos abstratos, denominados Status-Functions, e uma série de regras constitutivas que realizam tal conexão. No atual estado da arte, a única finalidade do processo de constituição é relacionar elementos constituídos com a respectiva dinâmica normativa, limitando o raciocínio dos agentes em relação à satisfação de seus objetivos. Diante do exposto, este artigo apresenta um modelo ontológico com o objetivo de definir o significado das Status-Functions de modo a superar essa limitação. Como resultado, são elencadas algumas vantagens que a utilização do modelo oferece e limitações que ainda precisam ser superadas como direções para trabalhos futuros.*

1. Introdução

Sistemas multiagente (SMA) inspiram-se na sociedade humana para tratar de aspectos sociais das interações entre os agentes. Um destes aspectos é a *realidade institucional*, que é a porção da realidade composta de elementos abstratos (ex. compradores, dinheiro, presidentes), constituídos a partir de elemento concretos, tais como pessoas, pedaços de papel, etc. que passam a ter significados e funções que não são inerentes exclusivamente às suas características físicas. Por exemplo, indivíduos compram mercadorias porque algum pedaço de papel recebe o significado e é interpretado (conta como) dinheiro e seguem alguma pessoa porque ela conta como presidente. *O valor está na noção de dinheiro ao invés de estar no papel, a liderança está na posição de presidente e não no indivíduo.* Em outras palavras, o valor está relacionado ao **significado** do elemento abstrato que geralmente é descrito como um conjunto de funções atribuídas ao elemento concreto - **significante** - após ser interpretado como um elemento abstrato.

A noção de realidade institucional tem sido adaptada para ser utilizada em SMA como um meio de interpretação do ambiente, sendo constituída a partir de el-

* O trabalho Modelo Ontológico para Significar Status-Functions em Instituições Artificiais de Rafael Rodrigues Cunha, Jomi Fred Hübner e Maiquel de Brito está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

elementos lá colocados [Brito et al. 2016b]. Por exemplo, agentes agindo no ambiente podem constituir (ou contar como) *compradores* na realidade institucional enquanto as ações desses agentes, realizadas no ambiente, podem contar como *pagamento*. A existência de uma realidade institucional traz ao SMA a noção de *instituição artificial* (ou simplesmente *instituição*) e é utilizada em diversos trabalhos [Cliffe et al. 2006a, Cardoso and Oliveira 2007, Brito et al. 2016a, Fornara 2011] para representar a interpretação social dos elementos presentes no ambiente e servir como base para a especificação e avaliação normativa. Neste momento, é importante introduzir duas noções que compõem a realidade institucional. A primeira é chamada de *Status-Functions*, utilizada para fazer referência aos *status* atribuídos aos elementos concretos e às funções associadas a esses *status*. A segunda, refere-se à noção de *constituição*, que é o processo de constituir a *Status-Function* a partir do elemento concreto.

Ao utilizar uma instituição, é possível escrever normas utilizando *Status-Functions* tais como *o comprador é obrigado a realizar um pagamento*, cobrindo elementos que a instituição considera como *comprador* e ações que são consideradas como *pagamento*. A instituição é responsável por definir quais condições fazem com que um agente seja considerado *comprador* ou uma ação seja considerada *pagamento*. Os trabalhos atuais tratam apenas da identificação das *Status-Functions* e de sua constituição, *sem tratar do significado da Status-Function*. Considere, por exemplo, que o agente *Bob* quer comprar um livro que está sendo vendido por *Tom*. Para isso, (i) *Bob* precisa executar uma ação que signifique *dar um valor em troca de um bem* e (ii) *Tom* espera que *Bob* realize uma ação com esse significado para, então lhe entregar o livro. Os objetivos dos agentes dependem de uma interpretação comum a respeito de certos fatos e, por isso, são chamados *objetivos sociais*. Se um deles não tiver essa interpretação, nenhum deles atingirá seu objetivo. Neste mesmo sistema, uma regra constitutiva define que a *Ação transfer conta como pay*. O significado de *pay* depende exclusivamente da interpretação particular de cada agente. Os agentes podem inferir que *pay* significa *dar um valor em troca de um bem*. No entanto, é arriscado depender dos agentes para tal interpretação. Por exemplo, se no lugar de *pay*, houvesse qualquer outro identificador (ex. *abc*), os agentes não conseguiriam interpretar o significado do *status* atribuído à ação *transfer*. Em outras palavras, não está explícito aos agentes que a função de *pay* significa *dar um valor em troca de um bem* e pode satisfazer os objetivos de possuir um livro e vender um livro respectivamente. A instituição, da forma que é concebida atualmente, não fornece instrumentos para que *Bob* e *Tom* interpretem as ações a partir das consequências que elas produzem no sistema e, portanto, possam concluir também que satisfazem seus objetivos.

Propostas de instituições em SMA foram analisadas, por exemplo em [Fornara and Colombetti 2009b, Brito et al. 2016a, Cardoso and Oliveira 2007, Dastani et al. 2009, Campos et al. 2009] considerando as implementações efetivadas de instituições em sistemas computacionais. Contudo, o aspecto apresentado acima — limitação no raciocínio do agente quanto à satisfação de seus objetivos sociais — permanece sem soluções. Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo para expressar o significado das *Status-Functions* que compõem as instituições artificiais presentes no SMA. Para isso, utilizamos como inspiração a teoria da *Documentality* proposta pelo filósofo Maurizio Ferraris [Condello 2018, Condello et al. 2019] que considera a existência de um documento pragmático — no caso deste trabalho um modelo ontológico — que antecede e produz o valor dos conceitos sociais presentes na

realidade institucional.

O artigo está organizado da seguinte maneira: A seção 2 apresenta breves introduções sobre teorias que explicam a realidade social. Na seção 3 é discutido sobre o atual estado da arte desta área de conhecimento. A seção 4 descreve um modelo de ontologia para definir o significado de *Status-Functions*. A seção 5 ilustra um breve exemplo da utilização de SMA ao considerar o modelo proposto. Por fim, na seção 6 são feitas as conclusões sobre a pesquisa e indicações para trabalhos futuros.

2. Teorias Filosóficas

Realidade Institucional é parte de um amplo conceito de realidade social proposto por John Searle [Searle 1995, Searle 2010]. Searle argumenta que há fatos que são explicados pela ciência básica, independente de qualquer atitude mental dos agentes (ex. a água ser composta de hidrogênio e oxigênio). No entanto, há fatos que também são objetivos mas que existem somente porque nós acreditamos em sua existência. Por exemplo, um pedaço de papel e um indivíduo não são considerados, respectivamente, *dinheiro*, e *presidente* em função apenas de suas características físicas. Mais do que isso, esses elementos precisam de *Status-Functions*, que são status que os habilitam a desempenhar funções que não podem ser explicadas por suas virtudes físicas (ex. ser um meio de troca, no caso do *dinheiro*). A origem desses status está relacionada à intencionalidade coletiva dos indivíduos em uma sociedade. Para atribuir a *Status-Function* ao elemento concreto, Searle propõe regras constitutivas com a seguinte fórmula: *X count-as Y in C* (ex. um pedaço de papel *count-as* dinheiro), onde *X* representa o elemento concreto, *Y* a *Status-Function* e *C* o contexto onde aquela atribuição é válida. Para um elemento possuir um status (e desempenhar a função correspondente) é necessário que a sociedade concorde a respeito disso, ou seja, estabeleça um acordo coletivo [Searle 1995, p. 44].

A teoria de Searle, entretanto, não detalha a origem de elementos como *Status-Functions*. Embora sugira que é consequência da intencionalidade coletiva, algumas coisas ainda permanecem sem explicação. Por exemplo, no caso do dinheiro, ao longo da história, concordou-se em dar funções a um pedaço de papel, uma concha ou um saco de sal. Contudo, *a função parece não ter gênese*. Ao refletir sobre dinheiro ou qualquer outro objeto social, dificilmente será possível determinar quando e como ele foi inventado, além da dificuldade ainda maior de explicar a natureza da intencionalidade coletiva que motiva as pessoas a agir de diferentes formas ao ter contato com o elemento concreto constituído com o status. Para resolver esses problemas, Ferraris [Condello 2018, Condello et al. 2019] propõe a observação da realidade social em um nível profundo, menos intuitivo, em que a realidade é formada por estruturas chamadas de *Documentality* — estruturas de documentos que armazenam atos de fala que não apenas descrevem ou prescrevem, mas na verdade constroem objetos sociais. Por exemplo, o dinheiro exerce suas funções nas intenções individuais apenas baseado na recordação (e consequentemente no conjunto de funções) *que os objetos sociais resgatam aos indivíduos com base na gravação*. Em outras palavras, os objetos sociais são utilizados para exteriorizar o conjunto de gravações que permitem ao indivíduo recordar as funcionalidades que o *status* (ex. dinheiro) disponibiliza ao estar atribuído em um objeto social (ex. nota de papel). Segundo Ferraris, é o próprio objeto social — através da intencionalidade individual, resgatando as recordações armazenadas em documentos que remetem as funções que ele desempenha — que determina seu valor.

A conclusão através das teorias é que deve haver um sistema adicional de elementos na construção da realidade social para que as funções, valores e status possam persistir e ter um valor reconhecível ao longo do tempo [Condello 2018]. Esta conclusão também parece trazer benefícios no cenário de SMA, em que o sistema adicional indica um caminho útil para compreender as *Status-Functions* que compõem a realidade institucional, permitindo aprimorar o raciocínio de agentes em relação a satisfação de seus objetivos e superar a dificuldade que motiva a realização deste trabalho.

3. Trabalhos relacionados

A ideia principal de usar instituições artificiais como uma contrapartida de instituições humanas em sistemas computacionais tem inspirado trabalhos em SMA. De diferentes maneiras esses trabalhos utilizam a relação *count-as*, estabelecida através das regras constitutivas propostas por Searle, como um componente a ser considerado nas especificações institucionais. A finalidade desta seção é descrever o estado da arte nesta área de conhecimento. Para tanto, a questão a ser respondida nesta pesquisa foi: De que forma as instituições artificiais possuem meios para representar os elementos abstratos que compõem a realidade institucional?

Table 1: Extração de dados dos artigos selecionados.

Papers	Critérios			
	O	F	X	Y
[Fornara 2011]	✓		Ações ou fatos institucionais	Classe <i>InstAction</i> com propriedades como: papel que é responsável pela ação, tempo para executá-la, condição para execução, etc.
[Boella and van der Torre 2004]	✓		Ações e fatos naturais (ex. cerca)	Label para rotular X
[Campos et al. 2009]		✓	Propriedades de agentes, ambiente e Instituição	Valor que representa um objetivo institucional desejável.
[Dastani et al. 2009]		✓	Ações	Condição (ações) e uma consequência normativa.
[Vázquez-Salceda et al. 2008]	✓		Ações	Classifica a ação realizada como um sub-conceito de algum elemento presente no estado constitutivo.
[Cliffe et al. 2006a]	✓		Ações ou eventos institucionais	Label para rotular X
[Aldewereld et al. 2010]	✓		Ações	Label para rotular X

Continued on next page

Table 1 – *Continued from previous page*

[Cardoso and Oliveira 2007]	✓		Troca de mensagem entre agentes (Ações)	Commitment
Papers	O	F	X	Y
[Viganò and Colombetti 2008]	✓		Ações	Função de status com informações sobre agente, ação e condição normativa.
[Grossi et al. 2006]	✓		Ações	Label para rotular X
[Muntaner and Esteva 2007]		✓	Objetivos dos agentes	Especificação Institucional
[Brito et al. 2016a]	✓		Agentes, eventos (ações) e estados	Label para rotular X

O: Classificação Ontológica

F: Classificação Funcional

X: Elementos Concretos considerados para ser o X da regra constitutiva (*x count-as y in c*)

Y: Significado de Y na regra constitutiva (*x count-as y in c*)

Todos os trabalhos analisados são inspirados na teoria do filósofo John Searle [Searle 1995, Searle 2010] e são marcados por um propósito exclusivamente normativo. Alguns trabalhos apresentam abordagens funcionais, isto é, relacionam fatos brutos a estados normativos (ex. uma determinada ação conta como uma violação de norma). Outros, exibem abordagens ontológicas, em que fatos brutos constituem conceitos abstratos que posteriormente são utilizados na especificação de normas (ex. o envio de uma mensagem conta como um lance em um leilão). Tal predisposição traz algumas consequências discutidas a seguir.

Conforme a Tabela 1, há soluções [Cliffe et al. 2006b, Fornara 2011] que permitem aos agentes conhecerem e raciocinarem sobre regras constitutivas e normativas. De fato algumas especificações institucionais propiciam que agentes interpretem regras a fim de satisfazer condições normativas. Contudo, geralmente a *Status-Function* (Y) é somente um *label* atribuído ao elemento concreto (X) e utilizado na especificação das normas regulativas. Assim, o Y não parece ter outra finalidade além de servir como base para o desenvolvimento de normas regulativas estáveis. Neste sentido, o agente é capaz de raciocinar e entender quais ações podem ser executadas no ambiente para satisfazer as especificações normativas. Entretanto, por não existir um modelo que explicita o significado dessas ações no contexto institucional, o agente pode ter dificuldades em compreender que as ações executadas também podem satisfazer seus objetivos sociais. Por exemplo, o significado *ser um meio de troca* é uma das funções relacionadas a *Status-Function comprar*. Considerando o exemplo anteriormente descrito de comercialização de livros, atualmente não há meios de Bob e Tom compreenderem que as ações executadas, se interpretadas através de suas *functions*, podem satisfazer também seus objetivos.

A limitação discutida acima parece indicar a necessidade do desenvolvimento de um modelo que explicita o significado das *Status-Functions* pertencentes a realidade in-

stitucional. Deste modo, as limitações apontadas podem ser superadas. Além disso, Aguilar et.al [Rodriguez-Aguilar et al. 2015] corroboram com tal conclusão ao afirmar que instituições ainda não consideraram como ajudar os agentes na tomada de decisões para atingir seus próprios objetivos. Instituições que dão suporte aos raciocínio dos agentes, com o propósito de atingir seus objetivos, é uma questão em aberto para futuras especificações institucionais.

4. Modelo ontológico para significar *Status-Functions* em instituições artificiais

Inspirado na teoria da *Documentality*, considera-se que o significado das *Status-Functions* é expressado através de documentos que, neste caso, são *ontologias*. Em computação, ontologias são representações formais dos conceitos e relações entre eles em um determinado domínio [Baader et al. 2003]. Ontologias contêm três componentes: *Tbox*, *Rbox* e *Abox* [Thomas 2018]. A *Tbox* introduz as classes pertencentes ao domínio da aplicação. A *Rbox* descreve propriedades entre classes (chamadas de propriedades de objeto) e propriedades entre classes e valores de dados (chamadas de propriedades de dados). Por exemplo, a primeira pode definir a relação entre a classe *dinheiro* e a classe *função*. A última, a relação entre a classe *dinheiro* e o tipo primitivo de dados *inteiro*. Por fim, *Abox* contém uma coleção de afirmações que descrevem indivíduos (instâncias de classes) utilizados para representar elementos específicos [Fornara and Colombetti 2009a]. Existem diferentes níveis de abrangência para as ontologias e elas são classificadas em função disso. Neste trabalho desenvolvemos uma ontologia de nível superior. Esta descreve conceitos mais gerais como espaço, tempo, etc. que são independentes de um problema ou domínio particular [Guarino 1998]. Ontologias de nível superior servem de base para ontologias mais específicas, dependentes do domínio da aplicação em que são utilizadas.

Assume-se, neste trabalho, que o significado das *Status-Functions* é fornecido através de um conjunto de funções (*functions*) que também são *Status-Functions*. Isto ocorre porque as *functions* também demandam uma interpretação comum, acordo coletivo, etc. que as caracterizam também como *Status-Functions*. A Figura 1 ilustra o modelo desenvolvido. Na Figura, a mesma classe *Status-Function* que representa o conceito *Status-Function* da realidade institucional, pode representar, juntamente com a relação *hasFunction*, o conjunto de funções de uma *Status-Function*. Por tratar-se de uma proposta de trabalho, estuda-se a viabilidade de considerar também funções associadas a *Status-Functions* (ou seja, seu significado) que não sejam *Status-Functions*. A formalização do significado das *Status-Functions*, inspirado em [Fornara and Colombetti 2009a], ocorre através da relação:

- Propriedade *hasFunction* : *Status-Function* \rightarrow_o *Status-Function*: Propriedade responsável por representar a relação que tem como ponto de origem a classe *Status-Function* e ponto de destino a classe *Status-Function*. Tal relação indica que uma *Status-Function* pode possuir funções associadas que, neste trabalho, também são consideradas *Status-Functions*. Portanto, trata-se de uma auto-relação, ou relação reflexiva, que indica que indivíduos de uma classe se relacionam com indivíduos da mesma classe (não consigo mesmos). As funções atribuídas ao elemento concreto assim que constituído com a *Status-Function*, permitem que o elemento realize ações que não podem ser explicadas por suas virtudes físicas.

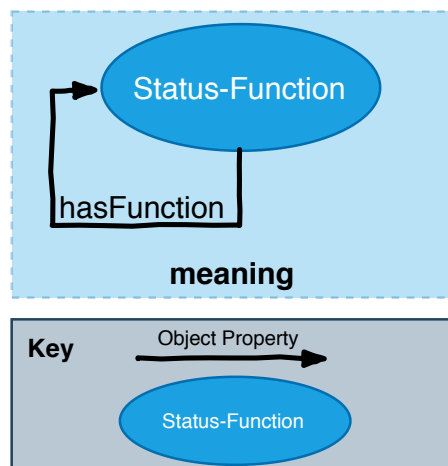


Figure 1. Representação gráfica de uma ontologia para significar *Status-Function*.

Com a definição do modelo, pode-se associar a solução proposta diretamente ao problema dos agentes não conseguirem raciocinar a respeito da satisfação de seus objetivos. Por exemplo, considere-se que a *Status-Function* *vender* tem um conjunto de funções associadas, dentre elas, a de *transferir um livro*. Considere também que o objetivo do agente *Tom* é *transferir um livro*. Para isso, *Tom* precisa executar uma ação concreta que é interpretada na instituição como *vender*. O conceito de *vender* não faz parte do mundo físico: trata-se da realização de uma ação e da interpretação comum dessa ação pelos demais indivíduos envolvidos na interação. Contudo, *Tom* interpretar que a ação realizada *conta como vender* não é suficiente para concluir que atingiu seu objetivo. Para isso, *Tom* precisa interpretar também as funções associadas, dadas pela relação *hasFunction*, ao conceito de *vender*, que no caso deste exemplo, podem ser resumidas na noção de *transferir um livro*. A partir desta interpretação, *Tom* é capaz de compreender que seu objetivo foi atingido. Cabe lembrar ainda que a mesma ação concreta com interpretação especial pela instituição pode ter diversos significados (*hasFunctions* associadas) que, também são *Status-Functions*, mas podem satisfazer distintos objetivos de um ou mais agentes. Por exemplo, a *Status-Function* *pagar* que pode ser constituída a partir da ação concreta *entregar uma nota de papel* pode significar *comprar um livro* e *vender um livro* respectivamente. Em um cenário de comércio, a mesma ação pode satisfazer o objetivos de quem está comprando, como também de quem está vendendo, desde que ela seja interpretada através de suas *functions*. A instrumentalização de *Functions* relacionadas à *Status-Functions* permite explicar o significado das *Status-Functions* no contexto das instituições artificiais e, a partir disso, auxiliar os agentes a entender quando seus objetivos são satisfeitos.

O modelo proposto é uma representação abstrata (formada apenas por conceitos e propriedades) que define o significado das *Status-Functions*. Esses conceitos e propriedades (relações) representam a *Tbox* e *Rbox* da ontologia. Para aplicar o modelo em SMA, é necessário desenvolver modelos específicos que incluam a definição de indivíduos e conceitos pertencentes a um domínio de aplicação (parte *Abox* da ontologia). Por exemplo as funções *pagar* e *vender* podem descrever as *Functions* da *Status-Functions* *dinheiro* em um contexto específico. Por depender do domínio da aplicação, o

desenvolvimento das ontologias específicas deve ser tratado pelo projetista da aplicação. Contudo, a próxima seção apresenta um exemplo de uso do modelo desenvolvido.

5. Exemplo de uso

Para exemplificar o modelo proposto, é considerado novamente o exemplo ilustrado na Seção 1. O agente *Bob* tem o objetivo de comprar um livro (*buy(book)*) vendido pelo agente *Tom*. Adicionalmente, *Tom* tem o objetivo de vender um livro (*sell(book)*). *Bob* e *Tom* atuam em um sistema que define a regra constitutiva *ação transfer count-as pay*. Essa regra é geralmente utilizada para apoiar a descrição normativa no SMA. Entretanto, conforme já discutido, seguir as normas regulativas ou entender quais ações tem um significado na instituição (sem entender também as *functions* vinculadas a essas ações) não é suficiente em alguns cenários para atingir também os objetivos dos agentes. No caso específico deste exemplo, um problema pode ser observado: os agentes não conseguem raciocinar que a ação *transfer*, que conta como *pay*, pode atingir seus objetivos.

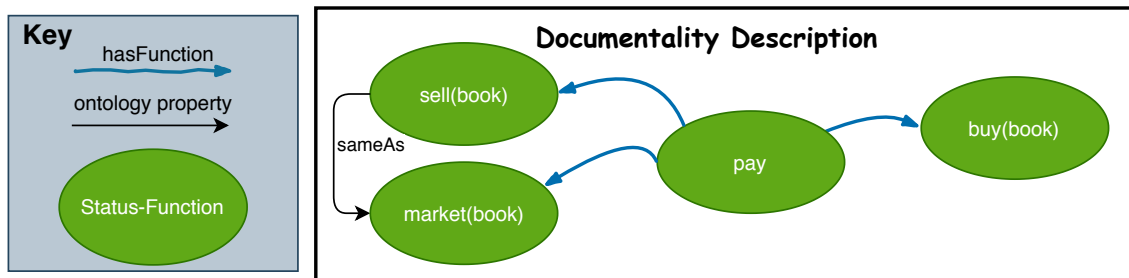


Figure 2. Modelo ontológico de *Status-Functions* no cenário de comércio de livro.

A fim de superar o problema introduzido no exemplo acima, desenvolveu-se uma ontologia específica, ilustrada na Figura 2, para o cenário de comércio de livro. Esta ontologia respeita os conceitos e relações definidas no modelo apresentado na Figura 1. Na Figura 2, a classe *pay* contém um conjunto de funções associadas (*buy(book)*, *sell(book)* e *market(book)*). Esta classe representa uma *Status-Function* e as funções vinculadas à *Status-Function pay* também são *Status-Functions*. A Figura 3 ilustra a especificação do SMA no cenário de comércio de livros. Alguns incrementos podem ser visualizados em relação ao exemplo descrito na Seção 1. A *Normative Description* foi adicionada ao exemplo original. Uma norma regulativa foi inserida com o objetivo de regular o sistema para que os agentes se comportem adequadamente. Por fim, a *Documentality Description* foi incluída, contendo uma descrição textual da representação ontológica ilustrada na Figura 2.

A Tabela 2 simula a execução deste exemplo. Não considerou-se sintaxe de qualquer modelo organizacional ou normativo em particular. O instante de tempo zero, representa o estado inicial do sistema antes de sua execução. A partir do instante de tempo um, o sistema inicia sua execução e as interações ocorrem. Com a introdução da *Documentality Description*, algumas vantagens podem ser elencadas:

- No instante $T=1$, *Bob* consegue compreender que a ação *transfer* é interpretada pela instituição como *pay*. *Bob* também consegue raciocinar a respeito das *hasFunctions* vinculadas à *Status-Function pay*. Neste caso, uma das *hasFunction*

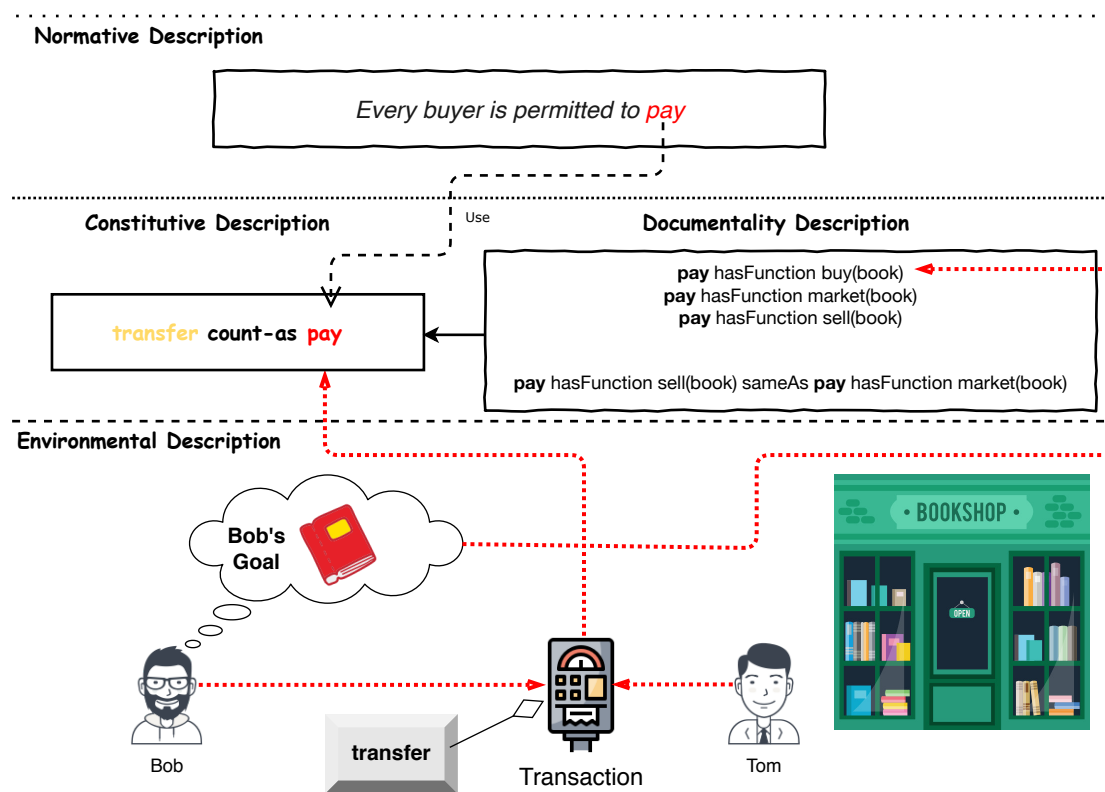


Figure 3. Especificação do SMA do cenário de comércio de livros.

vinculadas a *pay* é *buy(book)*. Portanto, *Bob* consegue compreender que, se executar a ação *transfer*, atingirá seu objetivo.

- No instante $T=2$, *Bob* executa a ação *transfer*, através do plano (*pay(book)*), que é interpretada pela instituição como *pay*. A execução do plano satisfaz a norma vigorando. Além disso, a interpretação de *pay* através de suas *hasFunctions*, permite que *Bob* compreenda que satisfaz seu objetivo, pois uma *hasFunction* de *pay* é *buy(book)*.
- No instante $T=1$, *Tom* consegue compreender que a ação *transfer* é interpretada pela instituição como *pay*.
- No instante $T=2$, *Tom* consegue compreender que a ação executada por *Bob* tem algumas funções associadas, dentre elas, a de *sell(book)*. Neste caso, *Tom* também consegue perceber que seu objetivo foi satisfeito.

A simulação de execução do exemplo acima, por intermédio da Tabela 2, permite perceber que a significação das *Status-Functions* através da definição de um conjunto de *functions* associadas possibilita que instituições artificiais não sejam utilizadas apenas para propósitos normativos. Alguns trabalhos [Cliffe et al. 2007, Vázquez-Salceda et al. 2008, Grossi et al. 2006] já apresentam definições de instituições artificiais com propósitos distintos a questões normativas. Observa-se duas vantagens ao explicitar o significado das *Status-Functions*: (i) agentes não precisam agir condicionados apenas a normas regulativas e (ii) a potencialidade do reuso. A primeira vantagem está relacionada ao aumento de capacidade do raciocínio dos agentes, que, a partir da significação, consegue entender as *functions* vinculadas a *Status-Functions* e tomar decisões baseadas nessas informações. A segunda vantagem está relacionada ao aumento da

Table 2. Simulação da execução do exemplo de comércio de livro.

Time	T = 0	T = 1	T = 2
Bob	Objetivo de: <i>buy(book)</i> ; Plano de: <i>pay(book)</i>	Bob verifica que a ação <i>transfer</i> conta como <i>pay</i> Bob conclui que <i>pay</i> <i>hasFunction buy(book)</i> e, como consequência, conclui que se executar a ação <i>transfer</i> (no tempo T = 2), ele atinge seu objetivo.	Bob executa o plano <i>pay(book)</i> e realiza a ação <i>transfer</i> ; Norm <i>every buyer is permitted to pay(book)</i> é satisfeita. Bob conclui o objetivo de <i>buy(book)</i> .
Tom	Objetivo de: <i>sell(book)</i>	Tom verifica que a ação <i>transfer</i> conta como <i>pay</i>	A partir da informação apresentada na <i>Documentality</i> , Tom verifica que a ação realizada por Bob (<i>pay</i>) tem <i>hasFunction sell(book)</i> e portanto também atinge seu objetivo.

possibilidade de reuso. Por exemplo, considere o desenvolvimento de outro SMA também relacionado a um cenário de comercialização de produtos. Os conceitos e definições dos significados de *Seller*, *Buyer*, etc. parecem ser igualmente importantes em cenários distintos. Ao passo que exista uma definição do significado das *Status-Functions*, torna-se mais fácil e prático reutilizar especificações prontas a fim de promover a interoperabilidade e a agilidade no desenvolvimento de projetos de software.

6. Considerações finais e trabalhos futuros

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo para explicitar o significado das *Status-Functions* que compõem as instituições artificiais em SMA. Este objetivo tem como finalidade superar o problema da *limitação no raciocínio do agente quanto à satisfação de seus objetivos sociais*. O problema é provocado pelo fato de as instituições não fornecerem meios para o agente entender o significado das *Status-Functions* que compõem a realidade institucional. Neste trabalho, este significado é dado por um conjunto de *functions* que são atribuídas juntamente com a *Status-Function* ao elemento concreto. Assume-se também que as *functions* relacionadas à *Status-Function* são consideradas *Status-Functions*. Essa rede de *Status-Functions* foi inspirada na teoria de Ferraris introduzida na Seção 2. O modelo proposto captura a atribuição do significado para as *Status-Functions* através da classe *Status-Function* e da relação *hasFunction* incorporadas dentro de uma ontologia descrita neste capítulo. Logo, a ontologia permite relacionar significados a *Status-Function*. Por intermédio das *functions*, os agentes são capazes de entender o significado que a *Status-Function* possui no sistema. Neste sentido, se o raciocínio dos agentes considerar a interpretação das *hasFunctions* associadas as *Status-Functions*, o problema relacionado a limitação de raciocínio dos agentes pode ser superado.

Algumas direções para trabalhos futuros podem ser sugeridas como (i) integração do modelo proposto com mecanismos já existente (JASDL [Klapiscak and Bordini 2008],

JAsA [Grandi 2011], etc), afim de disponibilizar os dados presentes na *Documentality Description*; (ii) desenvolvimento de um repositório WEB que armazene as descrições de *Status-Functions* já desenvolvidas, com a finalidade de permitir o reuso e (iii) a utilização do modelo proposto em outros cenários concretos para levantar questões não observadas pelos autores.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) pelo fomento a esta pesquisa.

References

- Aldewereld, H., Álvarez-Napagao, S., Dignum, F., and Vázquez-Salceda, J. (2010). Making norms concrete. In *Proceedings of the 9th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: volume 1-Volume 1*, pages 807–814. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
- Baader, F., Calvanese, D., McGuinness, D., Patel-Schneider, P., Nardi, D., et al. (2003). *The description logic handbook: Theory, implementation and applications*. Cambridge university press.
- Boella, G. and van der Torre, L. (2004). Regulative and constitutive norms in normative multiagent systems. *KR*, 4:255–265.
- Brito, M. d. et al. (2016a). *A model of institucional reality supporting the regulation in artificial institutions*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Brito, M. D. E., Thévin, L., Garbay, C., Boissier, O., and Hübner, J. F. (2016b). Supporting flexible regulation of crisis management by means of situated artificial institution. 17(4):309–324.
- Campos, J., Sanchez, M., Aguilar, J., and Esteva, M. (2009). Formalising Situatedness and Adaptation in. pages 126–139.
- Cardoso, H. L. and Oliveira, E. (2007). Institutional Reality and Norms: Specifying and Monitoring Agent Organizations. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 16(01):67–95.
- Cliffe, O., De Vos, M., and Padget, J. (2006a). Answer set programming for representing and reasoning about virtual institutions. In *International Workshop on Computational Logic in Multi-Agent Systems*, pages 60–79. Springer.
- Cliffe, O., De Vos, M., and Padget, J. (2006b). Specifying and reasoning about multiple institutions. In *International Workshop on Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems*, pages 67–85. Springer.
- Cliffe, O., De Vos, M., and Padget, J. (2007). Answer Set Programming for Representing and Reasoning About Virtual Institutions. pages 60–79.
- Condello, A. (2018). Two questions on the ontology of money. *Ardeth*, (03):181–191.
- Condello, A., Ferraris, M., and Searle, J. R. (2019). *Money, Social Ontology and Law*. Routledge.

- Dastani, M., Grossi, D., Meyer, J.-J. C., and Tinneimeier, N. (2009). Normative multi-agent programs and their logics. In *Knowledge Representation for Agents and Multi-Agent Systems*, pages 16–31. Springer.
- Fornara, N. (2011). Specifying and monitoring obligations in open multiagent systems using semantic web technology. In *Semantic agent systems*, pages 25–45. Springer.
- Fornara, N. and Colombetti, M. (2009a). Ontology and time evolution of obligations and prohibitions using semantic web technology. In *International Workshop on Declarative Agent Languages and Technologies*, pages 101–118. Springer.
- Fornara, N. and Colombetti, M. (2009b). Specifying and Enforcing Norms. (2204):1–17.
- Grandi, A. (2011). Jasa: Semantically aware agents to improve adaptivity and context-awareness of smart environments.
- Grossi, D., Aldewereld, H., Vázquez-Salceda, J., and Dignum, F. (2006). Ontological aspects of the implementation of norms in agent-based electronic institutions. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12(2-3 SPEC. ISS.):251–275.
- Guarino, N. (1998). *Formal ontology in information systems: Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy*, volume 46. IOS press.
- Klapiscak, T. and Bordini, R. H. (2008). Jasdl: A practical programming approach combining agent and semantic web technologies. In *International Workshop on Declarative Agent Languages and Technologies*, pages 91–110. Springer.
- Muntaner, E. and Esteva, J. L. (2007). Towards a formalisation of dynamic electronic institutions. In *International Workshop on Coordination, Organizations, Institutions, and Norms in Agent Systems*, pages 97–109. Springer.
- Rodriguez-Aguilar, J. A., Sierra, C., Arcos, J. L., Lopez-Sanchez, M., and Rodriguez, I. (2015). Towards next generation coordination infrastructures. *Knowledge Engineering Review*, 30(4):435–453.
- Searle, J. (2010). *Making the social world: The structure of human civilization*. Oxford University Press.
- Searle, J. R. (1995). *The construction of social reality*. Simon and Schuster.
- Thomas, C. (2018). *Ontology in Information Science*. BoD–Books on Demand.
- Vázquez-Salceda, J., Aldewereld, H., Grossi, D., and Dignum, F. (2008). From human regulations to regulated software agents' behavior. *Artificial Intelligence and Law*, 16(1):73–87.
- Viganò, F. and Colombetti, M. (2008). Model Checking Norms and Sanctions in Institutions. (ii):316–329.