

## O USO DA NOTAÇÃO BPMN NO ENSINO DE SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

Ricardo Villarroel Dávalos<sup>1</sup>

Mônica Mendes Luna<sup>2</sup>

Deyvid Pacheco de Souza<sup>3</sup>

**RESUMO:** A simulação de sistemas é utilizada em grande parte dos cursos de engenharia e para melhor entendimento do sistema, a sua representação torna-se muito importante. O objetivo principal deste trabalho é avaliar algumas experiências de modelagem utilizando a Notação Padrão para Modelagem de Processos de Negócio (*Business Process Modeling Notation* – BPMN) no ensino de Simulação de Sistemas. Além disso, para verificar as melhorias alcançadas no ensino, serão comentadas três aplicações realizadas pelos alunos: o suprimento da coleta de peças automotivas para um porto, a melhoria do processo de pagadoria de uma empresa geradora de energia elétrica e a solicitação de reembolso de um banco.

**Palavras-chave:** Simulação de Sistemas. Modelagem de processos de negócio. Estratégias de ensino/aprendizagem.

### 1 INTRODUÇÃO

A simulação de sistemas vem sendo cada vez mais utilizada em diferentes áreas de conhecimento, tendo em vista a crescente complexidade dos problemas e a maior disponibilidade de recursos computacionais. Define-se a simulação como o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos, com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação

---

<sup>1</sup> Doutor, Professor, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Professor e Pesquisador do Laboratório de Desempenho Logístico – LDL, Florianópolis, Santa Catarina/Brasil, [ricardo.davalos@ufsc.br](mailto:ricardo.davalos@ufsc.br)

<sup>2</sup> Doutora, Professora, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Professora e Coordenadora do Núcleo de Redes e Suprimentos – NURES, Florianópolis, Santa Catarina/Brasil, [monica.luna@ufsc.br](mailto:monica.luna@ufsc.br)

<sup>3</sup> Graduando, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Pesquisador do Núcleo de Redes e Suprimentos – NURES, Florianópolis, Santa Catarina/Brasil, [deyvidps@hotmail.com](mailto:deyvidps@hotmail.com)

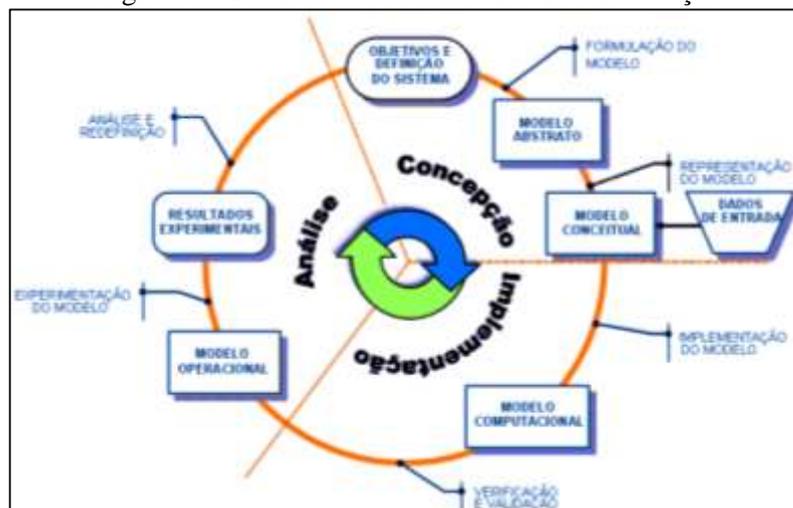
(KELTON et al., 2010). Dentre as vantagens do uso dos modelos de simulação, Pristker (1986 *apud* SANTORO; MORAES, 2000) destaca que estes permitem obter conclusões sobre sistemas sem construí-los, se forem novos, e sem perturbá-los, se existentes.

A simulação computacional de sistemas utiliza modelos lógicos e matemáticos, além de recursos computacionais, visando emular o funcionamento dos mais variados tipos de operação ou processos do mundo real. É empregada como uma ferramenta que permite aos analistas – sejam administradores, engenheiros, biólogos, técnicos em informática, etc. - verificar ou encaminhar soluções com a profundidade desejada, de problemas com os quais lidam diariamente.

Uma das principais etapas de um estudo de simulação consiste na modelagem do sistema sob análise, que consiste em um processo de criação e descrição do problema e envolve um determinado grau de abstração. A dificuldade nesta etapa pode levar à necessidade de uma série de simplificações sobre a organização e o funcionamento do sistema real. Inúmeros são os sistemas aptos à modelagem e simulação, dentre os quais se destacam: Sistemas de Produção; Sistemas de Transporte e Estocagem; Sistemas Computacionais; Sistemas Administrativos; Sistemas de Prestação de Serviços, Ecologia e Meio Ambiente.

Basicamente o desenvolvimento de um modelo de simulação compõe-se de três grandes etapas: concepção ou formulação do modelo; implementação e análise dos resultados do modelo. A Figura 1 ilustra estas etapas a partir do ciclo de vida um modelo de simulação e neste artigo, se dará enfoque à primeira etapa.

Figura 1 – Ciclo de vida de um modelo de simulação



Fonte: Adaptado de Chwif (2010)

Na concepção do modelo, deve-se entender claramente o sistema a ser simulado e seus objetivos, por meio da discussão do problema. Deve-se decidir com clareza o escopo do modelo, suas hipóteses e seu nível de detalhamento. Os dados de entrada também são coletados e o modelo deve ser representado e/ou documentado a partir de alguma técnica e/ou notação, a fim de torná-lo conceitual - de modo que outras pessoas possam entendê-lo e traduzi-lo num modelo computacional.

Segundo Chwif (2010) as técnicas (baseadas em eventos e/ou atividades) que visam apoiar a formulação do modelo são: Diagrama de Ciclo de Vida (*Activity Cycle Diagram – ACD*); Gráficos de Fluxo de Controle (*Control Flow Graphs – CFG*); Especificação de Sistemas de Eventos Discretos (*Discrete Event System Specification – DEVS*); Gráficos de Eventos (*Event Graphs – EG*); Linguagens de Especificação de Modelos de Simulação a partir do Paradigma Orientação por Objetos. Dentre as técnicas de utilização prática (baseadas em processos) pode-se citar: Redes de Petri, Redes de Processos, Notação Padrão de Modelagem de Processos de Negócio (*Business Process Modeling Notation – BPMN*).

Este trabalho apresenta como proposta algumas experiências do uso da notação BPMN para apoiar o ensino de Simulação de Sistemas e descreve as melhorias alcançadas no processo de concepção dos modelos para a simulação.

## **2 O ENSINO DE SIMULAÇÃO DE SISTEMAS**

Educadores, pedagogos e psicólogos há tempos propõem novos paradigmas para o processo de ensino-aprendizagem. Os estudos de Papert e a Teoria das Múltiplas Inteligências, de Gardner, são dois importantes exemplos dessas mudanças. Nessa nova visão o professor deixa de ser o centro irradiador de conhecimento, passando o aluno a ser o centro de construção desse conhecimento (RUPERT; GASPARY, 2000).

Nos cursos de engenharia é comum o uso de práticas de laboratório e o desenvolvimento de projetos como forma de complementação do conteúdo teórico. Essas práticas costumam apresentar bons resultados justamente por atenderem alguns princípios como motivação, participação e personalização. O emprego de recursos computacionais pode complementar algumas dessas práticas e possibilitar o atendimento dos requisitos e conceitos aqui apresentados no ensino de Simulação de Sistemas (VILLARROEL DÁVALOS, 2002).

O ensino de Simulação de Sistemas deve dar ao estudante uma visão geral do tema aplicado a diferentes sistemas mediante o uso de conceitos relacionados com esta técnica e à

aplicação de outros conhecimentos adquiridos na formação acadêmica, tais como Pesquisa Operacional, Probabilidade e Estatística, Linguagens de Programação, etc. O conteúdo programático para o ensino da simulação considera as necessidades de atualização, boa formação teórico-acadêmica e evolução gradual para enfoques aplicados e específicos, conduzindo, naturalmente ao estabelecimento dos seguintes temas: Conceitos básicos, probabilidades, processos estocásticos, teoria das filas; uso de planilhas eletrônicas e de *softwares* de simulação.

As vantagens observadas no uso das planilhas eletrônicas para dar suporte são: Facilidade de compreensão por utilizar apenas fórmulas padrões, permitindo aos seus usuários um entendimento de sua lógica, sem exigir o conhecimento de uma linguagem de programação específica; Facilidade de customização ou de alterar e incluir características ao sistema, de forma a adequá-lo às necessidades específicas dos alunos e alta conectividade, o que se refere a capacidade da *interface* de estabelecer conexões entre diferentes bases de dados, facilitando a importação e exportação de dados.

Como desvantagem, podem ser citadas as situações estáticas mostradas pelo modelo gerado por meio de fórmulas matemáticas, quando a simulação deveria refletir a evolução dinâmica do sistema ao longo do tempo. Outra desvantagem é a dificuldade de construção e alteração de lógicas mais detalhadas. Para contornar estas dificuldades é aventada a possibilidade de utilização de linguagens de programação.

Os *softwares* de simulação podem ser de uso geral ou voltados para aplicações específicas, tais como manufatura, serviços, telecomunicações, reengenharia e outros. Uma característica marcante destes produtos diz respeito à etapa de modelagem/programação, onde se dispõe de uma vasta biblioteca de objetos e comandos, que são posicionados e conectados via *mouse* e proporcionam interfaces com linguagens de programação para contornar algumas dificuldades encontradas na implementação de sistemas. A prática sobre estas ferramentas tem como apoio os manuais destes *softwares* e sua manipulação apresenta apenas algumas características básicas que permitem ao aluno iniciar seu aprendizado da linguagem, o que, com algum esforço pessoal, será possível acompanhar o conteúdo principal do pacote.

Dentre os *softwares* usados no ensino de Simulação de Sistemas, pode-se citar o ARENA e o ADONIS *Community Edition*. No ARENA, o modelo computacional é constituído por um conjunto de estações de trabalho que contém um ou mais recursos que

prestam serviços a clientes (também chamados de entidades ou transações), os quais se movem por meio do sistema.

O movimento pode ser feito pela própria entidade ou por transportadores (empilhadeiras, por exemplo) ou correias e as opções de fluxo para as entidades são definidas pela lógica de programação do modelo computacional (PRADO, 2010). A ferramenta *ADONIS Community Edition* tem como finalidade apoiar o Gerenciamento de Processos de Negócio e com isto, criar uma imagem completa das organizações, melhorar a transparência e facilitar a comunicação entre os setores. O *software* também realiza simulações utilizando a notação BPMN, monitora indicadores de desempenho e apoia a gestão de riscos (ADONIS, 2012).

A interface gráfica destes dois pacotes facilita a modelagem computacional de sistemas mais complexos que os implementados mediante as planilhas. Para aprimorar os conceitos recomenda-se comparar criteriosamente o uso destes recursos computacionais em função das dificuldades encontradas experimentalmente. Além disso, deve ser reconhecida a qualidade do modelo de simulação conceitual que tem a função de apoiar o desenvolvimento lógico do modelo computacional.

### 3 A NOTAÇÃO BPMN

Para permitir a integração nas empresas é preciso que todos os elementos que a compõem, sejam eles homens, máquinas ou sistemas computacionais, possam trocar informações e interagir numa profundidade além da simples troca física de dados. Isto passa necessariamente pela consideração de uma visão holística, significando o desenvolvimento de uma imagem única e integrada da organização.

Um dos mecanismos que pode auxiliar na obtenção desta imagem são os modelos de processos de negócio, sendo estes considerados como representações de uma organização real possibilitando análises, previsão de impactos das atividades, construção e documentação de sistemas complexos de *software*, identificação de pontos de melhorias, entre outros. Estes modelos servem como referência comum para todos os membros da organização, podendo proporcionar uma visão geral sobre as operações (WESKE, 2007).

Mudanças tecnológicas tornaram possível imaginar maneiras de cumprir tarefas de forma radicalmente diferente daquela pela qual eram executadas no passado. A Modelagem

de Processos de Negócio (MPN) apoia a identificação dos componentes essenciais e sensíveis às mudanças que visam melhorias.

Existem atualmente diversas propostas direcionadas à MPN. Há princípios, etapas e uma grande quantidade de metodologias e ferramentas. Apesar de todo este desenvolvimento e da importância que esta área vem recebendo dentro das organizações, ainda persistem barreiras principalmente definidas pela complexidade dos modelos e pela grande quantidade de parâmetros necessários para a sua representação (VALLE; OLIVEIRA, 2007).

Considerando a capacidade de captar informações de um processo de negócio, os métodos de modelagem mais utilizados são: Fluxogramas; BPMN, *Workflow*; Metodologia de Definição Integrada; Modelagem de Negócio CIMOSA; Linguagem de Modelagem Unificada (UML); Modelos de Simulação Dinâmica; Modelos de Relação entre Entidades; Diagramas de Causa e Efeito; Diagramas de Pareto (WESKE, 2007).

A notação BPMN teve origem em um acordo entre várias empresas que possuíam sua própria notação. O início se deu com a criação do BPMI (*Business Process Management Initiative*), uma organização sem fins lucrativos que recebeu forte apoio de grandes corporações, como IBM, Fujitsu, BEA e SAP. Em 2001, foi instituído o *Business Process Modeling Notation Working Group* (BPMN-WG) que junto a diversas empresas deu início a criação de padrões para esta notação.

Conforme Valle e Oliveira (2010), um Diagrama de Processos de Negócio (DPN), também conhecido como *Business Process Diagram* (BPD) é composto por diversos elementos, sendo os mais importantes: atividade, evento, *gateway* (símbolos de decisão) e conectores. Com eles pode-se desenvolver um modelo de diagrama. No DPN existem os seguintes tipos de diagrama:

- Privado ou Interno, aqueles realizados dentro da organização que consistem em atividades internas e como elas interagem.
- Abstrato ou Público, que representam as ligações dos processos internos com organizações externas e devem aparecer somente atividades que se comunicam com organizações externas.
- Colaboração ou global, que representam as interações onde a comunicação é feita por meio de troca de mensagens, com um ou mais processos de negócio.

Segundo a especificação da OMG (OBJECT MANAGEMET GROUP, 2011), em relação ao BPMN 2.0, existem cinco categorias básicas de elementos, definidas como:

- I. fluxo de objeto, que define o comportamento de um processo e está dividido em evento, atividade e *gateway*;
- II. dados, divididos em dados do objeto, entrada de dados, saída de dados e armazenamento de dados;
- III. conexão dos objetos, que pode ocorrer na forma de associação de dados, associações, mensagem de fluxo e sequência de fluxo;
- IV. piscinas e raias, forma de agrupamento dos elementos que pode representar organizações, papéis, unidades organizacionais, entre outros conceitos e;
- V. artefatos, os quais são utilizados para fornecer informações adicionais sobre os processos e inclui grupo e anotação de texto.

Para definir a aplicação de um processo de negócio modelado em BPMN é importante comentar que isto não se limita apenas à modelagem e/ou à execução de uma atividade automatizada por ferramentas e, além disto, tem ampla intervenção de pessoas, normalmente colaboradores da empresa e, também, clientes e parceiros (VILLARROEL DÁVALOS; CASTAÑEIRA, 2011).

As vantagens de simular e automatizar os processos são relativamente óbvias e começam a ter uma aceitação significativa por parte dos gestores das empresas. A automatização implica, em primeiro lugar, numa análise e representação precisa das atividades realizadas dentro da empresa. Esta análise permite clarificar e melhorar as atividades bem como as suas interligações e interações; dito de outra forma, permite arquitetar os processos de negócio da empresa.

#### **4 O USO DA NOTAÇÃO BPMN PARA APOIAR A SIMULAÇÃO DE SISTEMAS**

A seguir são apresentadas três aplicações do BPMN na simulação de sistemas. Os modelos, elaborados por alunos no processo de ensino, tratam da simulação do suprimento da coleta de peças automotivas considerando perturbações, dos processos de pagadoria e da solicitação de reembolso num banco, respectivamente.

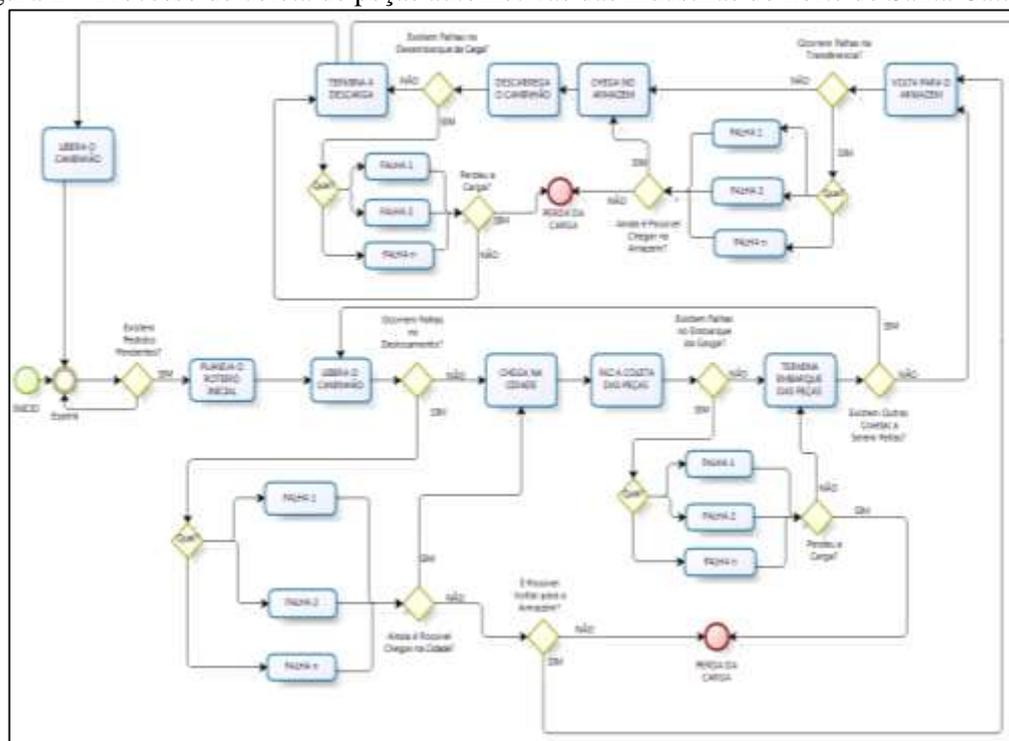
#### 4.1 Simulação do suprimento da coleta de peças automotivas considerando perturbações

O objetivo desta aplicação é a modelagem e simulação da coleta de peças automotivas das indústrias localizadas no norte do Estado de Santa Catarina para o Porto de Itajaí, considerando perturbações no transporte rodoviário e contingências portuárias.

Para alcançar este objetivo foi inicialmente montado um procedimento baseado no “Ciclo de vida de um modelo de simulação”, descrito na introdução deste artigo. Utilizando a notação BPMN foi modelado conceitualmente a coleta de peças realizada pelos operadores logísticos da região. A modelagem com BPMN considerou a coleta, a consolidação da carga, a transferência para o porto, o desembarque no porto (área aduaneira) e o envio do contêiner por transporte marítimo para a Alemanha. Esta modelagem considera um grande número de processos desenhados e sua documentação serve como referência para implementar um modelo computacional de simulação na ferramenta ARENA.

A Figura 2 ilustra a modelagem com BPMN da coleta de peças automotivas das indústrias do norte do Estado. Neste modelo são consideradas as atividades que incluem desde o planejamento do roteiro até o descarregamento final no porto.

Figura 2 – Processo de coleta de peças automotivas das indústrias do norte de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir deste modelo foram identificadas algumas perturbações no transporte rodoviário, ilustradas no modelo como “FALHA n”, e consideradas na simulação. As principais perturbações analisadas são os acidentes com veículos de terceiros e aqueles com o veículo dos operadores logísticos considerados na análise em cada trecho de rodovia. Os dados usados foram obtidos no Sistema BR-Brasil, desenvolvido pelo Departamento de Polícia Rodoviária Federal – DPRF (GOVERNO FEDERAL, 2014).

Os acidentes de veículos de terceiros provocam filas, interrupções, etc. que levam a atraso na entrega dos produtos. Ou seja, as condições e as perturbações no sistema de transporte rodoviário, quando acidentes ocorrem, afetam todo o processo de coleta e despacho das peças. Os acidentes com os veículos dos operadores, ou seja, aqueles que ocorrem com o caminhão das empresas em análise que transportam as peças automotivas também são considerados no modelo.

Problemas nos terminais portuários devido às intempéries, como mar agitado, correnteza, ventos e nevoeiros, levam, algumas vezes ao fechamento do porto por algumas horas ou até por vários dias, de acordo com dados obtidos por meio de entrevistas com diretores de logística dos portos do Estado.

Na modelagem foi considerado o volume de produção e a localização das maiores fábricas de autopeças em diferentes municípios do Estado, e as restrições de tempo e capacidade dos veículos, para definir quatro rotas, as quais são mostradas na tabela a seguir.

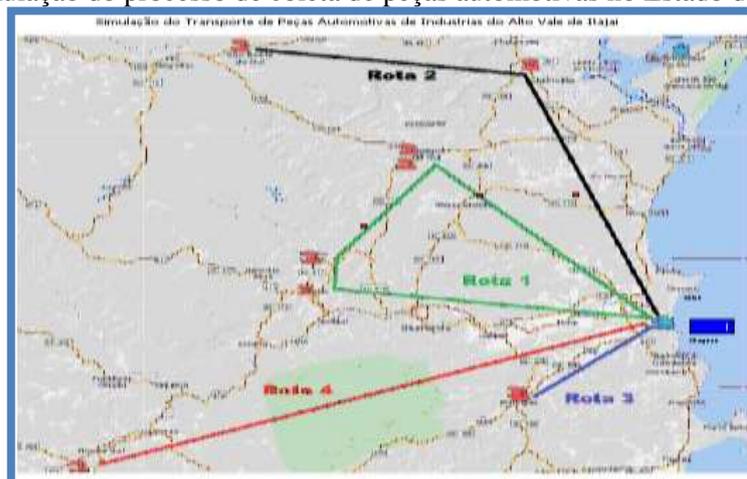
Tabela 1 – Rotas catarinenses de coleta de autopeças

Rota	Cidade	Cidade	Cidade	Cidade	Cidade
1	Itajaí	Jaraguá do Sul	Rio dos Cedros	Timbó	Itajaí
2	Itajaí	Joinville	São Bento do Sul	Itajaí	
3	Itajaí	Brusque	Itajaí		
4	Itajaí	Rio do Sul	Itajaí		

Fonte: Elaborado pelo autor

A frequência de coleta de autopeças dos caminhões foi estipulada a partir da capacidade média de produção das empresas consideradas nas quatro rotas e a capacidade média de transporte dos caminhões (20 – 25 toneladas) em dias úteis. A Figura 3 ilustra a simulação realizada na ferramenta ARENA e os dados utilizados foram os comentados anteriormente.

Figura 3 – Simulação do processo de coleta de peças automotivas no Estado de Santa Catarina



Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo computacional implementado considerou o modelo conceitual que utilizou a notação BPMN. O tempo considerado para a simulação foi de um ano e a quantidade média de viagens realizadas foi de 1230 caminhões por mês.

Comparou-se a simulação de experiências “com e sem” perturbações no transporte rodoviário e, 4% do número total de veículos não chegaram ao porto dentro do período de simulação, devido às várias perturbações nas rodovias. É importante enfatizar que esta simulação apenas foi um teste e ainda continuam sendo analisadas e modeladas mais detalhadamente estas perturbações.

Em relação às experiências “com e sem” problemas portuários, observou-se que as entradas dos caminhões ao porto foram diminuídas em aproximadamente 0,75% no mês e o tamanho da fila de veículos para acessar os portos, quando perturbações desta natureza aconteceram, foi considerável. Também da mesma forma que as perturbações de transporte estas contingências continuam ainda sendo analisadas e modeladas.

As principais contribuições que esta aplicação vem proporcionando estão relacionados à análise e a modelagem das perturbações no transporte rodoviário e terminais portuários. Além disto, a modelagem utilizando a notação BPMN vem sendo uma referência para simular e encontrar melhorias para a coleta de autopeças na região.

#### 4.2 Simulação dos processos de pagadoria

Os modelos de processos de negócios são uma importante forma de explicitar o conhecimento organizacional em empresas de geração e transmissão de energia elétrica e



Figura 5 – Detalhe do processo de pagadoria



Fonte: Elaborado pelo autor

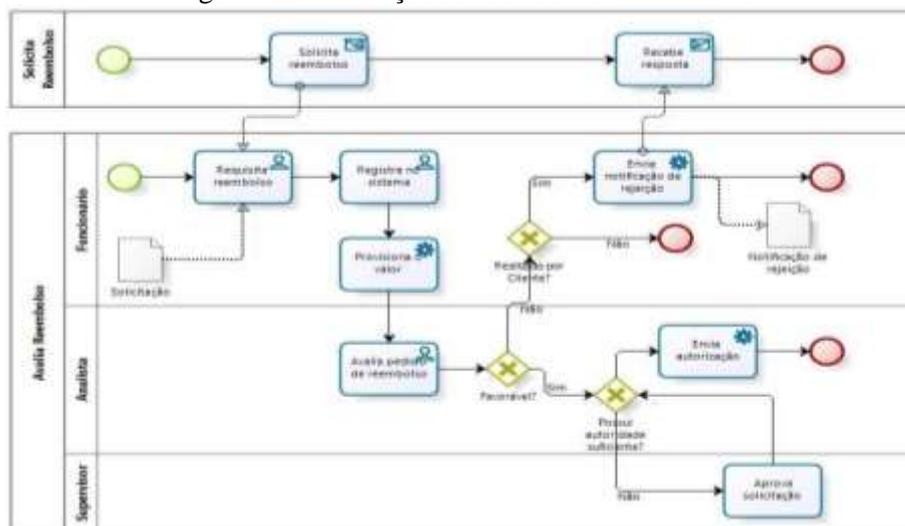
A simulação aqui apresentada foi realizada a partir da modelagem apresentada nas figuras anteriores e considerou-se, como base para a elaboração desta, a quantidade de compromissos de pagamento que transitaram pelo Departamento de Operações Financeiras (DOF) nos meses de janeiro/2012 até março/2012. A quantidade de documentos foi de aproximadamente 11.500 durante 63 dias de expediente ou 504 horas.

As principais contribuições desse trabalho consistiram na documentação dos processos e melhorias relacionadas com a alocação dos recursos, além da busca por melhores práticas no tratamento do fluxo de pagamentos.

### 4.3 Simulação de uma solicitação de reembolso

O objetivo desta aplicação de ensino é modelar e simular a partir da notação BPMN, o processo que permite a um banco verificar se um reembolso deve ser feito a um cliente. Esta atividade é realizada no laboratório e a Figura 6 ilustra este processo.

Figura 6 – Solicitação de reembolso de um banco



Fonte: Elaborado pelo autor

O processo inicia quando uma solicitação de reembolso é feita por um cliente ou funcionário do banco. Se realizado pelo cliente, o funcionário deve dar a entrada da solicitação no sistema. O sistema envia uma ordem para provisionamento do valor para o sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) e uma tarefa é atribuída para o analista operacional, que irá avaliar os fatos, pesquisar e finalmente dar sua decisão sobre o pedido de reembolso.

Se a decisão do analista for favorável, uma autorização é enviada, mas o nível de autoridade do usuário deve ser levada em conta. Se o analista que enviou a autorização do pagamento não possui o nível de autoridade suficiente, uma tarefa será atribuída ao seu supervisor para que este possa autorizar a solicitação. Caso o analista possua nível de autoridade suficiente, o sistema enviará a transação.

Caso o supervisor imediato do analista também não possua o nível de autoridade, uma nova tarefa deverá ser escala sucessivamente até que haja uma autoridade que possa autorizá-la. Por outro lado, caso a solicitação de reembolso seja negada, e a solicitação tenha sido feita por um cliente, uma notificação deverá ser encaminhada a ele.

A simulação foi executada para um dia e os principais tempos considerados para as atividades e eventos foram os de processamento, de espera, de transporte e custos associados a estes. Para as decisões foram consideradas probabilidades definidas por uma função de distribuição discreta.

É importante destacar que as variáveis utilizadas na simulação continuam sendo discutidas e ajustadas e, também vem sendo incorporadas novas funcionalidades para o modelo que a ferramenta *ADONIS Community Edition* proporciona (estrutura organizacional e animação). Uma vantagem desta simulação é que a modelagem com BPMN não precisou ser transformada num modelo computacional, diferentemente das aplicações descritas anteriormente.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou algumas experiências do uso de modelos com BPMN e o emprego de ferramentas de simulação para apoiar o ensino de Simulação de Sistemas nos cursos de engenharia baseado em três aplicações desenvolvidas pelos alunos. As melhorias no ensino podem ser constatadas a partir destes exemplos e é importante enfatizar que estes vêm

sendo aprofundados em estudos e pesquisas desenvolvidas no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

O uso de modelos de processos de negócio como modelos conceituais num estudo de simulação ajuda a entender a lógica e especificações que são incorporadas no modelo computacional, implementado numa ferramenta de simulação. As duas primeiras aplicações apresentadas seguiram esta abordagem e os benefícios desta estão considerados na especificação dos modelos computacionais implementados na ferramenta ARENA. Neste caso, a modelagem com BPMN e sua respectiva documentação foi utilizada como apoio às simulações realizadas.

Na última aplicação, a modelagem com BPMN representou os modelos conceitual e computacional, pois a partir dele podem ser realizadas simulações (modelo fim e não meio). A ferramenta *ADONIS Community Edition* permitiu realizar isto e esta abordagem apresenta-se promissora para quem pretende realizar uma automatização, monitoramento e alinhamento estratégico destes processos.

O uso de ferramentas de simulação orientadas à notação BPMN pode ajudar a especificar com mais detalhes os processos de negócio e proporcionar aos alunos uma maior visão de aplicação destes. Para o uso adequado destas ferramentas recomenda-se estudar primeiramente a modelagem com BPMN básica e discutir conceitos do Gerenciamento de Processos de Negócio.

A modelagem com BPMN para as ferramentas que não estão orientadas para esta notação pode ser de grande apoio para a especificação do modelo computacional, pois a partir dele podem ser definidos aspectos relacionados com a integração de processos, pessoas e tecnologia. Assim, por exemplo, podem ser estudadas as ligações entre a cadeia de suprimentos e o gerenciamento econômico/financeiro; entre os processos de fabricação e comercialização, etc., proporcionando desta forma aos alunos uma imagem única e sintética de todos os elementos da empresa.

Além disso, os modelos permitem o melhor conhecimento do contexto, apoiando a análise de ações estratégicas que podem ser utilizadas para contornar os problemas decorrentes de fatores imprevisíveis nos processos de negócio. Assim, permitem melhores análises a partir do monitoramento das principais atividades, o que torna interessante o processo de modelagem e propicia maior participação dos alunos.

Tendo em vista que grande parte dos sistemas podem ser modelados utilizando a notação BPMN e também que esta concentra a Linguagem de Execução de Processos de Negócio (*Business Process Execution Language - BPEL*), as experiências relatadas aqui podem vir a complementar um melhor entendimento da simulação, enfatizando aspectos multidisciplinares.

## THE USE OF BPMN NOTATION TO TEACH SYSTEMS SIMULATION

**ABSTRACT:** The systems simulation is used in most engineering programs and better understanding of the system, its representation becomes very important. The aim of this study is evaluate some modeling experiments using a Business Process Modeling Notation (BPMN) to teach systems simulation. Also, to verify the improvements performed in learning, will be commented three applications made by students: the supply of the collection of automotive parts to a port, improving the pay-office process of a power generation company and the reimbursement request from a bank.

**Keywords:** Systems simulation. Business process modeling. Teaching/learning strategies.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADONIS. **User for documentation for ADONIS.** BOC Asset Management GnbH, Vienna: BOC Group, 2012, 952 p.

CHWIF, L. **Modelagem e simulação de eventos discretos:** teoria e aplicações. São Paulo: Editora do Autor, 2010, 309p.

GOVERNO FEDERAL. **Sistema Brasil - Boletins de ocorrências em rodovias federais.** Disponível em: < <http://dados.gov.br/dataset/acidentes-rodovias-federais>>. Acesso em: 10/02/2014.

KELTON, D.; SADOWSKI, D. A.; SADOWSKI, R. P. **Simulation with ARENA.** New York, McGraw-Hill, 2010.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN).** 2011. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>>. Acesso em: 20/04/2013.

PRADO, S. H. Usando o Arena em Simulação, Belo Horizonte: Editora Falconi, 2010.

RICHARTZ, R. **Modelagem e simulação dos processos de pagadoria de uma empresa de geração e transmissão de energia elétrica.** 162f. 2013. Projeto de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção, Palhoça, Unisul, Santa Catarina, 2013.

RUPERT, C. R.; GASPARY, L. C. Uma experiência de aplicação da teoria das inteligências múltiplas em *softwares* educacionais. In: V CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, **Anais...**, Viña del Mar, Chile, 2000.

SANTORO, M. C.; MORAES, L. H. **Simulação de uma linha de montagem de motores.** Gest. Prod., São Carlos, v. 7, n. 3, Dec. 2000.

VALLE, R.; OLIVEIRA, B. S. **Análise e Modelagem de Processos de Negócio – Foco na notação BPMN.** São Paulo: Atlas, 2009, 207p.

VILLARROEL DÁVALOS, R. Aplicações da simulação nos projetos de conclusão de curso da Unisul, **EPISTEME**, v. 9, n. 26-27, p. 21-44, 2002.

VILLARROEL DÁVALOS, R.; CASTAÑEIRA, M. I. O ensino de Modelagem e Automação de Processos de Negócio apoiado por Sistemas BPMS. In: 40<sup>th</sup> IGIP INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENGINEERING EDUCATION, IGIP'2011, Forming International Engineers for the Information Society, **Proceedings...**, Santos, 2011.

WESKE, M. **Business Process Management: concepts, languages, architectures.** Berlin: Springer, 2007.

Originais recebidos em: 12/09/2014

Aceito para publicação em: 11/09/2015