
CONCEITOS DE CONTROLO APLICADOS AOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EMPRESARIAIS COM FOCO NAS TRANSAÇÕES DE NEGÓCIO

CONTROL CONCEPTS APPLIED TO ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS FOCUSING ON BUSINESS TRANSACTIONS

ABSTRACT This paper presents an ontological solution for the control of the run-time business transactions guided by the concepts of observation, decision and control action. Business transactions models prescribe the design freedom restrictions of the business transactions dynamics but per se do not guarantee that organizational actors perform them accordingly. Enterprise dynamic systems control guarantees that the prescriptions are followed in the operation by performing a continuously cycle of control. Control action actuates with a change in the business transaction models prescription to avoid the recurrence of unintended operations or a change in the control rules if the deviation from prescription is recognized as being innovative. The proposal is founded in business transaction concept which is rigorously defined by DEMO -theory and that has been successfully used in other academic researches and in enterprises environments.

PALAVRAS-CHAVE

Controlo empresarial, Modelo prescrito, Ontologia empresarial, Observação, Transação de negócio

KEYWORDS

Business transaction, enterprise ontology, observation, organizational control, prescribed model

SÉRGIO GUERREIRO Ph.D., Professor Auxiliar Convidado, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

As transações de negócio ocorrem em tempo de execução na operação de uma empresa. Os modelos de representação para as transações de negócio descrevem uma determinada realidade organizacional válida dentro de um determinado período de tempo e são usadas para desenhar as restrições que os atores organizacionais têm quando executam ações. Porém, o facto de existirem prescrições a serem seguidas pelos atores, não é garantia suficiente que estes as usem e as cumpram de forma correta no dia-a-dia. Este problema serve de motivação para o presente artigo e justifica-se pela: (1) relevância que o controlo das transações de negócio tem vindo a ganhar no mercado empresarial como, por exemplo, a falta de controlo em operações financeiras que são identificadas apenas após a sua execução com efeitos devastadores para o sistema económico global; (2) pela ausência de soluções concretas e estruturadas que permitam controlar em tempo de execução as transações de negócio executadas pelos atores de uma organização, considerando tanto do ponto de vista do espaço de estados, como do espaço de transição de estados; e (3) pela falta de investigação no domínio dos sistemas de informação empresariais que permita identificar, compreender e desenhar os conceitos fundamentais que garantam que uma organização execute as suas operações de acordo com prescrições pré-definidas.

Embora este artigo apresente uma solução investigada sob uma vertente sobretudo teórica, perspetiva-se que o impacto da solução no domínio empresarial seja múltiplo e com benefícios muito variados.

Identificam-se de seguida as aplicações onde a solução pode ser implementada com benefício em relação à atual situação:

- Verificação de compatibilidade dos processos de negócio em tempo de execução aplicado à auditoria em mercados financeiros;
- Verificação detalhada dos acessos que os utilizadores solicitam às diferentes aplicações distribuídas e complexas que existem numa empresa originando acessos a recursos críticos e confidenciais;
- Governação de processos de negócio em pequenas e médias empresas, o que tipicamente envolve um investimento demasiado elevado para a sua dimensão.

Em síntese, o problema endereçado por este artigo é: *como desenhar e implementar controlo para sistemas dinâmicos do tipo transações de negócio que operem num ambiente empresarial, em tempo de execução, tendo em consideração os desalinhamentos que vão ocorrendo entre as condições operacionais encontradas e as referências prescritas pelos modelos organizacionais?*

A solução é apresentada usando a teoria e metodologia Design & Engineering Methodology for Organizations (DEMO) (Dietz, 2006; Dietz, 2007). DEMO representa uma ontologia empresarial com o intuito de constituir uma base de conhecimento sólida que permita desenhar as organizações e

assim facilitar a comunicação entre os diferentes intervenientes de uma organização. A opção pela utilização do DEMO permite também discutir a solução para o controlo dinâmico da empresa de uma forma rigorosa, científica e independente da implementação. No final obtém-se um desenho ontológico que pode ser verificado e validado cientificamente por lógica modal e por aplicação a casos de estudo. O presente documento está organizado da seguinte forma. A secção 2 descreve o problema a ser endereçado. De seguida, a secção 3 define os conceitos fundamentais que são usados na solução. Os conceitos apresentados são oriundos de trabalho relacionado do domínio. A secção 4 sumariza a solução usando os conceitos previamente introduzidos. Por último, na secção 5, conclui-se o presente documento e apresenta-se a linha de investigação iniciada por este artigo, indiciando futuras iniciativas de investigação com o intuito de conhecer mais e melhor acerca da dinâmica das transações de negócio operadas por uma organização e o correspondente controlo que é requerido para garantir que funcionam de acordo com o esperado.

2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

As transações de negócio ocorrem em tempo de execução ao longo de uma rede distribuída de atores. A esta rede chamamos comumente de empresa, também denominada ao longo deste trabalho de organização.

Os modelos de representação para as transações de negócio descrevem uma determinada

realidade organizacional válida dentro de um determinado período de tempo. São usadas no contexto de uma empresa para desenhar as suas transações de negócio e têm uma importância chave pois prescrevem as restrições relativamente aos graus de liberdade que os atores podem ter quando atuam. Contudo, o facto de existirem prescrições a serem seguidas pelos atores, não é garantia suficiente que estes as usem e as cumpram de forma correta durante as suas atuações. Os atores organizacionais têm um papel ativo e autónomo na execução das transações de negócio e são simultaneamente os elementos essenciais para descrever e garantir a implementação do controlo do sistema dinâmico da organização. De forma individual ou coletiva, os atores observam a realidade à sua volta e produzem, de forma autónoma, atuações de controlo que mudam a organização. Por exemplo, mesmo existindo uma recomendação da empresa para obter sempre um registo escrito quando são feitos contactos com os seus clientes, nada limita a capacidade de um ator contactar diretamente um cliente, por telefone, sem deixar qualquer rastro da comunicação efetuada aos restantes atores da organização. O mesmo exemplo se pode aplicar a execuções de transações de negócio de compra e venda de produtos, em mercados financeiros, que fiquem desconhecidos para os restantes atores. Neste segundo exemplo, com potencial para impacto nefasto à organização e à sua envolvente.

Uma organização é um sistema dinâmico de grande dimensão, complexo e não linear. A descrição dinâmica de uma organização inclui tanto

a descrição dinâmica das transações de negócio, bem como a definição sistémica da dinâmica da sua estrutura. Isto significa que para lidarmos corretamente com a perspetiva sistémica da organização são requeridas áreas científicas que ofereçam teorias e metodologias para compreender, desenhar e implementar a organização e os seus respetivos sistemas de controlo.

Como exemplos de aplicações empresariais onde este problema se verifica, referem-se: a verificação de compatibilidade dos processos de negócio em tempo de execução aplicado à auditoria em mercados financeiros, a verificação detalhada dos acessos que os utilizadores solicitam às diferentes aplicações distribuídas e complexas que existem numa empresa originando acessos a recursos críticos e confidenciais e a governança de processos de negócio em pequenas e médias empresas, o que tipicamente envolve um investimento demasiado elevado para a sua dimensão.

Tendo em vista este desafio, identificam-se duas principais áreas científicas que contribuem para o estabelecimento da solução proposta neste artigo. Em primeiro lugar, os conceitos base oferecidos pelas teorias de controlo clássico de sistemas dinâmicos (Dynamic Systems Control - DSC) usadas de forma extensa por áreas da Engenharia com sucesso ao longo das últimas décadas como, por exemplo, Engenharia Eletrotécnica e de Sistemas Robóticos ou Engenharia Mecânica. Em específico na área de controlo de sistemas dinâmicos identificam-se três principais abordagens científicas: Analítica; Cibernética; e Caixa fechada.

Analítica, os sistemas de controlo analíticos são representados por formalizações matemática tanto para a modelação do modelo do processo a controlar bem como para o modelo do controlador. Nesta família de teorias é necessário modelar completamente o processo antes de desenhar o controlador (Brockett, 1993) (Recht and D'Andrea, 2004). Cibernética, terminologia usada na década de 70, para designar os controladores automáticos que são desenhados de forma independente da implementação em computadores. Contudo, a sua execução depende completamente dos computadores. São identificadas três diferentes classes de controladores cibernéticos: (i) retirados da teoria de controlo clássico de sistemas (Franklin *et al.*, 2009) (Ogata, 2009) (Ribeiro, 2002); (ii) sistemas inteligentes (Uraikul *et al.*, 2007); e (iii) baseados em agentes (Castro & Oliveira, 2011). Caixa fechada (*black-box* na literatura anglo-saxónica), sistemas de controlo que consideram mecanismos de integração entre pessoas e máquinas, tendo em vista a otimização da performance da organização. São identificadas três diferentes classes de controladores organizacionais: (i) Gestão do conhecimento (Magalhães, 2005) (Matos, 2006); (ii) Homeostática (Jaeger & Baliga, 1985); e (iii) orientado a dados (Force, 2001).

Em segundo lugar consideram-se os conceitos emergentes da área de Engenharia da Organização (Enterprise Engineering – EE) (Albani *et al.*, 2010) que introduzem capacidades para lidarem de forma rigorosa com os aspetos dinâmicos das transações de negócio, usando modelos ontológicos. Demonstra-se neste artigo

que a integração entre os conceitos de DSC e de EE permitem a compreensão, o desenho e suportam a Engenharia requerida para a implementação do controlo de sistemas dinâmicos empresariais. A teoria e metodologia DEMO localizam-se no núcleo fundamental de EE e é usada de forma extensiva neste artigo para solucionar o problema enunciado.

Para focalizar a investigação em problemas de menor dimensão e assim ser possível aplicar um método científico, procedeu-se ao isolamento das partes do controlo que são requeridas num ambiente empresarial suportado pelas partes que são identificadas na área de DSC:

Problema 1. Observação: Quais são os princípios que devem ser implementados nas transações de negócio para conferirem a capacidade de observação em tempo de execução?

Problema 2. Decisão: Como integrar os conceitos das regras de negócio com as transações de negócio observadas, de forma a decidir qual a ação de controlo a tomar de seguida?

Problema 3. Controlabilidade: Quais são os princípios que devem ser implementados nas transações de negócio de forma a permitir a tomada de ações de controlo em tempo de execução?

3. CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA CONTROLAR O SISTEMA DE INFORMAÇÃO EMPRESARIAL

Esta secção define os conceitos teóricos que são usados na solução ontológica para contro-

lar o sistema dinâmico empresarial (secção 4 deste documento). Os conceitos apresentados são sustentados por referências bibliográficas nos domínios científicos de EE e de DSC.

Conceito 1. Os atores – humanos ou máquinas, são parte de uma organização, estão organizados em rede e onde a visão individual e coletiva da organização pode coexistir (Zacarias *et al.*, 2010). Algumas partes da organização são operadas automaticamente por sistemas de *software* e outras partes são operadas de forma manual por humanos. Segue-se a definição apresentada por Robert Winter (Winter, 2010):

“um ator deve ser entendido como um sistema sociotécnico”.

Considera-se que um ator executa diferentes atividades ao longo do tempo e que é autónomo a decidir o que deve ser feito de seguida.

Conceito 2. Modelo de transação de negócio – genericamente tem a função de restringir a liberdade existente nas atividades de desenho das transações de negócio de uma determinada organização (Hoogervorst & Dietz, 2008). Um modelo permite: (1) partilhar um entendimento comum acerca de uma dada realidade entre os diferentes intervenientes de uma organização (Land *et al.*, 2009), por exemplo, modelo de transação de negócio referente à encomenda de produtos; e (2) guiar a implementação dos sistema de informação empresariais recorrendo, por exemplo, à execução de processos de desenvolvimento de *software* clássicos, ágeis ou orientados por modelos.

Conceito 3. Instância de transação de negócio – os modelos de transação de negócio são requeridos para que exista um entendimento comum entre os intervenientes, mas, contudo, não são suficientes para suportarem a operação dos atores. Na prática, os atores não seguem obrigatoriamente a definição do(s) modelo(s) de transação de negócio previamente estipulado(s). Os atores são autônomos no momento da decisão sobre quais os passos a serem executados, sendo capazes de encontrar forma interpretativas de operar os sistemas de informação (Chen *et al.*, 2009). Os sistemas de informação instanciam os modelos de transação de negócio permitindo que os atores executem as suas atividades. Múltiplas instâncias de um modelo são executadas de forma concomitante. Cada instância envolve um ou mais atores da organização. Este conceito é semelhante ao usado nas linguagens de programação orientadas a objetos, por exemplo, JAVA ou C++. A instanciação de uma classe é um ato de alocação de memória independente, onde os dados da instância podem ser armazenados. Nenhum objeto é igual a outro em termos de identidade, mas todos eles são criados de acordo com um modelo de classe que tem de ser previamente especificado.

Conceito 4. Padrão de transação de negócio – é um modelo de representação de uma dada realidade organizacional e que é válido num período de tempo específico. Tal como proposto pela área de Ontologia Empresarial (Dietz, 2006; Dietz, 2007), uma transação de negócio envolve: (i) a de-

finição de papéis dos atores a fim de especificar quem é responsável por cada parte da transação, quem a inicia e quem a executa; (ii) a definição de espaço de transição; (iii) a definição de espaço de estado; e (iv) que tem como objetivo atingir um determinado resultado. Assim, os agentes estão posicionados no núcleo fundamental desta solução. Os atores, que podem ser máquinas ou pessoas, são autônomos e agem de acordo com seus desejos e interpretações da realidade envolvente (Chen *et al.*, 2009). Alterações à envolvente da organização ocorrem ao longo do tempo. Alguns exemplos clássicos são alterações a requisitos, alterações induzidas pelo mercado concorrencial ou imposições legais. Contudo, para além destas alterações, os atores enquanto realizam as suas atividades, alteram dinamicamente a realidade operacional da organização. Por esta razão, a empresa é considerada como um sistema dinâmico. Quando uma transação de negócios é instanciada, num instante no tempo bem determinado, denomina-se tempo de execução. Quando os modelos estão a ser desenhados denomina-se tempo de desenho.

Atualmente, vários trabalhos científicos, na área de EE, são suportados por este conceito de transação de negócio proposto pelo DEMO.

Philip Huysmans (Huysmans, 2011) investiga a aplicação dos Sistemas Normalizados (SN) (Herwig & Verelst, 2009) ao nível organizacional. Os SN são suportados pela teoria da evolução das estruturas modulares ao nível do *software*. O autor usa o padrão de transação de negócio do DEMO e identifica que, pelo menos, o cumpri-

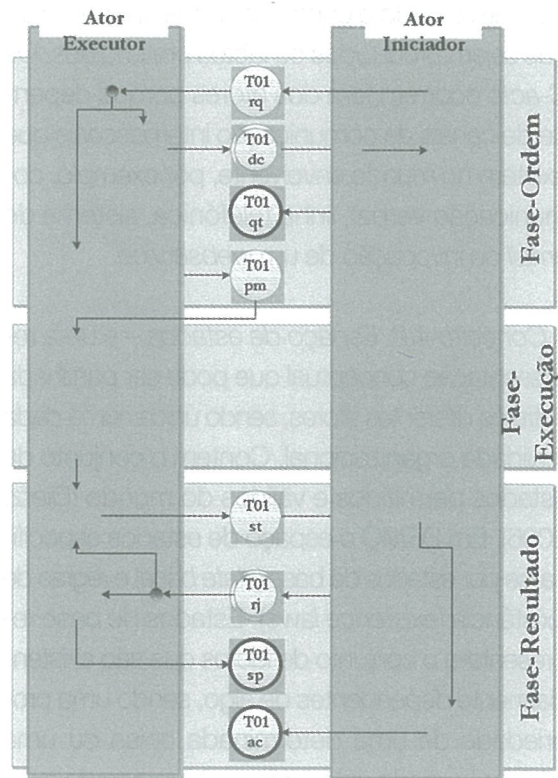
mento parcial com os princípios da separação de interesses e de separação de estado existe entre os SN e o padrão de transação de negócio proposto pelo DEMO.

Marien Krouwel e Martin Op't Land (Krouwel & Land, 2011) apresentam uma proposta para combinar DEMO com SN e concluem que em geral a teoria \square (PSI) do DEMO e os princípios elementos dos SN são compatíveis. No entanto, referem que seja necessária mais pesquisa para integrar todos os conceitos primitivos entre as duas propostas. Linda Terlouw (Terlouw, 2011) revela um aspeto importante relacionada com a definição de serviço que também está fortemente suportada no padrão de transação de negócio do DEMO. A autora define um serviço como uma parte de uma transação de negócio, composto por atos de coordenação e de produção, em oposição à definição integral de uma transação de negócio. O ator executor de uma transação satisfaz a necessidade de um ator iniciador. Um ator pode ser humano ou um sistema de tecnologias de informação (TI).

Conceito 4.1. Espaço de transições de estados – A Figura 1 apresenta o espaço de transições do padrão básico de uma transação DEMO que está contido na denominada *teoria* \square (Dietz, 2006). Existem dois atores distintos: o cliente (ou ator iniciador) e o produtor (ou ator executante). O objetivo é executar o padrão transacional para obter um novo facto. A sequência de estados apresentada engloba três fases distintas: ordem, execução e resultado. Em primei-

ro lugar, quando o cliente deseja um novo facto inicia com um pedido (*request*). De seguida, o produtor faz uma promessa (*promise*) que o facto será entregue ao cliente. Depois da produção do facto (*execute*), o produtor informa (*state*) que o facto está terminado. É nesse momento, responsabilidade do cliente aceitá-lo (*accept*).

Figura 1. O padrão básico de uma transação DEMO entre dois atores com separação dos atos de comunicação e de produção (Adaptado de (Dietz, 2006)).



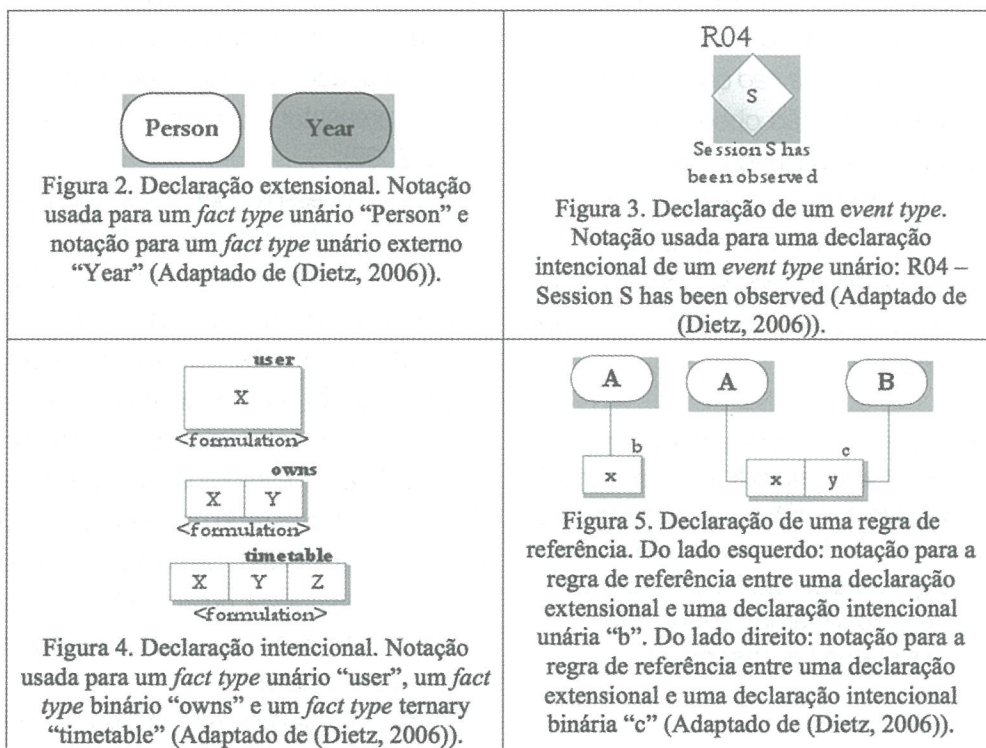
Cada transição de estado é dependente não só do estado anterior, mas também da decisão que o ator assuma instantaneamente. Para além da sequência: *request*, *promise*, *execute*, *state* e *accept*, os atores podem também assumir transições de declinação (*decline*), terminar (*quit*), rejeição (*reject*) e paragem (*stop*). Um ato de produção (*P-act*) (representado na Figura 1 por cinzento escuro) permite que os bens ou serviços (materiais ou imateriais) sejam entregues no ambiente da organização. Um ato de comunicação (*C-act*) (representado na Figura 1 pelos círculos cinzento claro) permite que os atores entrem em acordo e compatibilidade entre si, para que sejam produzidos os factos pretendidos. Os *C-acts* ocorrem fora dos atores porque depende de canais de comunicação interpessoais que existem no mundo envolvente, por exemplo, comunicação verbal, linha telefónica, sistema de *email* ou invocação de um *webservice*.

Conceito 4.2. Espaço de estados – é uma representação conceptual que pode ser partilhada entre os diferentes atores, sendo única numa dada realidade organizacional. Contem o conjunto de estados permitidos e válidos do mundo (Dietz, 2006). Em DEMO o espaço de estados especifica-se por estados de base (*state base*) e regras de existência (*existence laws*). Estados de base representam o conjunto de factos que são existencialmente dependentes de algo, sendo uma propriedade de uma determinada coisa ou uma relação herdada entre coisas. As regras de existência não são associadas ao tempo, mas sim a

factos que existem de forma independente no mundo. O espaço de estados em DEMO representa-se pelos diagramas objeto facto (OFD - Object Fact Diagram), que têm origem no trabalho de doutoramento de Halpin Terry (Halpin, 1989) e nas contribuições mais recentes de ORM (Halpin, 1998) e WOSL (Dietz, 2005). De forma resumida apresenta-se a notação usada para as primitivas do espaço de estados de um diagrama WOSL. Um conceito fundamental é um *type*, que representa um conceito genérico que pode ser instanciado. Tal como definido no conceito 3 cada instância é conforme com o *type*. Um *fact type* representa um estado de negócio elementar existente no mundo. Todos os conceitos existentes num modelo de estados são *fact type*, dividindo-se em dois tipos: os intencionais (*intensional*) e os extensionais (*extensional*). O termo intencional é usado quando nos referimos a um *fact type* que requer especialização. O termo extensional é usado quando nos referimos a um *fact type* que requer generalização. A Figura 2 exemplifica uma declaração extensional de um *fact type*. O *fact type* unário *Person* é também denominado de categoria. Um *fact type* externo significa que está fora do espaço de estados da ontologia modelada. A Figura 4 apresenta uma declaração intencional de um *fact type* unário, binário e ternário. A notação do *fact type* unário é equivalente à notação apresentada na Figura 5. X, Y e Z são denominadas *roles*. Uma declaração intencional pode também ser um *event type* unário tal como desenhado no espaço de transição de um modelo. A Figura 3 exemplifica esta possibilidade. Por último a Figura

5, representa a notação de uma regra de referência para um *fact type* unário “b” e para um *fact*

type binário “c”. O objetivo deste conceito é relacionar as declarações extensionais e intencionais.



Para além da notação gráfica, a linguagem WOSL permite também que um espaço de estados seja representado em lógica modal (Epstein, 1990). Os seguintes operadores lógicos são recomendados: negação (\sim) também representado por (\neg), a implicação (\supset) também representado por (\Rightarrow), e ($\dot{\cup}$), ou ($\dot{\cup}$), necessidade (δ), possibilidade (δ), equivalência ($\hat{=}$), quantificador universal (\square) e quantificador existencial (\square).

Conceito 5. Observação – numa organização há variáveis do espaço de estados que são ob-

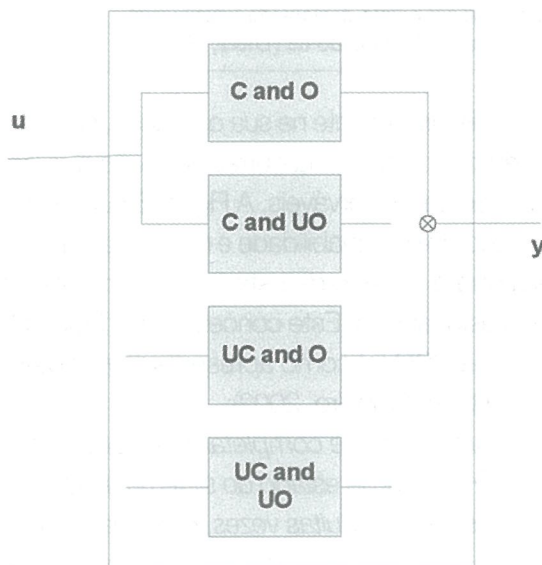
serváveis diretamente na sua operação, ao longo de tempo, contudo há outras variáveis que podem não ser observáveis. A Figura 6 sumariza o conceito de observabilidade e não observabilidade a que o espaço de estados de um sistema pode estar sujeito. Este conceito é fundado pela teoria de DSC tal como apresentado por Maria Isabel Ribeiro (Ribeiro, 2002):

“... um sistema é completamente observável se cada variável de estado do sistema afeta algumas das saídas. Muitas vezes, é desejável obter informações sobre as variáveis de estado das

medições das saídas e das entradas. Se qualquer um dos estados não pode ser observado a partir das medições das saídas, o estado é dito não observável e o sistema não é completamente observável ou simplesmente não observável...

A consequência da não observação para o controlo, é que uma organização mesmo que tenha especificado modelos de transações de negócio consensuais entre todos os intervenientes, a evolução das instâncias do seu espaço de estados, ao longo do tempo, poderá não ser totalmente observável.

Figura 6. As quatro possíveis combinações de um sistema: Controlável (C), Não controlável (UC), Observável (O) e não observável (UO). O ambiente externo controla o sistema usando $u(t)$ se o sistema for controlável, e observa o sistema usando $y(t)$ se o sistema for observável.



Conceito 6. Controlabilidade – a Figura 6 apresenta dois tipos distintos de sistemas: os que são controláveis e aqueles que não o são. De forma semelhante ao conceito da observação, a controlabilidade é fundado pela teoria de DSC tal como apresentado por Maria Isabel Ribeiro (Ribeiro, 2002):

“... Um processo denomina-se totalmente controlável se cada variável de estado do processo for controlada para atingir um certo objetivo em tempo finito por um controlo $u(t)$ sem restrições. Se qualquer uma das variáveis de estado for independente do controlo $u(t)$ isto significa que não há nenhuma maneira de atuar, em tempo finito, essa variável de estado para o estado desejado. Portanto, esse estado em particular é denominado de incontrolável. Se houver pelo menos um estado incontrolável, então o sistema é denominado não totalmente controlável ou simplesmente incontrolável”.

Na perspetiva de uma instância de uma transação de negócio, o seu espaço de transição de estados e o seu espaço de estados só evoluem de acordo com o definido pelo ambiente externo se cada variável puder ser controlada para atingir um determinado objetivo, em tempo finito, por intermédio de uma atuação de controlo sem qualquer tipo de constrangimentos. Um exemplo de atuação de controlo numa organização é a qualificação dos atores quando estes pretendem aceder a determinados recursos.

Conceito 7. Ciclo de controlo – o objetivo do controlo é permitir que a operação da(s) instân-

cia(s) de transações de negócio sejam conduzidas, usando um esforço limitado, para um estado estável previamente definido pela organização, sendo capaz de reagir às alterações e perturbações exógenas e endógenas que vão ocorrendo. A estabilidade de um sistema é definida por Benjamin Kuo (Kuo, 1995) como:

“...considerando a resposta de um sistema a entradas ou perturbações: um sistema que permaneça em estado constante, exceto quando é afetado por uma ação externa, mas que seja capaz de voltar ao estado constante inicial logo após essa ação externa ser removida então pode ser considerado estável...”

No contexto dinâmico em que uma organização se insere, e tal como será detalhado na seção 4 deste documento, a estabilidade organizacional apenas pode ser considerada em intervalos de tempo muito reduzidos, no limite em instantes de tempo.

Numa organização, um ciclo de controlo está continuamente em execução e consiste em: (i) observação das instâncias de transações de negócio que estão a ser operadas pelos atores; (ii) decisão sobre qual a ação de controlo a executar baseada no erro existente entre a observação e os modelos de transação de negócio que foram prescritos; e, finalmente, (iii) execução de uma atuação de controlo.

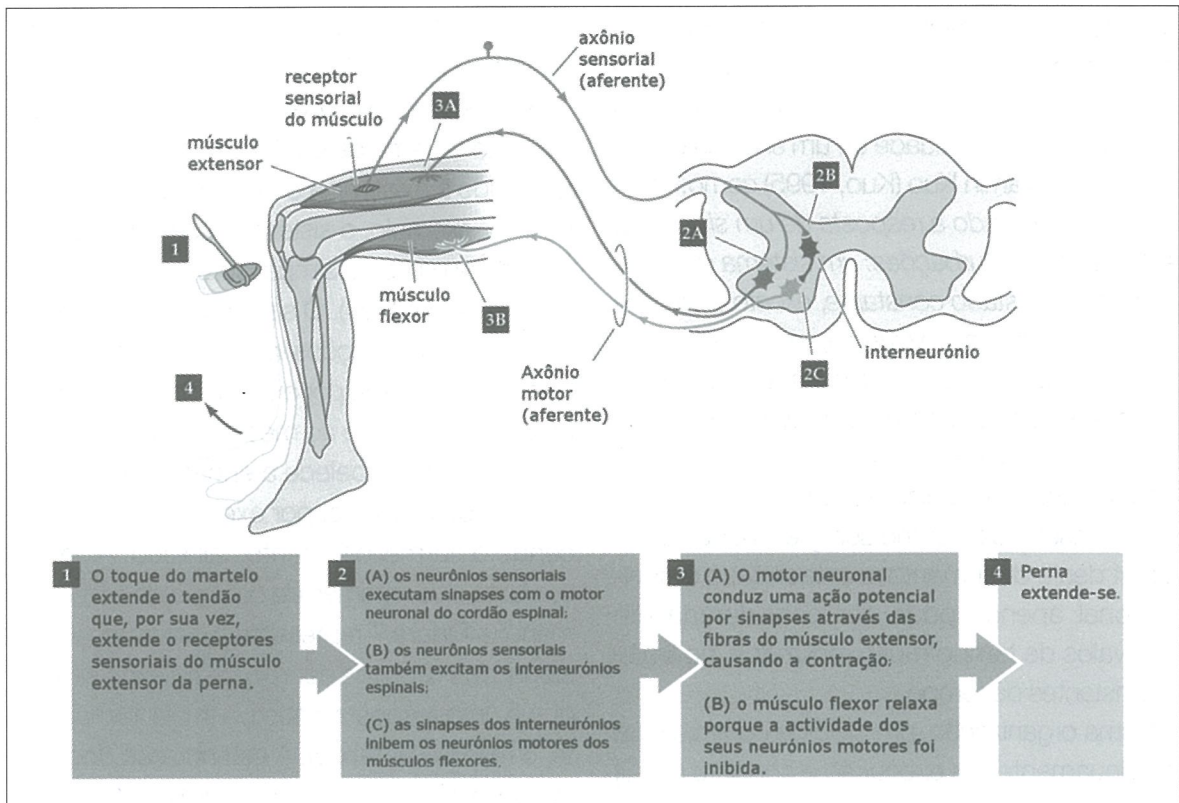
A decisão da atuação de controlo define-se no contexto da Governação Empresarial (EG - Enterprise Governance), por Hoogervorst (Hoogervorst, 2009) como:

“...é a competência organizacional que continuamente exerce a autoridade de orientar a es-

tratégia empresarial para o desenvolvimento da arquitetura dos sistemas de informação e para o subsequente desenho, implementação e operação da empresa...”

Este fenómeno de decisão é também encontrado no sistema de controlo Humano que corresponde à existência de múltiplos controladores. Por exemplo, o sistema visceral motor está dividido no sistema simpático e parassimpático (Purves *et al.*, 2004). O sistema simpático é responsável pelas reações imediatas às alterações externas e internas, por exemplo, aceleração cardíaca numa reação ao medo. O sistema parassimpático reestabelece a energia despendida pelo corpo Humano, por exemplo, reestabelecendo o normal batimento cardíaco. Ainda no contexto dos sistemas de controlo do corpo Humano, a **Figura 7** representa a organização funcional dos circuitos neurais de reflexos simples que é uma resposta instintiva (mais formalmente, o reflexo miotático). A estimulação dos sensores periféricos (neste caso, um recetor de estiramento muscular) inicia potenciais recetores que desencadeiam ações que viajam centralmente ao longo dos neurónios sensoriais. Esta informação estimula os neurónios motores da coluna vertebral por meio de contatos sinápticos. As ações desencadeadas pela sináptica em neurónios motores viajam periféricamente, dando origem à contração muscular e uma resposta comportamental. Um objetivo do sistema de controlo de reflexos simples é ajudar a manter uma postura vertical face a alterações inesperadas.

Figura 7. Funcionamento do circuito de reflexos simples (Adaptado de (Purves *et al.*, 2004)).



4. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta neste artigo consiste em implementar controlo nas transações de negócio DEMO, em tempo de execução, usando uma abordagem integrada da base para o topo e do topo para base. O controlo organizacional é uma orquestração contínua de ações de controlo executadas a alto e baixo nível da estrutura da orga-

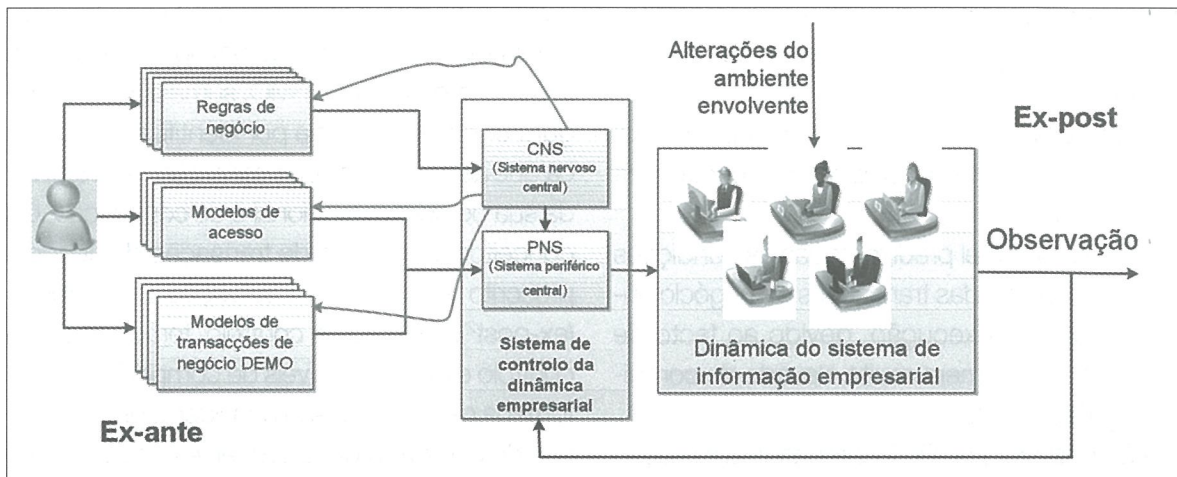
nização pelos seus diversos atores. Tipicamente, os atores operacionais são os que geram e tomam ações de controlo de baixo nível e os atores com funções estratégicas dentro da organização geram e tomam ações de controlo de alto nível.

Ao nível operacional, verificam-se os desalinhamentos entre as prescrições das transações de negócio e as operações que são observadas enquanto os atores executam as suas atividades. As observações feitas no instante de tempo atual e nos instantes de tempo decorridos são usadas

pelo controlo organizacional para despoletar ações. Uma ação de controlo pode resultar numa nova prescrição para a organização. Por exemplo, quando se identifica que os objetivos financeiros da organização não estão a ser cumpridos então auditam-se os resultados atingidos no sentido de identificar as suas causas. A auditoria é cumprida por um conjunto de novas transações de negócio que são prescritas para serem executadas por alguns atores da organização. O objetivo final é evitar a recorrência do fenómeno identificado e prescrever alterações aos modelos

iniciais. Por outro lado, quando se identifica um desalinhamento entre as prescrições e as operações das transações de negócio pode levar a que seja considerada inovação, algo que é positivo, e que deve ser incorporado numa nova prescrição de negócio. Um exemplo de uma situação de inovação é quando um ator identifica uma forma mais simples ou mais rápida de executar as suas atividades. Desta forma, permite-se que, de facto, a organização obtenha aprendizagem através das atividades executadas pelos atores envolvidos nas transações de negócio.

Figura 8. Funcionamento do controlo de transações de negócio



O controlo na organização surge sob diferentes formas, a diferentes níveis e de uma forma distribuída, por exemplo, a qualificação de atores para acederem determinado recurso ou implementação de regras de negócio. Suportado pelas referências clássicas na área de DSC (Kuo, 1995) (Franklin *et al.*, 2009) (Ribeiro, 2002), o con-

trolo tem o objetivo de permitir que a operação da(s) instância(s) de transações de negócio sejam conduzidas, usando um esforço limitado, para um estado estável previamente definido pela organização. Contudo, na realidade, as pressões endógenas e exógenas que são impostas a uma organização requerem que esta seja rápida a

adaptar-se para que consiga sobreviver no seu meio envolvente. Assim, a estabilidade organizacional apenas pode ser considerada em intervalos de tempo muito reduzidos. O objetivo enunciado pelo controlo clássico é válido mas tem que ser considerado que a estabilidade é um processo contínuo de procura pelos atores da organização. Para além disso, o controlo organizacional é executado de forma implícita pelos seus atores sem que exista uma identificação clara sobre quais as partes da organização que são controladas e quais as que são controladoras.

A proposta introduzida por este artigo defende que os princípios para a implementação do controlo organizacional têm de atender aos seguintes aspetos:

- Não é sempre explícito nem analítico, tal como existe nas abordagens de controlo cibernético;
- Não é possível prever todas as condições de operação das transações de negócio antes da sua execução, devido ao facto de existir um número muito elevado de combinações válidas;
- Os desvios que são identificados em relação ao estado estável são por vezes considerados como positivos e incorporados nos modelos das transações de negócio como inovação.

No controlo organizacional, tal como nos DSC, existe um padrão de repetição do tipo: observa-

ção, decisão e atuação de controlo. A decisão da atuação de controlo define-se no contexto da Governação Empresarial (EG - Enterprise Governance), por Hoogervorst (Hoogervorst, 2009) como algo que é baseado em referências e que subseqüentemente atua no desenho, implementação e na operação da organização:

“...é a competência organizacional que continuamente exerce a autoridade de orientar a estratégia empresarial para o desenvolvimento da arquitetura dos sistemas de informação e para o subseqüente desenho, implementação e operação da empresa...”

Este é o ponto de partida para a especificação detalhada de uma solução ontológica usando a teoria e metodologia DEMO, resumida pela Figura 8. A solução inicia por identificar a dinâmica que as transações de negócio têm em termos da sua perspetiva funcional e de construção. Os conceitos de modelo de transação de negócio prescrito (ex-ante¹), a observação da operação (ex-post²), atuação de controlo, tempo, ciclo de controlo e diferentes níveis de competência para tomada de decisões são considerados no desenho do controlo organizacional. A perspetiva funcional compreende o comportamento de uma determinada função de um determinado sistema. A perspetiva de construção compreende os detalhes que estão incluídos num sistema e que, no final, permitem demonstrar o seu comportamento. Usando a perspetiva funcional e de cons-

¹ *Ex-ante* é um termo usado para expressar “antes do acontecimento”

² *Ex-post* é um termo usado para expressar “depois do acontecimento”

trução em complemento, é possível obter a identificação do comportamento desejado para o controlo e, por outro lado, ter os detalhes necessários que o permitem implementar.

A observação e o controlo da atividade dos atores no contexto das transações de negócio são implementados usando conceitos de controlo de acessos integrados com os conceitos herdados a partir do padrão básico de uma transação DEMO entre dois atores. O espaço de transição de estados e o espaço de estados é descrito pela ontologia DEMO, obtendo assim uma implementação que é independente da sua definição, representação e significado dos conceitos mandatários para controlar a operação das transações de negócio numa organização.

Este artigo define a fronteira das transações de negócio DEMO para implementar controlo na organização. A investigação relativa ao controlo na dinâmica dos sistemas empresariais tem agora que ser continuada para outras dimensões da organização.

5. CONCLUSÕES

O presente artigo apresenta uma abordagem de solução ontológica para controlar as transações de negócio que ocorrem em tempo de execução na operação de uma empresa. Os modelos de representação para as transações de negócio descrevem uma determinada realidade organizacional válida dentro de um determinado período de tempo e são usadas para desenhar as restri-

ções que os atores organizacionais têm quando executam ações. Porém, o facto de existirem prescrições a serem seguidas pelos atores, não é garantia suficiente que estes as usem e as cumpram de forma correta no dia a dia.

Tendo em vista este desafio, identificam-se duas principais áreas científicas que contribuem para o estabelecimento da solução proposta neste artigo: *Enterprise Engineering e Dynamic Systems Control*. Define-se a fronteira das transações de negócio DEMO para implementar o controlo na organização. A teoria e metodologia proposta pelo DEMO representam uma ontologia empresarial com o intuito de constituir uma base de conhecimento sólida que permita desenhar as organizações e assim facilitar a comunicação entre os diferentes intervenientes de uma organização. A opção pela utilização do DEMO permite também discutir a solução para o controlo dinâmico da empresa de uma forma rigorosa, científica e independente da implementação.

Assumindo que a essência dos conceitos relativos ao controlo das transações de negócio na dinâmica dos sistemas empresariais estão identificados e sistematizados por este artigo, é agora imperioso avançar para a investigação e desenvolvimento (I&D) de teorias formais sólidas que permitam modelar, implementar, controlar e supervisionar outras dimensões da organização. Esta I&D terá ocorrer em colaboração estreita com a área de EE. Neste sentido, as teorias de sistemas complexos que sejam suportadas por uma perspetiva holística, e que incluam na sua solução tanto os agentes automáticos como hu-

manos, revelam-se neste momento como promissoras para a I&D aplicado às organizações. Por outro lado, as soluções a investigar terão de ser aplicadas a domínios de negócio concretos e bem definidos, com características do tipo: processo de negócio de longa duração em ambientes empresariais de larga escala, por exemplo, seguros, energia ou banca.

Para além disso os seguintes aspetos específicos estão identificados para desenvolvimento de trabalho futuro:

- Facilitar a definição e a gestão das regras de negócio;
- Desenvolver a interação que ocorre em ce-

nários de definição de regras de negócio concorrentes;

- Representar visualmente a operação das transações de negócio para melhorar a perceção sobre o que está a acontecer em tempo de execução na perspetiva dos diferentes intervenientes;
- Desenvolvimento de um ambiente de controlo integrado com a modelação de transações de negócio que possa ser usado de forma simples, e automatizado, por pequenas e médias empresas.

REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

Albani, A., Dietz, J., Hoogervorst, J., and Mulder, H., 2010. In Enterprise Engineering: the concise manifesto. In CIAO Network Meeting Minutes, version 7, available at: <http://www.ciaonetwork.org/publications/EEManifesto.pdf> (accessed 31 October 2011).

Brockett, R., 1993. Hybrid models for motion control systems, in: Trentelman, H. L., and Willems, J. C. (eds) Essays in Control, Birkhauser, Boston, pp. 29–53.

Castro, A. J. M. and Oliveira, E., 2011. A new concept for disruption management in airline operations control. In proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, vol. 225 (3), pp. 269–290.

Chen, W., Zhang, C., Zheng, Y., and Cui, L., 2009. The interpretive flexibility of an e-government project: From an actor-network theory perspective. In HICSS '09: Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society, pp. 1–10.

Dietz, J., 2005. A world ontology specification language. In Meersman, R., Tari, Z., and Herrero, P., editors, On the Move

to Meaningful Internet Systems 2005: OTM 2005 Workshops, volume 3762 of Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg. 10.1007/1157586388, pp. 688–699.

Dietz, J.L.G., 2006. Enterprise Ontology – Theory and Methodology. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag.

Dietz, J.L.G., 2007. Architecture: Building Strategy into Design. The Hague, Academic Service, ISBN: 978-90-12-58086-1.

Dietz, J. L. G., 2009. DEMO meta-model specification. Unpublished technical report. Enterprise Engineering Institute.

Epstein, R. L., 1990. The Semantic Foundations of Logic. Volume 1: Propositional Logics. Kluwer Academic Publishers.

Force, Air Force U.S.A., 2001. Command and control. Technical report, AIR FORCE DOCTRINE DOCUMENT, reference 2-8, public available at: <http://www.fas.org/man/doc/101/usaf/docs/afdd/afdd2-8.pdf> (accessed 31 January 2013).

Franklin, F., Powell, D., and Emami-Naeini, A., 2009. Feedback control of dynamic systems, 6th ed. Addison-Wesley Publishing Company.

Halpin, T., 1989. A logical analysis of information systems: static aspects of the data-oriented perspective. PhD thesis,

Department of Computer Science, University of Queensland.

Halpin, T., 1998. Handbook on Architectures of Information Systems, chapter ch. 4 ORM/NIAM ObjectRole Modeling. Springer-Verlag, Berlin.

Herwig, M. and Verelst, J., 2009. Normalized Systems: Recreating Information Technology based on Laws for Software Evolvability. Koppa, Belgium.

Hoogervorst, J., Dietz, J., 2008. Enterprise architecture in enterprise engineering. Enterprise Modelling and Information Systems Architecture, vol. 3 (1), pp. 3-11.

Hoogervorst, J., 2009. Enterprise governance and enterprise engineering. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Huysmans, P., 2011. On the Feasibility of Normalized Enterprises: Applying Normalized Systems Theory to the High-Level Design of Enterprises. PhD thesis, University of Antwerp.

Jaeger, A. and Baliga, B., 1985. Control systems and strategic adaptation: Lessons from the Japanese experience. McGill University, Montreal, Canada Faculty of Management and Texas Tech. University, Lubbock, Texas, U.S.A. College of Business Administration. Strategic Management Journal, vol. 6, pp. 115–134.

Krouwel, M. R. and Land, M. O., 2011. Combining demo and normalized systems for developing agile enterprise information systems. In proceedings of Enterprise Engineering Workshop Conference 2011, DOI: 10.1007/978-3-642-21058-7_3, pp. 31–45.

Kuo, B., 1995. Automatic control systems, 7th edition, Prentice Hall International Editions.

Land, M., Proper, E., Waage, M., Cloo, J., and Steghuis, C., 2009. Enterprise architecture: Creating value by informed governance. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Magalhães, R., 2005. Fundamentos da Gestão do Conhecimento Organizacional. Edições Sílabo, Lda, 1st edition.

Mannaert, H., Verelst, J., and Ven, K., 2008. Exploring the concept of systems theoretic stability as a starting point for

a unified theory on software engineering. International Conference on Software Engineering Advances, pp. 360–366.

Matos, M., 2006. Organizational engineering, an overview of current perspectives. Master thesis, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.

Ogata, K., 2009. Modern control engineering, 5th edition, Prentice-Hall, Inc.

Purves, D., Augustine, G., Patrick, D., Hall, W., LaMantia, A. and McNamara, J., 2004. Neuroscience. Sinauer Associates, Inc.

Recht, B. and D'Andrea, R., 2004. Distributed control of systems over discrete groups. Automatic Control, IEEE Transactions, vol. 49 (9): pp. 1446 – 1452.

Ribeiro, M., 2002. Análise de sistemas lineares, Vol. 1 and 2. IST Press.

Uraikul, V., Chan, C., and Tontiwachwuthikul, P., 2007. Artificial intelligence for monitoring and supervisory control of process systems. Engineering Applications of Artificial Intelligence. Special Issue on Applications of Artificial Intelligence in Process Systems Engineering, vol. 20 (2), pp. 115–131.

Sun, M. I., 2012. Interceptors requirements JSR 318 enterprise JavaBeans tm. available at: <http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr318/index.html>, v3.1 Proposed Final Draft, (accessed in September 2011).

Terlouw, L., 2011. Modularization and Specification of Service-Oriented Systems. PhD thesis, Technische Universiteit Delft.

Winter, R., 2010. Organisational design and engineering: proposal of a conceptual framework and comparison of business engineering with other approaches, Int. Journal of Organisational Design and Engineering, vol. 1 (1/2), pp. 126-147.

Zacarias, M., Pinto, H., Magalhães, R., and Tribolet, J., 2010. A context-aware and agent-centric perspective for the alignment between individuals and organizations. Information Systems, vol. 35 (4), DOI=10.1016/j.is.2009.03.014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2009.03.014>, pp. 441-466.