

ANÁLISE COMPARATIVA DE NOTAÇÕES PARA MODELAGEM DE PROCESSOS COLABORATIVOS A PARTIR DE OPERAÇÕES DE DESASTRES

Tharcisio Cotta Fontainha
Guilherme de Arruda Falcão Ferreira
Adriana Leiras

Lab HANDs - Humanitarian Assistance and Needs for Disasters
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia Industrial

RESUMO

Desastres são eventos que demandam cooperação entre *stakeholders* e cuja representação em modelos de processos pode auxiliar no alcance de melhores resultados de resposta a desastres, sendo um exemplo típico de cenário onde ocorrem processos colaborativos. Como a gestão e modelagem de processos colaborativos compreendem um paradigma da gestão de processos de negócios, torna-se relevante verificar como os desafios trazidos por esse paradigma encontram-se tratados pela literatura de desastres que desenvolvem modelos de processos. Nessa análise, é observado que os desafios associados a características técnicas da notação utilizada na modelagem de processos colaborativos, como o treinamento, participação e compreensão dos executores das atividades e ainda a representação dos *stakeholders* no fluxo de processos, não são completamente tratados pela literatura de desastres. Além disso, observa-se que a notação EPC possui maior capacidade de representação das diversas combinações de stakeholders nos modelos de processos colaborativos frente às notações BPMN e UML.

ABSTRACT

Disasters are events that require cooperation between stakeholders and whose representation in process models can assist in achieving better disaster response results, being a typical scenario example where there are collaborative processes. As management and modeling business processes comprise a paradigm of business process management, it is relevant to verify how the challenges posed by this paradigm are treated by the disaster literature that develops process models. In this analysis is observed that the challenges associated with technical characteristics of the notation used in modeling the business process, such as training, participation and understanding of the executors of activities and also the representation of stakeholders in the process flow are not fully addressed by the disaster literature. Also, it is observed that the EPC notation has greater ability to representation of various combinations of stakeholders in the collaborative processes models across BPMN and UML notations.

1. INTRODUÇÃO

Desastres, emergências e crises são eventos que demandam tomada de decisões rápidas, em situações de estresse, com recursos humanos e materiais escassos, com informações de confiabilidade incerta (mesmo quando disponíveis), que implicam em elevado nível de incerteza na resolução de problemas não-rotineiros envolvendo conhecimentos interdisciplinares (Çelik *et al.*, 2012; Johnston *et al.*, 2001) e, conseqüentemente, elevada interação entre *stakeholders* do setor público, setor privado e da sociedade (Akhtar *et al.*, 2012; Balcik *et al.*, 2010; Inauen *et al.*, 2010; Kapucu, 2006). Apesar de a coordenação destes *stakeholders* de diferentes perfis, culturas e interesses ser apontada como fator crítico para o sucesso das operações humanitárias na resposta a desastres (Leiras *et al.*, 2014), observa-se que geralmente os *stakeholders* compreendem bem apenas as suas próprias operações, mas desconhecem o papel dos demais (Nirupama e Etkin, 2012). Neste contexto, um modelo dos processos realizados pelos *stakeholders* em operações de resposta a desastres é reconhecido como importante ferramenta na construção de uma visão compartilhada por todos envolvidos e na obtenção de respostas mais eficazes e eficientes (Tomasini e Van Wassenhove, 2009).

Um modelo de processos consiste na representação visual simplificada da realidade que visa auxiliar a tomada de decisão (Becker *et al.*, 2000). O seu desenvolvimento se inicia com a adoção de uma notação - que representa um conjunto de objetos que se relacionam uns com

os outros conforme um conjunto de regras. Nesse caso, os *softwares* de modelagem de processos são os meios pelos quais os objetos e as regras são representadas e a linguagem é o processo de interpretação da notação. Como a cada diferença em um conjunto de objetos ou regras tem-se automaticamente uma nova linguagem, geralmente os termos “notação” e “linguagem” são utilizados como sinônimos e até mesmo referidas como técnicas de modelagem pela literatura do assunto. Exemplos das notações mais conhecidas para essa finalidade são: Flowcharting, Integrated Definition Languages (IDL), Petri Nets, OMEGA, Process Chain Modelling, Event-driven Process Chains (EPC), Unified Modelling Language (UML) e Business Process Model and Notation (BPMN). Da mesma forma, diversos são os *softwares* que utilizam estas notações, tais como ARIS (Software AG), IBM, Oracle Business Process Management Suite, e DST Systems. Neste cenário de diversas notações ou linguagens e *softwares*, a decisão pela adoção de uma ou outra notação e um ou outro *software*, torna-se fundamental.

No caso dos *softwares*, há uma consultoria que realiza desde 1997 uma avaliação comparativa dos diversos produtos disponíveis, indicando de forma geral que cada *software* atende a diferentes necessidades organizacionais, sendo necessário avaliações específicas do contexto de cada empresa para a sua escolha (Gartner Group, 2014). Já no caso das notações ou linguagens, há na literatura um pequeno número de trabalhos efetuando comparações estruturadas. Enquanto tais iniciativas se concentram apenas em cenários de ambiente comercial e a partir de uma organização focal, não há até o momento estudos estruturados comparando as notações ou mesmo os *softwares* no que tange a uma perspectiva colaborativa entre diversos *stakeholders* de forma multiorganizacional, tal como no caso das operações realizadas no ciclo de vida de um desastre. De forma a preencher essa lacuna, o presente artigo busca a comparação das notações quanto a representação da colaboração entre diversos *stakeholders*, e para isso toma-se as publicações que visam a representação em processos das operações realizadas no ciclo de vida de um desastre como referência para análise da representação colaborativa multiorganizacional.

De forma a atingir esses objetivos, após essa seção de introdução são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na revisão da literatura sobre trabalhos envolvendo a modelagem de processos em desastres e ainda do método para comparação das três principais notações a partir do exemplo de modelos de operações de desastres. A terceira seção trata do delineamento das características principais e dos desafios da modelagem de processos colaborativos. A quarta seção discute os trabalhos que desenvolvem modelos de processos de operações de desastres a partir dos desafios apresentados na seção anterior. De forma a aprofundar a discussão entre os desafios da modelagem de processos colaborativos e dos trabalhos que efetuam alguma modelagem de processos de operações de desastres, a quinta seção apresenta as três principais notações observadas na literatura seguidas por uma comparação entre elas conforme a característica de representação da colaboração de *stakeholders*. Por fim, o artigo é encerrado com conclusões e considerações finais.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Devido aos objetivos traçados para o presente trabalho torna-se necessário a realização de uma revisão da literatura para a identificação de trabalhos que efetivamente realizam uma modelagem de processos através de alguma notação ou linguagem estruturada de operações de desastres. Esta revisão é conduzida em periódicos cujos artigos são revisados por pares e indexados nas bases Emerald, ISI Web of Knowledge e Science Direct devido a sua

relevância acadêmica e acessibilidade. Além disso, nesta seção é também apresentado o método de comparação das notações de modelagem de processos.

A revisão da literatura necessária à condução da presente pesquisa visa a identificação de trabalhos que utilizam algum modelo de processos no contexto de desastres. Para isso, a busca nas bases de periódicos é realizada a partir da combinação de dois grupos de palavras: no primeiro grupo encontram-se as palavras que determinam o contexto, sendo elas “desastre”, “emergência”, “crise”, “ajuda” e “humanitária”; e no segundo grupo, as palavras associadas a modelagem de processos ou utilização das principais notações, *softwares*, sendo elas “BPMN”, “UML”, “modelagem de processos” e “ARIS” (o nome do *software* é utilizado por ser mais conhecido e utilizado do que o nome da própria notação, e por ser o principal *software* que operacionaliza a notação EPC). A quantidade de artigos retornados pela busca combinada de qualquer palavra (OR) do primeiro grupo e (AND) qualquer palavra (OR) do segundo grupo, em inglês, é apresentada na Tabela 1. A partir da análise do resumo dos 69 artigos retornados, são identificados apenas 11 trabalhos relatam o desenvolvimento de alguma modelagem de processos estruturada, ou seja, que definem parâmetros e analisam/apresentam resultados a partir de modelos de processos, ao passo que os 58 tratam de assuntos específicos de farmacologia e especialidades médicas retornadas em virtude do uso de palavras chaves no grupo 1 que também se relacionam com assuntos da área de saúde.

Tabela 1: Resultado quantitativo de artigos que possuem modelagem de processos aplicados ao contexto de desastres analisados e selecionados para discussão do presente trabalho

	Emerald (resumo)	ISI (tópico)	Science Direct (título, resumo e palavras chave)	Total
Resultado da busca	0	48	21	69
Selecionados	0	11	0	11

A partir da identificação dos desafios da modelagem de processos colaborativos e do delineamento da característica principal desse assunto - a representação dos *stakeholders* pelas notações –, é efetuada uma avaliação comparativa das três principais notações ou linguagens específicas de modelagem de processos, a saber: BPMN, EPC e UML. Para isso, são apresentadas as características principais de cada notação, junto a exemplos de modelos observados na literatura de operações de desastres modelados com as três notações, de forma a permitir uma melhor comparação dos resultados.

3. MODELAGEM E GESTÃO DE PROCESSOS COLABORATIVOS

A Gestão de Processos de Negócios (Business Process Management ou BPM no inglês) busca a compreensão das operações de uma cadeia de produção a partir da representação lógica do sistema nos modelos de processos (Paim *et al.*, 2009). Embora as organizações tenham aprimorado seu desempenho a partir dessa metodologia, focando em processos estruturados e altamente repetitivos em uma perspectiva *top-down* dos modeladores dos processos para os executores, um novo paradigma na gestão de processos se instaura nos tempos atuais a partir do aumento do uso de redes sociais e o seu impacto direto na realização das atividades organizacionais (Rangiha e Karakostas, 2014), o que também já é reconhecido pelas soluções de *softwares* para modelagem de processos, conforme indicado pelo Gartner Group (2012) e por Araujo e Magdaleno (2015).

O cerne desse paradigma, porém, vai além do papel das redes sociais na realização dos processos em si e aponta para a colaboração de diferentes *stakeholders* ao desenvolver as suas atividades, sejam eles internos ou externos a uma organização, tais como, funcionários, fornecedores e consumidores (Araujo e Magdaleno, 2015; Bögel *et al.*, 2014). Como consequência dessa colaboração entre agentes internos e externos, cujos papéis variam entre aqueles que possuem apenas uma visão parcial do processo completo e aqueles que possuem uma visão completa (Osuszek e Stanek, 2015), Rangihia e Karakostas (2014) sinalizam a importância da atribuição dos responsáveis pela execução dos processos conforme a experiência, expertise, interesse e motivações sociais dos *stakeholders*.

Esta participação dos usuários na modelagem dos processos colaborativos visa a minimização do sentimento de uma elevada diferença entre modelo e realidade, além da perda de inovações dos usuários (Bögel *et al.*, 2014; Pflanzl e Vossen, 2014). Pflanzl e Vossen (2014) definem ainda quatro princípios a serem observados/buscados na modelagem de processos colaborativos a fim de auxiliar a eliminação de tais problemas, a saber: auto organização e regulação em uma perspectiva *bottom-up*, igualdade na relevância atribuída a todos os *stakeholders*, manutenção da inteligência coletiva através de estabelecimento de laços entre os *stakeholders*, e por fim, a produção social através do desenvolvimento de conteúdo coletivo como, por exemplo, textos, anotações, avaliações de reputação ou diagramas. Por fim, os principais desafios desse novo paradigma, também definidos por Pflanzl e Vossen (2014) a partir de uma extensa revisão da literatura sobre o tema, são apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Desafios da gestão de processos de negócios sociais (Pflanzl e Vossen, 2014)

Elementos	Desafios
Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir participação • Educar e treinar participantes
Tecnologia de informação	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar semântica garantindo compreensão da notação • Planejar o uso de <i>softwares</i> sociais • Fornecer <i>software</i> para novos usuários
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar o ciclo de vida dos modelos de processos • Tornar o ciclo de vida dos modelos de processos mais ágil • Fornecer linguagens para modelagem de processos colaborativos
Governança	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar as relações de colaboração <i>bottom-up</i> no contexto de governança
Cultura	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar valores organizacionais necessários para manutenção das colaborações
Alinhamento estratégico	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar o alinhamento entre as estratégias organizacionais com os aspectos colaborativos dos processos individualmente • Selecionar os <i>stakeholders</i>

Observa-se que esses desafios envolvem soluções de gestão e soluções técnicas de infraestrutura e de notação para modelagem dos processos. No que tange as características técnicas das notações, há um impacto direto do desafio de fornecimento de linguagem para modelagem de processos colaborativos de “Métodos” em todos os desafios de “Pessoas”, os quais são associados diretamente pelo desafio de seleção dos *stakeholders* do “Alinhamento

estratégico”. Considerando que a principal característica do paradigma atual está na representação dos processos colaborativos de forma indissociável das pessoas que os executam (Araujo e Magdaleno, 2015), torna-se relevante verificar como uma área que demanda processos colaborativos, como a gestão de operações de desastres, vem tratando desses três grupos de desafios associados à notação.

4. COMPARAÇÃO DE NOTAÇÕES E MODELAGEM DE PROCESSOS DE OPERAÇÕES DE DESASTRES

A gestão de processos é uma atividade que adquire cada vez mais relevância conforme aumenta-se a competitividade entre as organizações, exigindo, assim, melhor eficiência na utilização dos recursos de cada empresa. (Araujo e Magdaleno, 2015). De forma a atender esse mercado, diversas soluções de notações ou linguagens e *softwares* para modelagem de processos encontram-se disponíveis. Conseqüentemente, é reportada uma complexidade na escolha daquela que melhor se adequa a determinado objetivo e contexto de aplicação e, por isso, é possível identificar artigos acadêmicos (Tsironis *et al.*, 2009; Rad *et al.*, 2009; Ko *et al.*, 2009) e relatórios de consultorias dedicados à definição de critérios (Gartner Group, 2014) e a efetiva comparação das notações em contexto comercial e a partir de uma organização focal.

Há, todavia, trabalhos que efetuam comparação de notações a partir da modelagem de operações de desastres, como por exemplo Zalewski *et al.* (2008) realizando uma crítica ao BPMN e UML a fim de justificar sua escolha pela notação EPC, Wang *et al.* (2009) comparando a notação EPC e uma notação específica do *software* de simulação ARENA, e por fim, o trabalho de Blecken (2009) em que são apresentadas as notações de Flowcharting, IDL, Petri Nets, OMEGA, Process Chain Modelling, EPC, UML e BPMN sem efetivamente apresentar uma comparação direta entre elas para justificar a sua escolha pela notação BPMN.

Além destas comparações, observa-se que os trabalhos que efetuam alguma modelagem de processos de operações de desastres divergem na indicação de uma notação adequada conforme suas características principais. Tem-se os trabalhos de Hernantes *et al.* (2013) e Magariño e Gutiérrez (2013) utilizando notações específicas de modelagem de sistemas dinâmicos e notação do tipo *open-source*, respectivamente; Rousseaux e Lhoste (2008) utilizando Flowcharting; Antunes *et al.* (2013), Blecken (2009; 2010), Eklund *et al.* (2009), Lima *et al.* (2015), Linna *et al.* (2009) utilizando o BPMN; Fontainha *et al.* (2015), Wang *et al.* (2009), Zalewski *et al.* (2008) utilizando o EPC; e Dumez *et al.* (2008) utilizando o UML.

Em alguns destes trabalhos são identificadas lacunas nas notações para a modelagem de processos de operações de desastres e apresentadas as respectivas sugestões de novos elementos para aprimorar a representação. Essas sugestões variam entre a representação da flexibilidade, conexões difusas, colaboração, contexto (Antunes *et al.*, 2013), representação de processos sobrepostos, representação de sincronismo e assincronismo no fluxo de informações (Eklund *et al.*, 2009), representação da duração das atividades e problemas de integração dos modelos com ferramentas de simulação (Linna *et al.*, 2009) indicados para a notação BPMN; representação de fluxos em que processos podem seguir caminhos diferentes conforme decisões para representação de *loops* para a notação UML (Dumez *et al.*, 2008) e; indicação da necessidade de representação da duração das atividades (Wang *et al.*, 2009) na notação EPC.

Todas essas lacunas e sugestão de novos elementos apontam para uma direção desfavorável em relação aos desafios associados ao grupo “Pessoas” apresentados na Tabela 2. Isso porque, a modelagem de processos colaborativos reconhece que apenas um pequeno número de elementos acaba sendo utilizado e com isso consegue-se facilitar a compreensão dos modelos por todos os *stakeholders*, os quais não possuem conhecimento especializado em modelagem de processos (Bögel *et al.*, 2014). Essa divergência pode ser explicada pela tendência dos estudos que comparam as notações na modelagem de processos das operações de desastres seguirem os passos dos estudos que comparam as notações no cenário empresarial que lidam com processos altamente repetitivos (Rangiha e Karakostas, 2014), e com isso acabam não se atentando à principal característica dos processos colaborativos que é a representação da colaboração dos *stakeholders* – a qual é amplamente reconhecida pela comunidade prática, conforme relatado por Hernantes *et al.* (2013) sobre a realização de três *workshops* específicos no assunto para profissionais que atuam em operações de desastres.

Além dessas questões relacionadas às notações, Rousseaux e Lhoste (2008) indicam alguns desafios gerais a serem observados na modelagem de processos de operações de desastres: consideração da dimensão espaço-tempo, gestão da incerteza das informações, e ainda a compreensão das intenções dos *stakeholders* a fim de antecipar e solucionar problemas de ambiguidades entre os diferentes objetivos. Zalewski *et al.* (2008) indicam também que a modelagem de processos a partir de documentos textuais é uma atividade complexa, já que as diversas informações sobre recursos humanos, materiais, sequência de processos, informações e produtos acabam estando dissolvidas em todo o texto, o que gera algumas dificuldades, a saber: atividades sem a alocação de um responsável pela execução, atividades com recursos não/mal definidos, recursos indicados sem associação a outros de mesma natureza, além de ambiguidade, conflito e sobrecarga de carga de trabalho entre os *stakeholders*.

5. COMPARAÇÃO DAS NOTAÇÕES BPMN, EPC E UML PARA MODELAGEM DE PROCESSOS COLABORATIVOS

A fim de aprofundar a compreensão das diferenças entre as notações no que se refere a modelagem de processos colaborativos, nesta seção são apresentadas as características gerais das notações BPMN, EPC e UML e ainda exemplos de modelos de processos de desastres a partir da utilização de cada uma delas. Por fim, apresenta-se uma breve comparação das notações em relação à representação dos processos e dos responsáveis pela sua execução, visto que essa característica é indicada como sendo o cerne da representação de processos colaborativos por Araujo e Magdaleno (2015), considerando, inclusive, as lacunas apontadas em cada uma das notações na seção anterior.

5.1. BPMN

BPMN é uma notação gráfica composta por um conjunto de quatro categorias de elementos básicos utilizados na representação dos processos de negócios, a saber: Objetos de fluxo; Objetos de conexão; *Swimlanes*; e Artefatos (OMG, 2011). No que tange a modelagem de processos colaborativos, o destaque se encontra nas *swimlanes*, pois estas agrupam os demais elementos conforme o responsável pela execução, seja ele um sistema, pessoa, grupo ou organização (OMG, 2011). Um exemplo de representação de modelagem de processos de operações de desastres encontra-se apresentado na Figura 1. Além desse diagrama de fluxo de processos, a versão BPMN 2.0 também possui diagramas de classes, os quais visam a representação de relações entre objetos de mesma natureza, como a associação de pessoas em um organograma (OMG, 2011).

5.2. EPC

EPC é uma linguagem gráfica desenvolvida para descrever processos de negócios, sendo o núcleo da linguagem de modelagem do *software* ARIS. Seus principais objetos são: processos, eventos, operadores lógicos de decisão, *stakeholders* e sistemas (Software AG, 2014). Contudo, há ainda a possibilidade de utilização de outros objetos representando documentos, objetivos, dados, indicadores de desempenho, conhecimento, materiais, riscos, controles e soluções (Software AG, 2014), todos eles conectados no diagrama e-EPC. Um exemplo de modelo de processos de operações de desastres modelado com a notação EPC é apresentado na Figura 2, estando os *stakeholders* representados pelos objetos em formato oval conectados aos processos. Além desse diagrama e-EPC apresentado, a notação EPC permite a representação da associação de objetos de mesma natureza em diagramas de árvore, como, por exemplo, um organograma (Software AG, 2014).

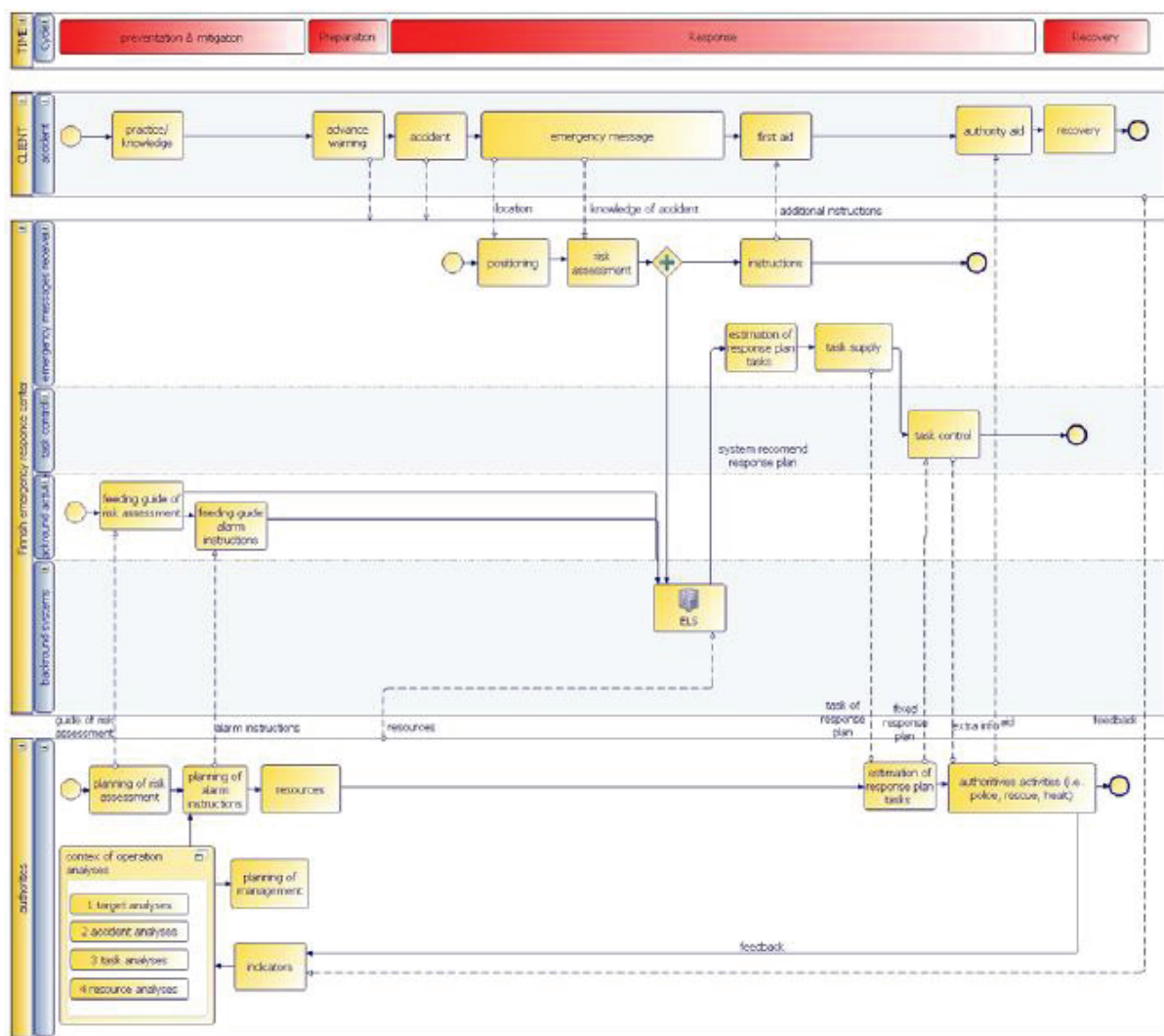


Figura 1: Exemplo de modelagem de processos de operações de desastre utilizando a notação BPMN (Linna *et al.*, 2009)

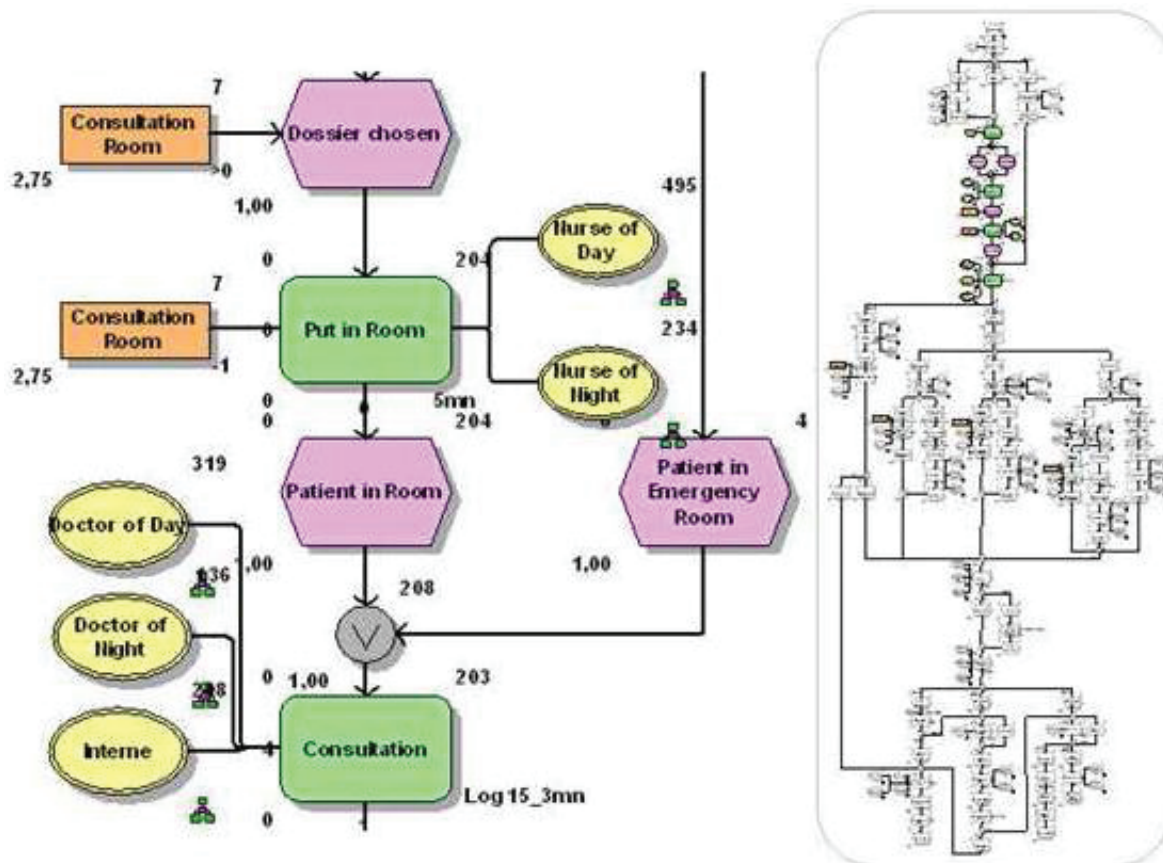


Figura 2: Exemplo de modelo de processos de um setor de emergência médica utilizando a notação EPC (Wang *et al.*, 2009)

5.3. UML

Segundo Velicanu e Botha (2011), a notação UML pode ser definida como uma linguagem visual utilizada para especificação, construção e documentação de artefatos de um sistema, principalmente utilizada no desenvolvimento de *softwares*. Trata-se de uma notação que, assim como a notação BPMN, é gerenciada pelo Object Management Group (OMG) e conta com um conjunto de treze diferentes tipos de diagramas que podem ser usados para modelar diferentes perspectivas do sistema, os quais são divididos em três categorias: estrutural, comportamental e de interação (Velicanu e Botha, 2011). Um exemplo de modelo de processos de operações de desastres modelado com a notação UML é apresentado nos diagramas da Figura 3, onde o diagrama superior é do tipo estrutural e o inferior do tipo comportamental, ambos exibindo a necessidade de informações de parâmetros para cada dado, o que é típico de notações orientadas para desenvolvimento de *softwares*.

Como a representação da associação dos *stakeholders* e os processos se dá nos diagramas de interação, o qual não é apresentado no único trabalho de operações de desastres que utiliza a notação UML, torna-se necessário verificar o formato dessa estrutura no manual da notação. Segundo a descrição, por exemplo, do diagrama Caso de Uso, do tipo integração, é possível verificar que cada *stakeholders* ou grupo de *stakeholders* é tomado como referência para associação de todos os processos realizados por cada um destes *stakeholders* ou grupo de *stakeholders*, o que o torna semelhante às *swimlanes* da notação BPMN (OMG, 2015).

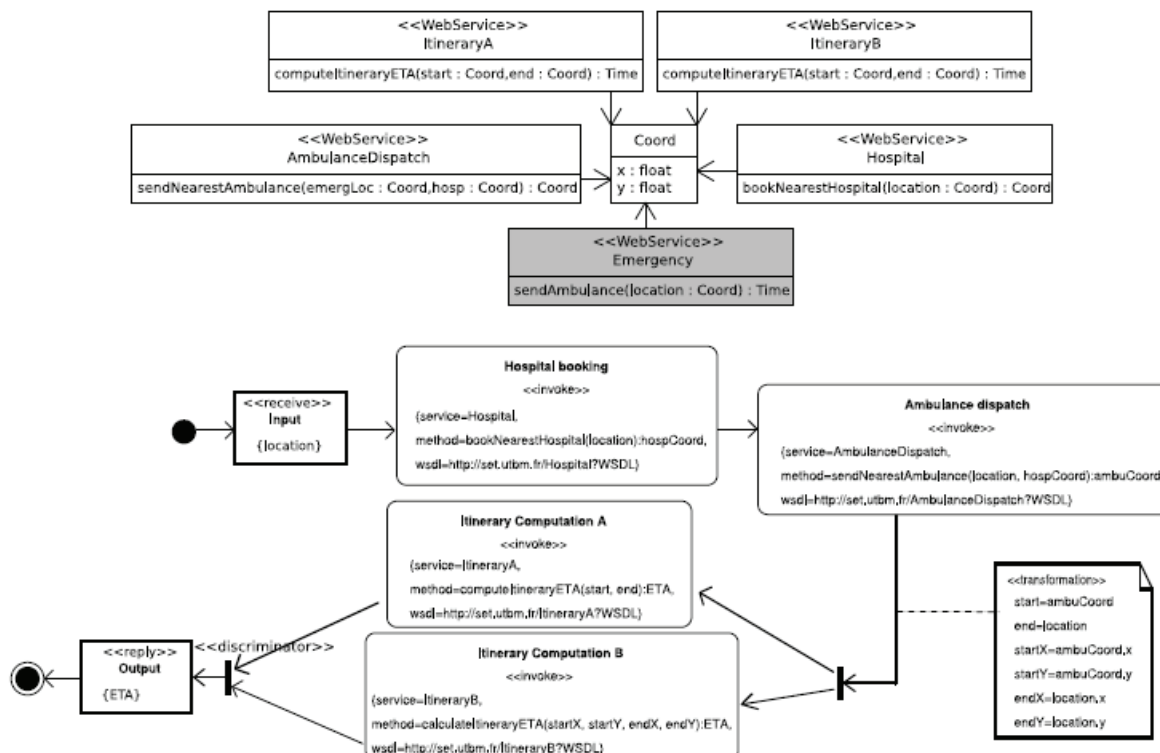


Figura 3: Exemplo de modelo de processos de acionamento de ambulâncias utilizando a notação UML (Dumez *et al.*, 2008)

5.4. Comparação das notações

A modelagem de processos colaborativos utilizando a notação BPMN em operações de desastres se torna um desafio para compreensão dos executores dos processos a partir do momento em que uma grande quantidade de *swimlanes* se torna necessária para representar o grande número grupos de *stakeholders* diferentes que podem se forma para realização de cada processo. Isso porque a composição dos *stakeholders* que atuam de forma colaborativa na execução de cada processo varia conforme os objetivos e experiência de cada um em relação as operações de desastres. Esse problema pode ser observado na Figura 1 no que diz respeito ao tamanho do modelo com a utilização de apenas 6 *swimlanes*, mas que pode ser ainda maior se considerada a quantidade de combinações possíveis entre os 10 *stakeholders* definidos por Fontainha *et al.* (2014), a saber: Rede de ajuda local, Doador, Rede de ajuda internacional, Militar, Governo, Agência reguladora, Setor privado, Operador logístico, Mídia e Beneficiário.

A modelagem de processos colaborativos através da notação EPC, por outro lado, se beneficia da representação dos *stakeholders* responsáveis pela execução como objetos dentro do modelo. Dessa forma, comparando-se com o BPMN, não há prejuízos em relação ao espaço gráfico necessário para apresentar os modelos.

A notação UML possui características semelhantes à notação BPMN, uma vez que ambas são orientadas para o desenvolvimento de *softwares* e gerenciadas pela OMG. Nesse sentido, a representação da associação dos *stakeholders* aos processos possui os mesmos problemas indicados na análise da notação BPMN em relação à representação de processos colaborativos.

Ressalta-se ainda que os diagramas de classes das notações BPMN e UML possuem uma pequena desvantagem em relação à facilidade de compreensão dos modelos em relação à notação EPC em função da necessidade da indicação de parâmetros para cada objeto durante a modelagem desses diagramas nas notações BPMN e UML – característica específica derivada da utilização dessas duas notações para o desenvolvimento de *softwares*.

Por fim, é necessário verificar a comparação das notações a partir das lacunas apontadas em cada uma das notações conforme os trabalhos que desenvolvem uma modelagem de operações de desastres da seção anterior. Nesse sentido, observa-se que os problemas de representação da duração das atividades são apontados nas notações EPC e BPMN não são exclusivos destas notações e podem também ser atribuídos à notação UML. As demais críticas às notações BPMN, sobre sincronismos e assincronismos no fluxo de informações e, representação de processos sobrepostos, assim como melhores representações de fluxos em *loop* na notação UML, são igualmente atribuíveis às três notações conforme é possível observar nos exemplos apresentados na Figura 1, Figura 2 e Figura 3. Dessa forma, apesar de apresentarem uma importante indicação para aprimoramento das notações de forma geral, essas lacunas não auxiliam a identificação daquela que possui melhor desempenho no que tange a representação de processos colaborativos.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão e modelagem de processos colaborativos é um tema recente que ganha destaque com a crescente utilização de *softwares* sociais e a reformulação das formas de interação entre *stakeholders* internos e externos às organizações, trazendo assim diversos desafios de natureza de gestão e de natureza técnica. Dentre os desafios deste último, localizam-se aqueles relacionados à definição da notação de modelagem de processos (Método), à definição de *stakeholders* (Alinhamento estratégico) e ainda relacionados ao treinamento, participação e compreensão da notação e da modelagem dos processos por estes *stakeholders* (Pessoas) no papel de executores (Pflanzl e Vossen, 2014). A partir dos trabalhos que apresentam modelos de processos em operações de desastres é possível verificar a existência de indicações sobre como realizar uma melhor associação dos executores aos processos, mas não sobre o tratamento dos desafios relacionados ao treinamento, participação e compreensão das pessoas a respeito da notação e da modelagem de processos, e também não, de forma adequada, sobre as formas de representação dos *stakeholders* nas representações dos processos. Além disso, destaca-se que a apresentação de necessidade de novos elementos para representar as especificidades dos processos de operações de desastres é considerada uma orientação que não contribui para a solução dos desafios relacionados às Pessoas, contribuindo apenas para o aprimoramento das notações de forma geral e, podendo trazer benefícios principalmente à sua utilização na modelagem de processos altamente repetitivos.

Por fim, a análise comparativa entre as notações EPC, BPMN e UML a partir da perspectiva de interação entre *stakeholders* em processos colaborativos indica a notação EPC como aquela que possui maior capacidade de representação das diversas combinações de *stakeholders* que podem atuar de forma colaborativa, simultânea e até mesmo alternada no fluxo de processos. Apesar disso, os autores reconhecem que as notações BPMN e UML podem ter desempenho adequado na modelagem de processos mais específicos e locais, ou mesmo quando desenvolvidos através da perspectiva de uma organização focal com interação entre alguns poucos *stakeholders*. Reconhecem ainda a possibilidade da escolha por uma

destas notações com base em outros critérios típicos de contextos comerciais, tais como suporte técnico, custo de aquisição, integração entre as soluções de modelagem e simulação definidos por exemplo em Tsironis *et al.* (2009), Rad *et al.* (2009), Ko *et al.* (2009) e Gartner Group (2014), os quais não são considerados no presente trabalho em função dos objetivos traçados quanto à análise da representação dos *stakeholders* na modelagem de processos colaborativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de doutorado (141130/2014-8) e Produtividade em Pesquisa (311723/2013-6). Agradecem também ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ - 110.149/2014; 210.325/2014) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - 88887.091739/2014-01) na condução de projetos de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Akhtar, P.; Marr, N.E.; Garnevska, E. V. (2012) Coordination in humanitarian relief chains: chain coordinators. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, v. 2, n. 1, p. 85-103.
- Antunes, P.; Herskovic, V.; Ochoa, S. F.; Pino, J. A. (2013) Modeling Highly Collaborative Processes. *Proceedings of the 2013 IEEE 17th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, p. 184-189.
- Araujo, R. M. de; Magdaleno, A. M. (2015) Notas do minicurso “Social BPM: Processos de Negócio, Colaboração e Tecnologia Social”. *XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, p. 1-5.
- Balcik, B.; Beamon, B. M.; Krejci, C. C.; Muramatsu, K. M.; Ramirez, M. (2010) Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. *International Journal of Production Economics*, v. 126, n. 1, p. 22-34.
- Becker, J.; Rosemann, M.; Uthmann, C. (2000) Guidelines of Business Process Modeling. In: AALST, W. M. P. van der; Desel, J.; Oberweis, A. (eds.). *Business process management. Models, techniques, and empirical studies*. Springer Verlag, Berlin, Alemanha.
- Blecken, A. (2009) *A reference ask model for supply chain processes of humanitarian organisations*. Tese de doutorado. Universität Paderborn, Alemanha.
- Blecken, A. (2010) Supply chain process modelling for humanitarian organizations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 40, n. 8/9, p. 675-692.
- Bögel, S.; Stieglitz, S.; Meske, C. (2014) A role model-based approach for modelling collaborative processes. *Business Process Management Journal*, v. 20, n. 4, p. 598-614.
- Çelik, M.; Ergun, Ö.; Johnson, B.; Keskinocak, P.; Lorca, A.; Pekgün, P.; Swann, J. (2012) Humanitarian Logistics. *INFORMS Tutorials in Operations Research*, v. 9, p. 18-49.
- Dumez, C.; Nait-Sidi-Moh, A.; Gaber, J.; Wack, M. (2008) Modeling and Specification of Web Services Composition Using UML-S. *4th International Conference on Next Generation Web Services Practices (NWESP)*, p.15-20.
- Eklund, P.; Johansson, M.; Karlsson, J.; Astrom, R. (2009) BPMN and its Semantics for Information Management in Emergency Care. *Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology*, p. 273-278.
- Fontainha, T. C.; Leiras, A.; Bandeira, R. A. de M.; Scavarda, L. F. (2014) Modelo conceitual de integração de stakeholders em operações humanitárias. *Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Curitiba*, v. 1, p. 1-11.
- Fontainha, T. C.; Silva, L. de O.; Ferreira, G. de A. F.; Leiras, A.; Bandeira, R. A. de M. (2015) Modelo de referência de processos para resposta a desastres. *Anais do XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza, p. 1-31.
- Gartner Group (2012) *Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites*. Disponível em <http://www.appian.com/bpm-resources/papers_reports/report_gartnerquadrant2012.pdf>. Acesso em 01 de Abr de 2015.
- Gartner Group (2014) *Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites*. Disponível em: <<http://www.primenumerics.com/White%20Papers/Magic-Quadrant-for-IBPMS-2014.pdf>>. Acesso em 01 de Abr de 2015.

- Hernantes, J., Rich, E., Lauge, A., Labaka, L., And Sarriegi, J. M. (2013) Learning before the storm: Modelling multiple stakeholder activities in support of crisis management, a practical case. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 80, n. 9, p. 1742-1755.
- Inauen, M.; Olivares, M.; Schenker-Wicki, A. (2010) Unmastered risks: From crisis to catastrophe: An economic and management insight. *Journal of Business Research*, v. 63, p. 337-346.
- Johnstonb, J. H.; Oser, R. L.; Schaafstala, A. M. (2001) Training teams for emergency management. *Computers in Human Behavior*, v. 17, p. 615-626.
- Kapucu, N. (2006) Interagency Communication Networks During Emergencies: Boundary Spanners in Multiagency Coordination. *American Review of Public Administration*, v. 36, n. 2, p. 207-225.
- Ko, R. K. L.; Lee, S. S. G.; Lee, E. W. (2009) Business process management (BPM) standards: a survey. *Business Process Management Journal*, v. 15, n. 5, p. 744-791.
- Leiras, A.; Brito Jr., I. de B.; Peres, E. Q.; Bertazzo, T. R.; Yoshizaki, H. T. Y. (2014) Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, v. 4, n. 1, p. 95-130.
- Lima, F. S.; Gonçalves, M. B.; Samed, M. M. A.; Hellingrath, B. (2015) Integration of a Mathematical Model Within Reference Task Model at the Procurement Process Using BPMN for Disasters Events. In: Tan, Y.; Shi, Y.; Buarque, F.; Gelbukh, A.; Das, S.; Engelbrecht, A. (eds.) *Advances in Swarm and Computational Intelligence - 6th International Conference, ICSI 2015 held in conjunction with the Second BRICS Congress, CCI 2015, Beijing, China, June 25-28, 2015, Proceedings, Part III*. Springer International Publishing, Suíça.
- Linna, P.; Leppaniemi, J.; Soini, J.; Jaakkola, H. (2009) Harmonizing Emergency Management Knowledge Representation. *PICMET 2009 Proceedings*, p. 1047-1051.
- Magariño, I. G.; Gutiérrez, C. (2013) Agent-oriented modeling and development of a system for crisis management. *Expert Systems with Applications*, v. 40, n. 16, p. 6580-6592.
- Nirupama, N.; Etkin, D. (2012) Institutional perception and support in emergency management in Ontario, Canada. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, v. 21, n. 5, p. 599-607.
- OMG, Object Management Group (2011) *Business Process Model and Notation (BPMN)*. Object Management Group, Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>>. Acesso em 01 de Abr de 2015.
- OMG, Object Management Group (2015) *OMG Unified Modeling Language TM (OMG UML)*. Object Management Group, Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.5/>>. Acesso em 01 de Abr de 2015.
- Osuszek, L.; Stanek, S (2015) Social Networking Influence on Case Management in Enterprise Business. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, v. 5, n. 2, p. 97-106.
- Paim, R.; Cardoso, V.; Caulliraux, H.; Clemente, R. (2009) *Gestão de processos: pensar, agir e aprender*. Bookman, Porto Alegre, RS.
- Pflanzl, N.; Vossen, G. (2014) Challenges of Social Business Process Management. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-47)*, p. 3868-3877.
- Rad, A. A.; Benyoucef, M.; Kuziemsy, C. E. (2009) An Evaluation Framework for Business Process Modeling Languages in Healthcare. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, v. 4, n. 2, p. 1-19.
- Rangiha, M. E.; Karakostas, B. (2014) Process recommendation and role assignment in social business process management. *Science and Information Conference (SAI)*, p.810-818.
- Rousseaux, F.; Lhoste, K. (2008) Process analysis, modeling and simulation for crisis management. *International Workshop on Advanced Information Systems for Enterprises*, p. 41-45.
- Software AG (2014). *ARIS Method. Methods manual. Version 9.6*. Software AG, Darmstadt, Alemanha.
- Tomasini, R. M.; Wassenhove, L. N. V. (2009) From preparedness to partnerships: case study research on humanitarian logistics. *International Transactions in Operational Research*, v. 16, p.549-559.
- Tsironis, L.; Anastasiou, K.; Moustakis, V. (2009) A framework for BPML assessment and improvement. *Business Process Management Journal*, v. 15, n. 3, p. 430-461.
- Velicanu, M.; Botha, I (2011) Solutions for the Object-Relational Databases Design. *Database Systems Journal*, v. 2, n. 4, p. 51-64.
- Wang, T.; Guinet, A.; Belaidi, A.; Besombes, B. (2009) Modelling and simulation of emergency services with ARIS and Arena. Case study: the emergency department of Saint Joseph and Saint Luc Hospital. *Production Planning & Control*, v. 20, n. 6, p. 484-495.
- Zalewski, A.; Sztandera, P.; Ludzia, M.; Zalewski, M. (2008) Modeling and Analyzing Disaster Recovery Plans as Business Processes. In: Harrison, M. D.; Sujana, M. A. (eds.). *Computer Safety, Reliability, and Security*. Springer Berlin Heidelberg, Alemanha.