

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Manuel Jose da Silva Almeida

**Modelos de Simulação de Processos
por Junção de Componentes**

Dissertação de Mestrado

**Mestrado Integrado
Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação**

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor José Luís Mota Pereira

Outubro de 2015

Agradecimentos

Este trabalho de dissertação só foi possível graças ao apoio de um conjunto de pessoas, em relação às quais desejo expressar o meu mais profundo agradecimento.

Gostaria de agradecer em primeiro lugar ao meu orientador, o Professor Doutor José Luís Mota Pereira pela sua disponibilidade, críticas e sugestões que enriqueceram e tornaram possível este trabalho de dissertação.

Um profundo agradecimento à minha família pela paciência, compreensão e pelo apoio que, ao longo deste percurso, sempre revelaram.

Às minhas filhas Adriana e Mariana pelo incentivo e pela compreensão demonstrada sempre que ficaram privadas da minha presença por imperativos de trabalho nesta dissertação.

Por último, a todos aqueles que apesar de não serem aqui citados, contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração da presente dissertação, o meu muito obrigado.

Resumo

As organizações, perante um ambiente complexo e cada vez mais competitivo à escala global, necessitam de se adaptar rapidamente às mudanças que ocorrem à sua volta. A Gestão por Processos de Negócio pode ser a resposta, uma vez que ajuda as organizações a responder de forma adequada e mais rapidamente às pressões a que estão sujeitas. No entanto, os processos de negócio são sistemas complexos que envolvem atividades, pessoas e tecnologia sob uma grande dependência, complexidade e variabilidade, o que dificulta a previsão do desempenho e comportamento destes sistemas. Mas as mudanças representam riscos devido ao impacto que podem ter no processo e nos componentes da organização, sendo que muitos esforços da reengenharia ou reformulação de processos acabam por falhar quando são levados à prática. É importante que estas sejam dotadas de mecanismos que permitam uma adaptação contínua às exigências a que estão sujeitas.

A simulação de processos de negócio, enquadrada numa abordagem BPM, contribui para a avaliação de cenários futuros e de novas opções sem incorrer nos custos e riscos da sua implementação. A simulação de processos ajuda a prever potenciais impactos das modificações nos processos de negócio atuais e comparar alternativas de implementação. Neste contexto, da qualidade dos modelos de processo, da exatidão dos dados de entrada e dos componentes a utilizar, dependem os resultados da simulação.

Neste trabalho, vamos concentrar a nossa atenção no desenvolvimento de modelos de simulação. Quando os componentes são de fácil utilização e previamente testados, a simulação tem maior potencial para prever os impactos das mudanças sobre as operações atuais e fornecer orientações sobre o melhor caminho a seguir. Componentes imprecisos podem alterar os resultados de simulação, alterando o propósito da condução para melhorias prevista. Com este trabalho pretende-se construir um repositório de componentes de simulação previamente desenvolvidos e testados, possibilitando a sua reutilização de uma forma ágil e fidedigna.

Palavras-chave: Processo de Negócio, Gestão de Processos de Negócio, Padrões Workflow, Simulação de Eventos Discretos, Simio, Simbits

Abstract

Organizations, faced with a complex and competitive environment on a global scale, need to adapt quickly to changes around them. Business Process Management can be the answer, as it helps organizations to respond promptly and appropriately to the pressures they are subjected to. However, business processes are complex systems that involve activities, people and technology under a huge dependency, complexity and variability, which makes difficult to predict the performance and the behaviour of these systems. Nevertheless, changes means risks due to the impact that they can have in the process and in the organization's components. That's why so many reengineering efforts or processes reformulations end up failing when they are put into practice.

The simulation of business processes, framed in a BPM approach, contribute to the assessment of future scenarios and new options without incurring the costs and risks of its implementation. The process simulation helps to predict potential impacts of current business processes' changes and to compare alternatives of implementation. According to this, the quality of process models, the accuracy of the input data and the components to be used are dependent on the simulation results.

In this project we are going to focus our attention on the development of simulation models. When the components are easy to use and pre-tested, the simulations have more potential to predict the changes' impact on current operations and provide guidance on the best way to follow. The lack of precision of the components can interfere with the simulation results. This work is intended to build a repository of simulation components previously developed and tested, enabling their reuse in an agile and reliable way.

Keywords: Business Process, Business Process Management, Workflow Patterns, Discrete Event Simulation, Simio, Simbits

Índice

Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas.....	viii
Acrónimos	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivos e Resultados Esperados	3
1.4 Estrutura do Documento	3
1.5 Abordagem Metodológica	4
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Business Process Management	7
2.1.1 Contextualização	8
2.1.2 Processos de Negócio.....	10
2.2 A Gestão por Processos	11
2.2.1 Benefícios da Gestão por Processos.....	13
2.3 Modelos de Processos	14
2.3.1 Padrões Workflows	16
2.3.2 Diferentes perspetivas de padrões.....	17
2.3.3 Atributos para descrição de um padrão	18
2.3.4 Exemplos de padrões.....	18
Capacidade de uma atividade de se auto invocar durante a execução.....	25
2.4 Simulação de Processos	26
2.4.1 Paradigmas da Simulação	27
2.4.2 Metodologias de Simulação de Processos.....	29
3 MODELOS DE SIMULAÇÃO POR JUNÇÃO DE COMPONENTES.....	31
3.1 Seleção da ferramenta de simulação.....	31
3.2 Software Simulação Simio	35
3.3 Processo “Reclamação de Encomendas de Clientes”	36
3.3.1 Valor e contributos da reclamação para a organização.....	37
3.3.2 Descrição do Processo de Reclamação de Clientes.....	38
3.3.3 Modelação do Processo de Reclamação de Clientes	39

4	CONCLUSÃO.....	60
4.1	Síntese do Trabalho Realizado	60
4.2	Contribuições e Limitações.....	60
4.3	Trabalho futuro.....	61
	BIBLIOGRAFIA.....	62

Índice de Figuras

Figura 1 - Fases da metodologia Design Science Research Metodologia	5
Figura 2 - Âmbito do BPMS (Miers e Harmon, 2005)	9
Figura 3 - Processos organizacionais e a estrutura funcional (Pereira, 2004).....	10
Figura 4 - Perspetivas de processo (adaptado de Aalst, 2003).....	11
Figura 5 - Os três fatores base para o sucesso do BPM.....	12
Figura 6 - Fases da Simulação Eventos Discretos (adaptado de Schiefer et al., 2007, p. 1732)	29
Figura 7 - Representação utilizando Arena, retirado de Advanced-Planning (2012).....	32
Figura 8 - Interface da ferramenta Promodel, retirado de (Belge, 2010)	33
Figura 9 - Interface da ferramenta SIMIO, retirado de SIMIO (2012)	34
Figura 10 - Interface da ferramenta Simul8, retirado de Chwif e Medina (2006)	34
Figura 11- Processo "Reclamação de Encomendas de Clientes"	40
Figura 12 - Identificação dos padrões workflow no processo	41
Figura 13 - Padrão workflow 4 identificado no processo	42
Figura 14 - Padrão workflow 7 identificado no processo	42
Figura 15 - Padrão workflow 9 identificado no processo	43
Figura 16 - Padrão workflow 16 identificado no processo (WP-16 - Deferred Choice)	44
Figura 17 - Padrão workflow 30 identificado no processo	44
Figura 18 - Cenário com uma nova barra de ferramentas com os padrões de Workflow.....	45
Figura 19 - Simbit do Padrão de Workflow 4 - "Exclusive choice".....	47
Figura 20 - Simbit do Padrão de Workflow 7 - "Structured Synchronizing Merge"	49
Figura 21 - Simbit do Padrão de Workflow 9 - "Structured Discriminator"	51
Figura 22 - Simbit do Padrão de Workflow 16 - "Deferred Choice".....	53
Figura 23 - Simbit do Padrão de Workflow 30 - "Structured Patial Join"	56
Figura 24 - Modelo de simulação do processo "Reclamação de Encomendas de Clientes"	58
Figura 25 - Identificação dos padrões de workflow no processo de simulação.....	59

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Simio's Standard Object Library	36
Tabela 2 - Resultado implícito de um parecer sobre uma reclamação	38
Tabela 3 - Reclamações de clientes relativas ao ano 2014.....	39

Acrónimos

BDP	Business Process Diagram
BPEL4WS	Business Process Execution Language for Web Services
BPM	Business Process Management
BPML	Business Process Modeling Language
BPMN	Business Process Model and Notation
BPMS	Business Process Management System
EPC	Event-driven Process Chain
DES	Discrete Event Simulation
DSR	Design Science Research
YAWL	Yet Another Workflow Language
BPEL	Business Process Execution Language

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma visão global do trabalho através do enquadramento, motivação e principais objetivos que levaram à realização da presente dissertação sobre o desenvolvimento de “Modelos de Simulação de Processos por Junção de Componentes”.

Ainda neste capítulo são apresentadas, de forma sucinta, os conteúdos dos restantes capítulos.

1.1 Enquadramento

As organizações perante um ambiente complexo e cada vez mais competitivo, num mundo cada vez mais global, necessitam de se adaptar rapidamente às mudanças que ocorrem à sua volta. É importante que estas sejam dotadas de mecanismos que permitam uma adaptação contínua às exigências a que estão sujeitas.

Mas as mudanças representam riscos devido ao impacto que podem ter no processo e nos componentes da organização, sendo que muitos esforços da reengenharia ou reformulação de processos acabam por falhar quando são levados à prática (Manson, 2006).

A forma de contribuir para a avaliação de cenários futuros ou otimização dos existentes sem incorrer nos custos e riscos de uma implementação poderá passar pela utilização de ferramentas de simulação.

A simulação de processos ajuda a prever potenciais impactos das modificações nos processos de negócio atuais e comparar alternativas de implementação. Além disso, a simulação fornece uma base quantitativa para apoiar ou descartar uma iniciativa de mudança. Estas ferramentas permitem reproduzir em computador um sistema real, facilitando a alteração de variáveis caso os resultados não sejam os esperados, evitando assim, os riscos de uma experimentação no terreno. A simulação computadorizada tem portanto um vasto campo de aplicação, como defende (Oliveira, 2009):

“A simulação tem vindo ao longo dos tempos a contribuir para a análise e compreensão de sistemas complexos. Habitualmente utilizada e divulgada na indústria e com resultados credíveis, a simulação, com o advento da gestão de processos de negócio, passou a ter também aqui, um campo de aplicação”.

A simulação de processos de negócio, enquadrada numa abordagem BPM, contribui para a avaliação de cenários futuros e de novas opções, sem provocar danos irreparáveis depois de uma implementação consumada. Além disso, apoia a gestão da mudança, visto que torna visíveis as razões de tais mudanças. A simulação funciona como uma ferramenta de diagnóstico para a identificação de problemas e

ineficiências na organização. Por meio da simulação é possível testar e analisar diferentes cenários, para verificar o impacto que têm nos sistemas e avaliar o retorno antes de realizar as mudanças ou planejar a implementação da transformação do negócio.

Neste contexto, a simulação de processos de negócio, como forma expedita de analisar e explorar diferentes cenários de organização do trabalho nas organizações pode trazer grandes benefícios, em particular:

- Encontrar a “melhor” configuração para a utilização dos seus recursos;
- Desenvolver a estrutura lógica mais adequada para os processos organizacionais;

No entanto, pode ser uma atividade bastante morosa e sujeita a falhas, já que, por norma, implica a criação dos modelos de simulação de raiz.

Neste âmbito, um trabalho de particular importância, liderado pelo Prof. Van der Aalst, vulgarmente designado por *Workflow Patterns Initiative*, resultou na identificação e documentação de um conjunto de situações recorrentemente observadas em processos de negócio – os padrões de workflow.

A *Workflow Patterns Initiative* foi estabelecida com o objetivo de delinear e descrever as atividades e suas ordens de execução através de diferentes construtores. Surgem durante a modelação de processos de negócio em uma base recorrente e que permitem o fluxo de controlo de execução (Aalst et al., 2003). Assim, emerge a seguinte questão de pesquisa como o principal impulsionador deste trabalho:

Como tornar mais eficientes e eficazes os esforços de simulação em iniciativas de melhoria de processos de negócios?

1.2 Motivação

A simulação é hoje considerada uma componente chave no contexto BPM. Apesar das suas capacidades de previsão, a utilização em larga escala no âmbito do BPM, em comparação com o que deveria acontecer, é reduzida. Isto deve-se, essencialmente, às limitações das ferramentas de simulação atuais.

Neste trabalho, vamos concentrar a nossa atenção no desenvolvimento de modelos de simulação por junção de componentes. Da qualidade dos modelos de processo, da exatidão dos dados de entrada e dos componentes a utilizar, dependem os resultados da simulação. Para obter resultados fiáveis e em tempo útil da simulação, deve ser assegurada a correta aplicação dos mesmos.

Quando os componentes são de fácil utilização e previamente testados, a simulação tem maior potencial para prever os impactos das mudanças sobre as operações atuais e fornecer orientações sobre o melhor caminho a seguir. Componentes imprecisos podem alterar os resultados de simulação, alterando o propósito da condução para melhorias prevista.

Depois do trabalho liderado pelo Prof. Van der Aalst, seria oportuno construir um repositório de componentes com base nos padrões de workflow e assim possibilitar a reutilização destes componentes de uma forma ágil e fidedigna.

1.3 Objetivos e Resultados Esperados

Com este trabalho pretende-se explorar a construção de um repositório de componentes de simulação correspondentes aos referidos padrões de workflow. Deste modo espera-se que qualquer modelo de simulação de processos, ao recorrer a estes componentes previamente desenvolvidos e testados, possam ver a sua implementação acelerada e parcialmente pré-validada. Para esse efeito efetuaremos:

1. Revisão de literatura para enquadrar o estado da arte;
2. Aquisição de conhecimentos de modelação de processos de negócio;
3. Aquisição conhecimentos na utilização de ferramentas de simulação.
4. Análise do catálogo de padrões de workflow e seleção dos mais relevantes;
5. Definição dos correspondentes componentes de simulação;

Como resultado final, espera-se desenvolver um repositório de componentes para serem utilizados num ambiente de simulação e a construção de um protótipo envolvendo a utilização dos mesmos.

1.4 Estrutura do Documento

A estrutura desta dissertação divide-se em quatro capítulos.

No presente capítulo é apresentada uma visão global do trabalho a realizar, demonstrando a pertinência do mesmo e traçando os objetivos a que a presente dissertação pretende dar resposta.

No segundo capítulo é efetuado um estudo das áreas envolvidas, com o objetivo de dar consistência ao trabalho de investigação a realizar. É um trabalho de recolha e sistematização da informação com o objetivo de efetuar uma síntese dos conceitos mais relevantes. Em particular, é feito um enquadramento ao BPM, referindo o seu contexto, os seus princípios orientadores e as práticas que caracterizam a sua implementação nas organizações. São enaltecidos os benefícios que a sua adoção traz a uma organização e a necessidade de melhoria contínua dos processos de negócio, em um ambiente económico em constante mudança. Depois é salientada a importância da modelação de processos e, neste contexto, é evidenciado o trabalho efetuado por alguns investigadores sobre situações recorrentes observadas em processos de negócios – padrões de workflow (*workflow patterns*). Finalmente, e não menos importante, é abordada a simulação de processos, a sua aplicabilidade no contexto de melhoria contínua e processo decisão. São

também referidos os principais paradigmas de simulação e descritas algumas ferramentas de Simulação de Eventos Discretos.

No terceiro capítulo é apresentada a abordagem metodológica utilizada para desenvolver o projeto de investigação, neste caso, a Design Science Research. É também justificada a escolha desta abordagem.

No quarto capítulo é selecionado o processo que vai demonstrar a exequibilidade do assunto que se propõe nesta dissertação e, será efetuada a seleção da ferramenta de simulação que irá servir de base ao trabalho a desenvolver. De seguida, será efetuada uma pequena descrição do processo com a representação do seu modelo. Finalmente serão identificados os padrões de workflow no referido processo, assim como, a criação dos Simbits para a criação do repositório de componentes para serem utilizados num ambiente de simulação.

Por ultimo, no quinto capítulo, serão apresentadas as conclusões, contributos e algumas limitações do trabalho realizado. Também serão propostos alguns trabalhos futuros, que podem vir a ser desenvolvidos a partir do trabalho efetuado nesta dissertação.

1.5 Abordagem Metodológica

A abordagem metodológica utilizada apoia-se na Design Science Research (DSR). O paradigma da Design Science Research é proactivo em relação à tecnologia, e tem como objetivo desenvolver conhecimento para apoiar a conceção e avaliação de artefactos inovadores ao nível das TI e que tenham impacto nas pessoas e nas organizações. A principal preocupação desta abordagem é a utilidade. Esta abordagem cria e avalia artefactos destinados a resolver problemas organizacionais identificados (Hevner et al., 2004).

O princípio fundamental desta abordagem é que o conhecimento e compreensão do problema e da sua solução são adquiridos na construção e aplicação de um artefacto. Como o artefacto é direccionado à resolução de um problema específico, a avaliação da sua utilidade é crucial (Hevner et al., 2004).

Manson (2006, p. 161) define DSR como “um processo de utilização do conhecimento para projetar e criar artefactos com utilidade, e, depois usar diferentes métodos para analisar o porquê, ou porque não, um artefacto em particular é eficaz. A compreensão adquirida durante a fase de análise realimenta e constrói o corpo de conhecimentos da disciplina”. Ou seja, a criação do artefacto, na DSR, é o principal meio pelo qual se pode gerar novos conhecimentos baseados em experiências práticas. O artefacto em si não é necessariamente o principal resultado. Segundo (Manson, 2006) a metodologia DSR compreende as seguintes etapas:

- **Entendimento ou Consciencialização do problema:** o problema de investigação começa quando o investigador toma conhecimento de um problema ou oportunidade de pesquisa.

- **Sugestões:** Durante a etapa de sugestão, elabora um ou mais modelos de tentativa para a resolução do problema. Os projetos preliminares estão ligados a uma proposta formal que inclui, normalmente, um projeto experimental. Esta etapa é totalmente criativa, e é nesta fase que diferentes investigadores irão chegar a diferentes modelos experimentais.
- **Desenvolvimento:** Nesta etapa, o investigador contruirá um ou mais artefactos. As técnicas utilizadas variam, dependendo do artefacto a ser contruído.
- **Avaliação:** Uma vez construído, o artefacto deve ser avaliado em função dos critérios que estão implícitos ou implicitamente contidos na proposta. Quaisquer desvios de expectativas devem der relatados pelos investigadores. Antes e durante a construção, os investigadores formulam hipóteses sobre como será o comportamento do artefacto. Na DSR raramente as hipóteses iniciais são descartadas; porem, os desvios de comportamento esperados do artefacto forçam os pesquisadores a redefinir e buscar novas sugestões.
- **Conclusões:** Nesta fase são consolidados e registados os resultados da pesquisa.

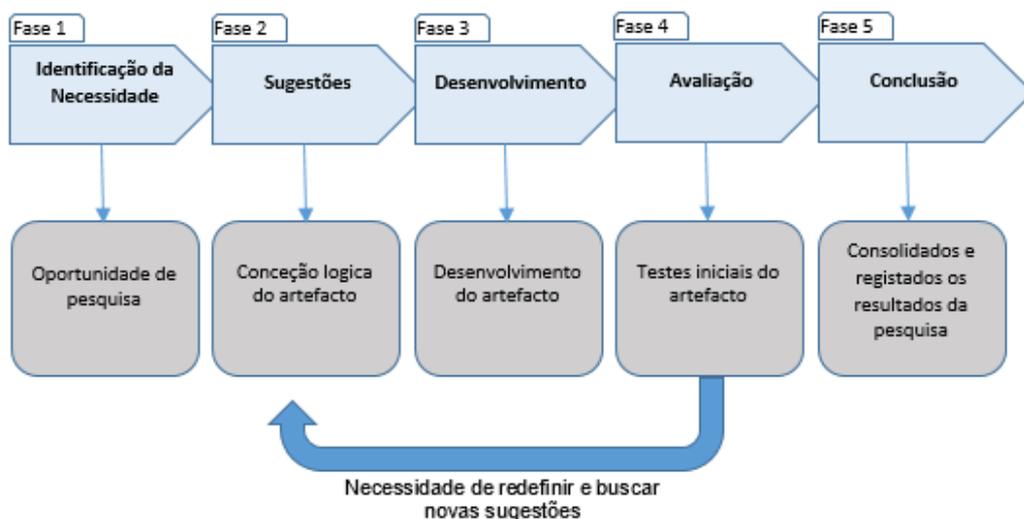


Figura 1 - Fases da metodologia Design Science Research Metodologia

A aquisição do conhecimento ocorre conjuntamente com o desenvolvimento, desde a análise do conhecimento existente para a criação do artefacto até à aplicação num contexto ou situação específica, gerando um novo conhecimento (Manson, 2006).

A inovação do artefacto é essencial, visto que este tem como finalidade resolver um problema até agora sem solução ou resolver um problema conhecido de uma forma mais eficiente e eficaz. O artefacto deve ser definido com rigor e de forma coerente e consistente. O processo através do qual é criado, que é muitas

vezes o artefacto em si, incorpora e permite um processo de procura através do qual o problema é construído e o mecanismo para encontrar uma solução efetiva é aprovado (Hevner et al., 2004).

As questões fundamentais subjacentes a esta abordagem são duas:

- Que utilidade fornece o novo artefacto?
- O que demonstra a sua utilidade?

Devem ser mostradas evidências que resolvam estas duas questões.

Desta forma, o trabalho de investigação iniciar-se-á com a atividade de descrever e definir o problema, através de uma revisão de literatura sobre a área do problema. De modo semelhante, mas mais criativo, serão seleccionados os padrões de workflow que servirão de base aos componentes a desenvolver e será desenhada uma solução para cada um deles. Com as soluções especificadas, e utilizando uma ferramenta de simulação a definir, proceder-se-á ao desenvolvimento dos componentes com base nos padrões de workflow para posteriormente construir um protótipo com a utilização destes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Até muito recentemente, as organizações estruturavam sua forma de operar com base numa abordagem hierárquica e funcional do trabalho, inspirada no modelo Taylorista. Nos dias de hoje, a excessiva segmentação hierárquica e funcional tornam os modelos de gestão tradicionais obsoletos (Oliveira, 2009). As organizações necessitaram de procurar novas formas de se estruturarem pois necessitavam de ser ágeis e eficazes para responderem mais facilmente às pressões e oportunidades do mercado como se refere em (Pereira, 2004):

“uma organização estruturada em unidades funcionais semiautónomas, mais preocupadas com o seu próprio desempenho do que com o desempenho da organização como um todo, não está preparada para compreender as necessidades do mercado e responder de forma efetiva às suas solicitações”

Face a esta necessidade de mudança, surge um novo paradigma organizacional (Pereira, 2004) em que a Gestão por Processos de Negócio (BPM - *Business Process Management*) aparece como um dos pilares fundamentais e que preconiza uma constante mudança e melhoria dos processos de negócio na prossecução dos objetivos das organizações.

De acordo com Harmon citado em Jeston e Nelis (2006, p. 11), o BPM pode ser definido como *“uma disciplina de gestão focada em melhorar a performance de uma organização pela gestão dos seus processos organizacionais”*.

Se por um lado BPM visa melhorar os processos de negócios, sem implicar, forçosamente, o uso das novas tecnologias da Informação e Comunicação, a tecnologia workflow tradicional visa a automatização de processos de negócios de uma forma bastante mecanicista, sem muita atenção aos fatores humanos e suporte à gestão. Nesse âmbito, a simulação pode dar um contributo essencial pois, por exemplo, permite aos gestores obter ideias sobre como reduzir custos e melhorar os níveis de serviço.

2.1 Business Process Management

As organizações com uma estrutura organizacional tradicional, com elevada segmentação hierárquica e funcional, têm muita dificuldade em adaptar-se a novas realidades. Este facto é um obstáculo à capacidade da organização responder rapidamente às exigências dos mercados (Oliveira, 2009).

Para se prepararem para as condições exigentes da atual envolvente, as organizações adotaram um novo paradigma organizacional, baseado no conceito de Gestão por Processos de Negócio (BPM). Em termos

simples, BPM é uma abordagem inovadora à operação e gestão das organizações em que os seus processos de negócio são modelados, automatizados, monitorizados e constantemente otimizados, de modo a aumentar o seu desempenho global.

2.1.1 Contextualização

A Gestão por Processos de Negócios (BPM) é uma abordagem de gestão em que o entendimento da organização e a tomada de decisões é realizada com base no conceito de processos. Jeston e Nelis (2006) definem BPM como a realização dos objetivos de uma organização através da melhoria, gestão e controle de processos de negócio essenciais.

Desta forma, podemos enumerar os seguintes fatores como sendo relevantes para uma gestão por processos:

- 1) Processos bem definidos – Uma organização que aplica BPM possui uma cadeia de valor bem definida e suas atividades principais são expressas em termos de processos.
- 2) Controle no nível de processos – Cada processo possui objetivos bem definidos e métricas que podem ser utilizadas para avaliar o seu desempenho e quanto esses objetivos estão sendo concretizados. É da responsabilidade dos gestores o correto funcionamento dos processos que lhes são atribuídos.
- 3) Alinhamento dos processos com os objetivos organizacionais – Os objetivos estratégicos da organização condicionam os objetivos de cada processo. Mudanças estratégicas devem ser traduzidas em mudanças nos processos e é da responsabilidade dos gestores manterem continuamente este alinhamento.

A gestão por processos requer um compromisso da organização como um todo, desde o nível operacional até ao planeamento estratégico a longo prazo. As características das organizações que não adotaram a visão processual segundo (Jeston & Nelis, 2006) são:

- Estrutura organizacional baseada nos departamentos;
- Métricas de desempenho são definidas em relação a departamentos;
- Relacionamento entre os processos não é bem compreendido;
- Processos e planeamento estratégico não estão alinhados;
- Funcionários não entendem ou não estão comprometidos com os processos da empresa.

(Harmon, 2003) comenta que muitos gestores, se lhes pedirem para descrever a sua organização, irão mencionar os departamentos que existem, quem é responsável por cada um e a quem respondem, descrevendo a estrutura hierarquia da organização. Sob esta perspetiva, não é esclarecedor, qual o serviço/produto oferecido pela organização, quem é o seu cliente e o que ela faz para produzir esse produto

ou serviço. A descrição das cadeias de valor da organização e de seus processos principais respondem a estas perguntas e tornam mais claros os fatores que poderão levar a organização a alcançar uma vantagem competitiva no mercado.

Intimamente associada à BPM está uma classe específica de plataformas software, designadas Sistemas de Gestão de Processos de Negócio (*Business Process Management System* - BPMS), que suportam o conceito BPM através da orquestração dos processos de negócio com os recursos humanos e tecnológicos necessários à execução das atividades.

Os BPMS permitem que as organizações mudem, muito rapidamente, a sua forma de operar através da simples alteração dos modelos dos processos de negócio. Em todo o caso, mesmo num ambiente de negócio em contínua mudança, as decisões de alteração têm que ser tomadas rapidamente, de forma consciente e informada. Na figura 1 apresenta-se as ferramentas que são disponibilizadas pelos BPMS, que auxiliam na execução e na integração dos processos neles descritos, reforçando o papel do BPM na integração de componentes de negócio, fomentando o desempenho e a melhoria contínua.

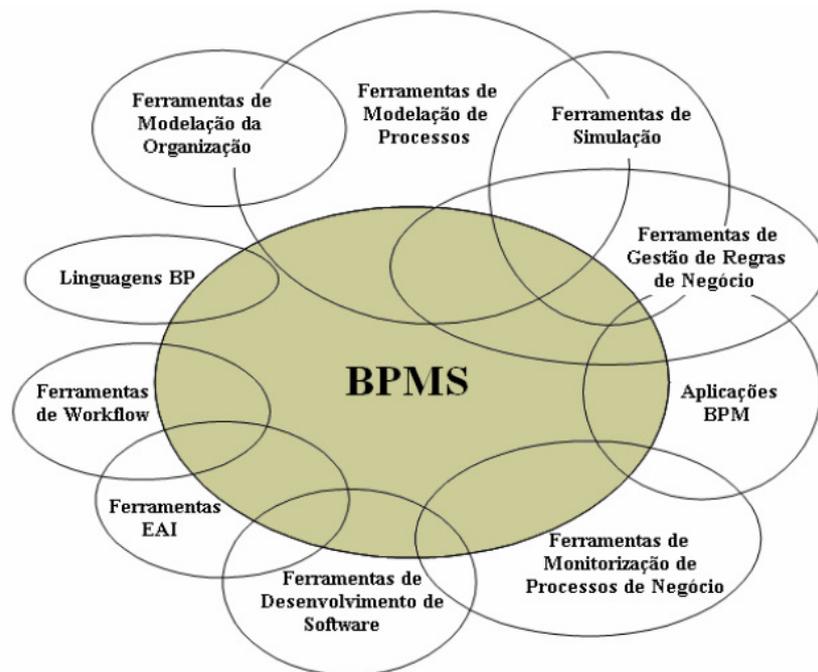


Figura 2 - Âmbito do BPMS (Miers e Harmon, 2005)

As ferramentas workflow são parte integrante dos BPMS, responsabilizando-se pela eficiência do trabalho e viabilização do fluxo de atividades nas organizações. Mas o planeamento do processo não inclui apenas a definição do fluxo de atividades, mas também os seus objetivos dentro da cadeia de valor da organização. A aquisição de recursos, formação do pessoal, a definição de como o acompanhamento do processo será realizado e que atitudes serão tomadas no caso de algum problema fazem parte do planeamento do processo. A definição das atividades executadas no processo é apenas o primeiro passo.

O controlo do processo, por sua vez, corresponde a acompanhar os resultados do processo de acordo com métricas definidas durante o planeamento e executar ações corretivas quando necessário.

Neste contexto, suporte dos processos recorrendo a ferramentas adequadas (como os BPMS), é uma das primeiras atitudes para se melhorar o desempenho de uma organização. Processos suportados deste modo, proporcionam maior produtividade e permitem uma monitorização muito mais efetiva do funcionamento da organização.

2.1.2 Processos de Negócio

A constante exigência e melhoria contínua, em que hoje em dia as organizações têm de operar, levam a que estas procurem novas formas de organizar o trabalho, privilegiando uma visão mais global e integrada, em contraponto com a visão segmentada do trabalho que é característica da abordagem funcional (Oliveira, 2009). É precisamente neste contexto que surge o conceito de processo organizacional, como forma de integrar todos os recursos da organização, independentemente da divisão funcional existente (figura 2).

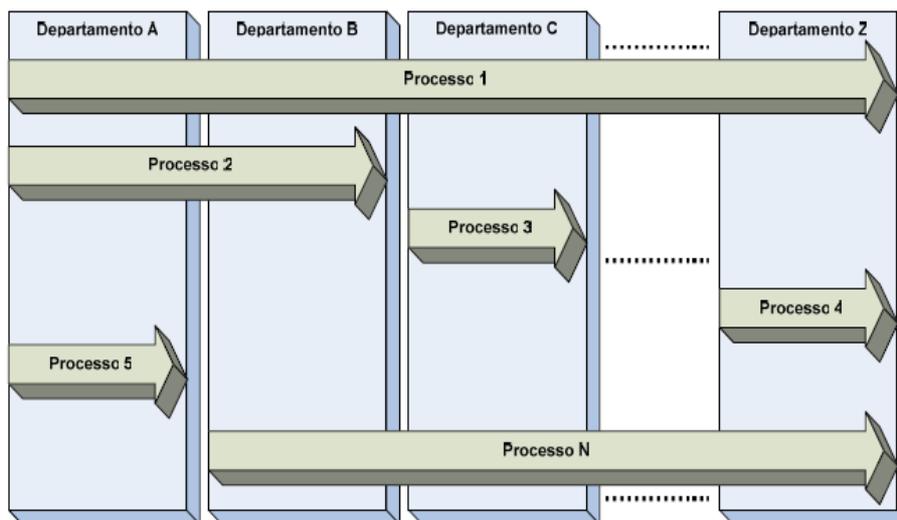


Figura 3 - Processos organizacionais e a estrutura funcional (Pereira, 2004)

Com a segmentação do mercado e com a redução dos ciclos de vida da produção, entre outros fatores, os gestores e investigadores procuram estruturas organizacionais mais adequadas às condições de mercado e infraestruturas das empresas. As organizações passam a ser retratadas pelos seus processos de negócio e não pelo seu organograma.

Segundo (Cichocki et al., 2012), “um processo representa uma descrição e ordenação de atividades ao longo do tempo e espaço com o objetivo de produzir produtos ou serviços específicos, de forma a cumprir os objetivos da organização”. O processo fornece uma base conceptual para a integração e coordenação dos recursos distribuídos, tarefas e indivíduos. Na figura 3, (Aalst et al., 2003) mostra quatro perspetivas,

em que na base, encontra-se a perspectiva de processo e que agrega as outras três perspectivas. Para que o processo seja eficiente é necessário analisar as tarefas, os recursos e as informações.

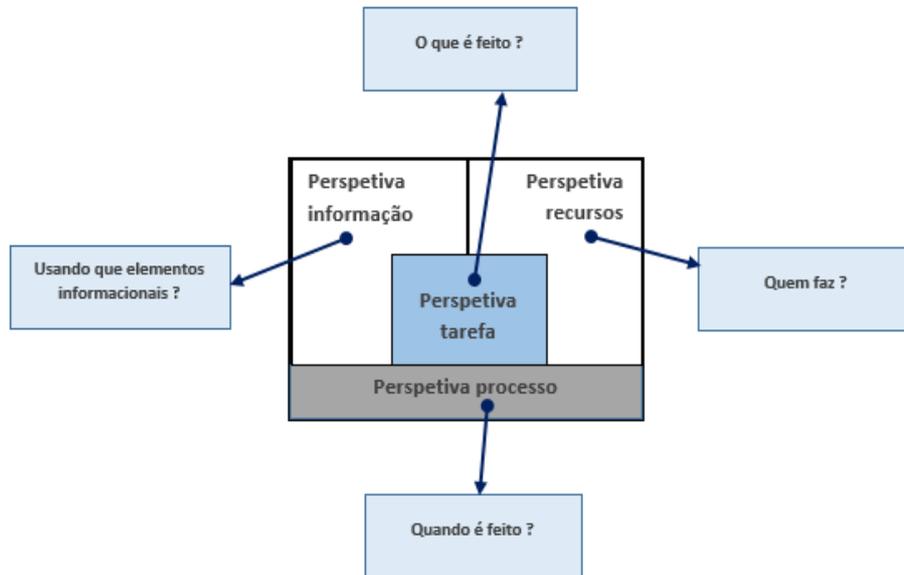


Figura 4 - Perspetivas de processo (adaptado de Aalst, 2003)

Quando uma organização não opera com base no conceito de processo, as três perspectivas são vistas individualmente, ocasionando assim uma menor eficiência na resposta, tanto interna, quanto externa.

De acordo com (Forster, 2006), melhoria de processos é uma abordagem sistemática em que as organizações procuram melhorar os seus processos e assim atingir bons resultados. Também (Schierholz & Al-Mudimigh, 2007) define um processo de negócio como um conjunto de atividades inter-relacionadas que possuem entradas definidas, e quando executado, resulta em saídas que agregam valor na perspectiva dos clientes, ou seja, traduz a forma como a organização realiza seu trabalho. Eles são interfuncionais e atravessam as funções organizacionais. É uma abordagem estruturada para entender, analisar, apoiar e melhorar continuamente os processos fundamentais de uma organização. Estas atividades contêm informação sobre “como”, “quando” e “quem” executa o trabalho, havendo um fluxo de informação transversal às várias áreas funcionais da organização (Magalhães, 2008).

2.2 A Gestão por Processos

Uma das condições essenciais para sustentar a abordagem BPM é o alinhamento dos processos de negócio com a estratégia organizacional. Com processos claramente definidos e alinhados com a estratégia, melhores resultados são obtidos com esta abordagem (Harmon, 2009).

Para adotarem esta abordagem, as organizações devem submeter-se a uma modificação profunda, mudando a forma como o trabalho é pensado e executado. Como tal, um correto planeamento surge como

fator decisivo na implementação com sucesso desta abordagem. Para tal, devem ser considerados três fatores essenciais (Oliveira, 2009):

- **Cultura.** Todas as organizações possuem uma cultura própria que deve ser interiorizada pelos seus colaboradores. Dada esta abordagem pressupor uma melhoria contínua dos processos organizacionais, isso pode significar mudanças organizacionais ligeiras ou profundas. Portanto, a compreensão e cooperação dos colaboradores pode fazer a diferença no cumprimento dos objetivos definidos pela organização. Um colaborador que participe na definição de objetivos e seja devidamente recompensado, terá um empenho ativo no alcance dos objetivos da organização. Contrastando, um colaborador que não tenha sido envolvido pode resistir fortemente à mudança, pondo em causa o alcance dos objetivos, comprometendo toda a estratégia da organização.
- **Ferramentas.** Para a organização adotar esta abordagem, é necessário o suporte através de ferramentas tecnológicas que a permitam implementar e suportar em termos práticos. Estas ferramentas designam-se por BPMS, e permitem estabelecer uma comunicação entre a área de negócio e a área tecnológica. Estas ferramentas suportam a modelação, implementação, desenvolvimento, execução, medição e melhoria dos processos de negócio da organização.
- **Metodologia.** A forma como a organização implementa esta abordagem pode condicionar o sucesso da mesma. Os passos que conduzem à transformação de uma estrutura de gestão tradicional numa estrutura organizacional orientada aos processos de negócio, assumem-se como críticos, logo necessitam do foco dos gestores da organização. Portanto, deve existir um comprometimento dos gestores com o processo de mudança na organização, não podendo este ser posto em causa por eventuais resistências originadas pela natureza deste processo.

Para uma implementação bem-sucedida desta abordagem, é necessário conjugar os três fatores referidos.



Figura 5 - Os três fatores base para o sucesso do BPM

Cada um deles possui um peso significativo que pode comprometer o sucesso da implementação, logo devem receber toda a atenção da organização. Alinhar os objetivos estratégicos da organização com esta abordagem é a melhor forma de a implementar. Definidos os objetivos da organização, é possível determinar quais os processos de negócios essenciais ao alcance desses mesmos objetivos. Isto resulta do facto dos processos de negócio serem ativos da organização que lhes permitem produzir valor (Smith & Fingar, 2003).

2.2.1 Benefícios da Gestão por Processos

Assim, por meio de uma implementação eficaz de BPM, podem-se obter os seguintes benefícios (Burlton, 2011):

- Integrar os vários fatores envolvidos num processo (pessoas, tecnologia, equipamento) de modo a assegurar compatibilidade;
- Reagir rapidamente às mudanças do mercado;
- Permitir desenvolver novos negócios mais rapidamente;
- Acomodar mais facilmente processos de terceirização ou mesmo de gerenciamento da cadeia de suprimentos;
- Reforçar padrões, políticas e procedimentos através da organização;
- Criar pontos de contato simplificados para um determinado processo e ser capaz de rastrear responsabilidades através do processo;
- Aumentar a capacidade de supervisionamento do desempenho, eliminar gargalos, e assegurar a realização das tarefas previstas;
- Supervisionar o estado de todos os processos, incluindo que atividades estão subjacentes aos padrões, políticas e procedimentos;
- Integrar funcionários de diferentes unidades e locais;
- Encontrar oportunidades para automatizar atividades e eliminar redundâncias;
- Melhorar a execução de processos automatizados e fazer mudanças quando necessário;
- Identificar atividades que não agregam valor;
- Aumentar a produtividade examinando tempos e custos gastos nos processos;
- Mudar a mentalidade para a melhoria contínua;
- Melhorar a imagem da organização para os clientes;
- Alcançar os objetivos organizacionais estratégicos com transparência;

2.3 Modelos de Processos

Com a abordagem BPM, em que um negócio é construído sobre uma base de processos, tornou-se importante a modelação dos mesmos como forma de melhor conhecer o funcionamento da organização. Deste modo, é facilitada a análise e documentação de um processo a partir do levantamento de informações, no sentido de como o processo é realizado, da identificação dos recursos necessários para seu funcionamento, da eliminação de etapas ambíguas, automatização do fluxo e da indicação dos seus responsáveis. Também através dos modelos de processos tornou-se mais fácil a identificação dos pontos críticos para o seu funcionamento.

Sendo assim, a modelação pretende apreender em seus modelos objetivos, estratégias e regras de uma organização, ajudando os colaboradores de uma organização a formar um conhecimento compartilhado interna e externamente (White & Miers, 2008).

Pode-se dividir a modelação de processos de negócio em duas fases distintas: fase *AS-IS* e a fase *TO-BE*. Garratt et al. (2007, p. 24) definem a fase *AS-IS* como a “*abordagem que permite a captura, documentação, e entendimento dos processos atuais*” e define a fase *TO-BE* como “*a fase na qual os processos podem ser modelados, permitindo melhorias nos processos baseadas nas informações e análise dos processos mapeados na fase AS-IS*”.

Os modelos de processos constituem para os gestores de processo uma importante ferramenta para a tomada de decisão. O uso de modelos é essencial para que o gestor teste alternativas para assim tomar uma decisão mais precisa. É necessário que a modelação de processos de negócios contemple um grau adequado de clareza e formalização dos seus níveis de abstração, ou seja, prover o conhecimento de seu funcionamento, alinhando-o com a estratégia da organização e propondo a melhoria contínua dos seus processos de negócios. A modelação de processos pode ser uma oportunidade para a organização clarificar e formalizar os seus processos de negócio a fim de promover a representação e entendimento das suas atividades de trabalho, para minimizar problemas e maximizar o seu desempenho.

Na modelação de processos surge a necessidade de disponibilizar uma notação universal, compreensível para os utilizadores e analistas do negócio, bem como para os técnicos que irão implementar e monitorizar as soluções tecnológicas que irão suportar os processos. As notações com maior relevância atualmente são a *Business Process Model and Notation* (BPMN), Diagramas de Atividades UML e Event-driven Process Chain (EPC).

A BPMN, uma das mais utilizadas, cria uma ponte entre a modelação do processo de negócio e a sua implementação. A BPMN fornece uma notação para expressar os processos de negócio num único diagrama de processo de negócio (BPD - Business Process Diagram). Trata-se de uma notação que é compreensível por todos os utilizadores, analistas e técnicos, além de garantir que linguagens projetadas para a execução de processos de negócio, tal como a BPEL (*Business Process Execution Language*) sejam

visualmente representadas com uma notação comum. Um dos objetivos da BPMN é criar um mecanismo simples para o desenvolvimento dos modelos processos de negócio, e ao mesmo tempo poder garantir a complexidade inerente aos processos. Procura diminuir a distância entre a modelação e a implementação dos processos de negócio.

Um modelo workflow é um modelo do processo que, além de representá-lo graficamente, também inclui todas as informações que são necessárias para que a sua execução seja automatizada.

Em uma das definições da literatura relativa à tecnologia de workflow, (Georgakopoulos et al., 1995) associa esta tecnologia à especificação de processos de negócio, reengenharia e automação, quando define workflow como uma coleção de tarefas organizadas para realizar processos de negócio. Segundo esses autores, workflows são processos – sucessões temporais e lógicas de funções que são necessárias para executar operações em objetos economicamente relevantes – com transições automatizadas, ou seja, processos cujo controle lógico está dentro de um sistema de informação.

A *Workflow Management Coalition* (WfMC) é uma organização sem fins lucrativos formada por um conjunto de empresas e grupos de investigação distribuídos pelo mundo, trabalhando na construção de normas para sistemas workflow. Sua ideia principal é explorar as semelhanças que existem entre os produtos de gestão de workflow para permitir uma melhor integração e um maior grau de interoperabilidade entre eles. Isto torna-se vantajoso tanto para utilizadores quanto para desenvolvedores de soluções para este mercado (WfMC, 1999). Segundo a WfMC, workflow é "*A automação de um processo de negócio, total ou parcial, na qual documentos, informações ou tarefas são passados de um participante a outro para a realização de ações.*" Esta definição apresenta o aspeto funcional do workflow. Ainda segundo a WfMC, os sistemas de gestão de workflow são "*sistemas para definição, criação e gestão da execução de fluxos de trabalho através do uso de software, capaz de interpretar a definição de processos, interagir com seus participantes e, quando necessário, invocar ferramentas e aplicações.*" (WfMC, 1999).

Os modelos de processos contêm muita informação (entradas e saídas, sistemas, dependências entre atividades, eventos, etc.), pelo que a gestão de processos de negócio associada à tecnologia workflow suscitou o interesse de vários académicos e profissionais. Desta associação podem advir benefícios como (Thom et al., 2007):

- Descrição precisa e não ambígua dos processos de negócio existentes;
- Melhor definição de novos processos;
- Maior eficácia na coordenação do trabalho entre diferentes entidades;
- Obtenção, em tempo real, de informações precisas sobre os processos em execução;
- Padronização dos processos executados pela organização;

Estes fatores podem traduzir-se num aumento da qualidade dos processos, dos seus resultados e da organização como um todo e proporcionar uma redução de custos, erros, tempo, redundância na execução de processos e um maior controle.

Processos de negócio e os modelos de workflow correspondentes incluem uma variedade de situações que podem ocorrer diversas vezes numa mesma definição do processo (Thom et al., 2006). Este tipo de procedimento pode ser considerado ineficiente e passível de erros na perspetiva de manutenção pois normalmente são redesenhados para todas as aplicações de workflow.

Um padrão é a abstração de uma forma concreta a qual se mantem recorrente em contextos específicos não arbitrários (Riehle & Züllighoven, 1996). Mais recentemente (Thom et al., 2006) define padrão de workflow como a descrição de uma função recorrente encontrada com frequência em processos de negócio (ex.: notificação, aprovação, decisão, solicitação de execução de tarefa). Padrões ajudam a promover boas práticas de desenvolvimento.

O progressivo grau de importância do BPM levou alguns investigadores a direcionarem o foco das suas pesquisas para a construção de cada nova modelação de processos (Aalst et al., 2003), (Russell et al., 2006), (Thom et al., 2006). Nestas pesquisas foram identificados padrões de atividades, os quais representam funções de negócio recorrentes, encontradas com frequência em processos de negócio - padrões de workflow (*workflow pattern*). Esta coleção de padrões foca sobretudo as dependências entre as atividades de um processo numa determinada etapa do desenvolvimento de aplicações orientadas a processos.

Estes investigadores defendem a ideia de que a padronização de estruturas de processo e a reutilização dos padrões resultantes podem aumentar a produtividade na fase de modelação como na sua documentação e manutenção.

Neste âmbito, um trabalho de particular importância, liderado pelo Prof. Van der Aalst, vulgarmente designado por *Workflow Patterns Initiative*, resultou na identificação e documentação de um conjunto de situações recorrentemente observadas em processos de negócio – os padrões workflow.

2.3.1 Padrões Workflows

Workflow Patterns Initiative foi estabelecida com o objetivo de identificar e descrever as situações recorrentes que surgem frequentemente nos modelos de processo. Surgem durante a modelação de processos de negócio em uma base recorrente, sobretudo em termos de fluxo de controlo de execução (Aalst et al., 2003b).

Com a identificação dos padrões workflow obtêm-se vantagens como:

- a) Maior eficiência na modelação: Com poucos padrões é possível modelar uma grande variedade de processos. Tais padrões são mais próximos do vocabulário ou nível de abstração no qual o processo

de negócio é usualmente descrito (documentado) pela própria organização. Acredita-se que a reutilização destes padrões pode diminuir o tempo de modelação (eficiência) e garantir maior probabilidade de correção na automatização do processo.

- b) Interoperabilidade: a reutilização dos padrões pode contribuir para maior interoperabilidade entre sistemas de suporte à gestão de processos.
- c) Aplicabilidade em diferentes níveis de abstração: Alguns padrões podem ser úteis tanto para a modelação dos processos de negócio, como ao nível da implementação.

Padrões Workflow simplificam o processo de modelação e possuem semântica simples e bem definida. (Aalst et al., 2003), juntamente com outros investigadores, propôs uma notação, conhecida como YAWL (*Yet Another Workflow Language*) com a qual descreveram um conjunto de padrões complexos de controle de fluxo encontrados em workflows e que não eram diretamente representáveis por outras linguagens. A linguagem YAWL foi proposta para preencher esta lacuna, permitindo analisar qualitativamente estes padrões.

Através da análise estrutural e do particionamento de cada processo, evidenciou-se que os padrões classificados representam o conjunto necessário e suficiente de construtores para a modelação de todos os processos. Tais padrões podem, eventualmente, simplificar o processo de modelação, visto que possuem semântica simples e bem definida. Os padrões de workflow investigados podem, ainda, ser utilizados para teste de completude e na comparação da expressividade das ferramentas e linguagens de modelação de workflow existentes e futuras.

2.3.2 Diferentes perspetivas de padrões

Um workflow pode ser modelado sob diferentes perspetivas, sendo que as mais relevantes são:

- Fluxo de controlo - descreve a ordem (parcial) de execução das atividades pertencentes ao workflow por meio de diferentes construtores de composição. O fluxo de controlo define a transferência de controlo entre atividades conectadas, habilitando uma atividade para execução quando as atividades que a precedem são concluídas.
- Fluxo de dados - descreve a forma como os dados são transferidos entre as atividades do workflow, ou seja, estabelece as dependências das atividades com relação aos dados que elas manipulam, com atividades produzindo dados que serão consumidos por outras atividades.
- Organizacional (também chamada de recursos) - atrela ao workflow uma estrutura organizacional, por meio da definição de papéis (desempenhados por pessoas ou equipamentos) responsáveis pela execução das atividades.

- Tratamento de exceções - lida com as causas das exceções e as ações que precisam ser tomadas nos seus tratamentos.

Grande parte dos trabalhos teóricos e ferramentas desenvolvidas para a modelação de workflows focam a perspectiva de fluxo de controlo. A ênfase dada a essa perspectiva nesse domínio é compreensível, dado que o fluxo de controlo fornece uma visão sobre a especificação de um processo de negócio que é essencial para a avaliação de sua efetividade. As outras perspectivas assumem um papel mais secundário, uma vez que elas oferecem uma visão complementar da estrutura do processo.

2.3.3 Atributos para descrição de um padrão

Há vários formatos usados na literatura para descrever padrões, no entanto, há uma concordância acerca dos atributos que um padrão pode possuir para a sua descrição. (Alexander et al., 1977) estabeleceu que um padrão deve ser descrito em cinco partes:

- Nome: uma descrição da solução.
- Exemplo: com figuras, diagramas ou descrições ilustrando um protótipo de aplicação.
- Contexto: descrição das situações sob as quais o padrão se aplica.
- Problema: descrição das forças e restrições envolvidas e como elas interagem.
- Solução: relacionamentos estáticos e regras dinâmicas descrevendo como construir artefactos de acordo com o padrão, citando variações e formas de ajustar a solução segundo as circunstâncias.

2.3.4 Exemplos de padrões

Inicialmente foram propostos para esta perspectiva vinte padrões. As primeiras pesquisas não abordavam as combinações de padrões. Mais tarde foram identificados mais 23 padrões, em que alguns deles são novos e outros baseados em especificações de padrões existentes.

O conjunto original de vinte padrões na perspectiva de controlo de fluxo foram obtidos a partir de uma pesquisa minuciosa sobre os sistemas de workflow e modelação de processos de negócio com o intuito de identificar as situações recorrentes.

Mais tarde, verificou-se que existiam um certo número de padrões originais que necessitavam de uma descrição mais precisa de forma a eliminar ambiguidades no que se refere aos conceitos que se propunham representar. Como consequência desta reflexão, tornou-se possível refinar alguns padrões existentes de forma a descreverem mais eficazmente as situações a que possam ser aplicáveis. Surgiu assim a identificação de quarenta e três novos padrões de workflow, sendo alguns destes novos padrões, baseados em especificações de padrões existentes (Aalst et al., 2003).

Descreve-se sucintamente os quarenta três padrões distribuídos por oito categorias:

Basic Control Flow Patterns

Padrão 1 - *Sequence* (WP-1)

Execução sequencial de atividades, em que uma atividade num processo é ativada depois de a antecedente estar concluída.

Padrão 2 - *Parallel Split* (WP-2)

Divisão de um fluxo de controle em dois ou mais fluxos a serem executados em paralelo.

Padrão 3 - *Synchronization* (WP-3)

Junção de múltiplas atividades/subprocessos em determinado ponto do processo de workflow, para uma única linha de controlo após a finalização de todos.

Padrão 4 - *Exclusive Choice* (WP-4)

Divisão de um fluxo de controle em dois ou mais fluxos, seguida da execução exclusiva de um deles;

Padrão 5 - *Simple Merge* (WP-5)

É um ponto no processo de workflow onde dois ou mais atividades/subprocessos convergem para uma única linha de controlo sem qualquer tipo de sincronização.

Advanced Branching and Synchronization Patterns

Padrão 6 - *Multi-choice* (WP-6)

É um ponto no processo de workflow baseado numa decisão ou num controlo de workflow onde um conjunto de ligações é escolhido.

Padrão 7 - *Structured Synchronization Merge* (WP-7)

É um ponto no processo de workflow onde duas ou mais atividades/subprocessos convergem para uma única linha de controlo. Nesta fusão pressupõe-se que se mais que uma atividade foi executada em paralelo então é necessária sincronização na sua fusão, senão não necessita de sincronização.

Padrão 8 - *Multi-Merge* (WP-8)

É um ponto no processo de workflow onde duas ou mais atividades/subprocessos convergem para uma única linha de controlo sem sincronização. Se mais que uma atividade for executada em paralelo, possivelmente em concorrência, então a atividade seguinte à fusão é executada por todas as ligações recebidas.

Padrão 9 - *Structured Discriminator* (WP-9)

É um ponto no processo de workflow que espera pela conclusão de uma das atividades/subprocessos antes de ativar a atividade seguinte.

Padrão 28 - *Blocking Discriminator* (WP-28)

A convergência de dois ou mais ramos num único ramo posterior segue uma ou mais divergências, de acordo com o modelo de processo. O *thread* de controlo transita para o ramo posterior, quando o primeiro ramo entra em execução. O *Blocking Discriminator* altera o estado para zero de todos os ramos que ainda vão ser ativos na mesma instância do processo. Estes ramos são bloqueados enquanto o estado se encontrar a zero.

Padrão 29 - *Cancelling Discriminator* (WP-29)

A convergência de dois ou mais ramos em um único ramo posterior segue uma ou mais divergências, de acordo com o modelo de processo. O *thread* de controlo é passada para o ramo seguinte, quando o primeiro ramo a chegar é ativado, provocando o cancelamento da execução de todos os outros ramos que já se encontram na ordem de execução e redefine a execução.

Padrão 30 - *Structured Partial Join* (WP-30)

A convergência de M ramos em um único ramo segue uma divergência de acordo com modelo inicial do processo. O *thread* de controlo é passado para o ramo seguinte quando N dos ramos na ordem execução seja ativado. A ativação dos ramos que se seguem na ordem de execução não resulta na transição da *thread* de controlo para estes. Este padrão faz um *reset* a todos os ramos que ainda se encontra na ordem de execução e que ainda não foram ativados.

Padrão 31 - *Blocking Partial Join* (WP-31)

A convergência de dois ou mais ramos num único segue uma ou mais divergências correspondentes ao modelo de processo inicial. O *thread* de controlo é passado para o ramo seguinte quando N dos ramos que se encontram na ordem de execução tenham sido ativados. O *Join* redefine todos os ramos que se

encontram na ordem de execução e foram ativados uma vez para a mesma instância do processo. A execução dos ramos que se encontram na ordem de execução são bloqueados até o *Join* terminar.

Padrão 32 - *Cancelling Partial Join* (WP-32)

A convergência de dois ou mais ramos num único ramo para uma ou mais divergências correspondentes no modelo de processo inicial. O *thread* de controlo é passado para o ramo seguinte quando N dos ramos que deram entrada tenham sido ativados. O *Join* cancela a execução de todos os outros ramos de que já deram entrada na ordem de execução e redefine a ordem novamente.

Padrão 33 - *Generalized AND-Join* (WP-33)

A convergência de dois ou mais ramos em um único ramo faz com que a *thread* de controlo seja passada para o ramo seguinte, quando todos os ramos que tenham entrado na ordem de execução tenham sido ativados. Adicionalmente são recebidos um ou mais ramos entre enviados do *Join*, sendo estes retidos para futuros envios.

Padrão 37 - *Local Synchronizing Merge* (WP-37)

A convergência de dois ou mais ramos que divergiram no início do processo num único ramo. A *thread* de controlo é passado para o ramo seguinte quando cada ramificação é ativa. A determinação de quantos ramos requerem sincronização é feita com base em informações disponíveis a nível local. Isto pode ser comunicado diretamente no “*merge*” de precedentes divergentes ou, em alternativa, ele pode ser determinado com base em dados locais.

Padrão 38 - *General Synchronizing Merge* (WP-38)

É a convergência de dois ou mais ramos que divergem no início do processo num único ramo. O *thread* de controlo é passado para o ramo seguinte quando cada ramificação que se encontra na ordem de execução seja ativada, ou não seja possível que o ramo seja ativado a qualquer momento futuro.

Padrão 41 – *Thread Merge* (WP-41)

Em determinado ponto do processo, todas as *threads* em execução, que sejam do mesmo ramo e instância de processo, podem ser inseridas num único segmento de execução.

Padrão 42 – *Thread Split* (WP-42)

Num determinado ponto do processo, as *threads* de execução podem ser iniciadas num único ramo da mesma instância do processo.

Multiple Instance Patterns

Padrão 12 - *Multiple instances without synchronization* (WP-12)

Execução de múltiplas instâncias em paralelo de uma atividade de forma independente e sem sincronização entre as mesmas antes da continuação do fluxo controle.

Padrão 13 - *Multiple instances with a priori design-time knowledge* (WP-13)

Execução de múltiplas instancias em paralelo de uma atividade com sincronização entre as mesmas antes da continuação do fluxo de controle, sendo que o numero de instancias é fixado no projeto do workflow.

Padrão 14 - *Multiple instances with a priori run-time knowledge* (WP-14)

Similar ao WP-13, exceto que o numero de instancias pode ser definido em tempo de execução, sendo que tal numero pode ser proveniente, por exemplo, de valores assumidos por variáveis ou pela disponibilidade de recursos.

Padrão 15 – *Multiple Instances Without A Priori Runtime Knowledge* (WP-15)

Num processo, uma atividade é ativada várias vezes. É desconhecido em tempo de desenho (*design time*) e *runtime* o número de vezes que atividade é ativada. O número de instâncias depende de fatores de *runtime*, tais como, estado dos dados, recursos disponíveis e comunicação entre processos só se sabe quando a instância é concluída. Uma vez iniciada uma instância, esta é independente das outras e é executada simultaneamente.

Padrão 34 - *Static Partial Join for Multiple Instances* (WP-34)

Dentro de uma instância de determinado processo, várias instâncias de uma atividade podem ser criadas em simultâneo. O número necessário de casos é conhecido quando a instância primeira atividade começa. Uma vez que N das instâncias de atividade tenham concluído, a próxima atividade do processo é desencadeado. Conclusões das restantes instâncias seguintes M-N são inconsequentes.

Padrão 35 - *Cancelling Partial Join for Multiple Instances* (WP-35)

Dentro de uma instância de determinado processo, várias instâncias simultâneas de uma atividade podem ser criadas. O número necessário de casos é conhecido quando a instância da primeira atividade começa. Uma vez que N das instâncias de atividade tenham concluído, a próxima atividade no processo é acionado e as instâncias restantes M-N são cancelados.

Padrão 36 - *Dynamic Partial Join for Multiple Instances* (WP-36)

Dentro de uma instância de determinado processo, várias instâncias de uma atividade podem ser criadas em simultâneo. O número necessário de casos pode depender de uma série de fatores de tempo de execução, incluindo dados do estado, a disponibilidade de recursos entre processos de comunicação e não é conhecido até que a última instância foi concluída. A qualquer momento, enquanto as instâncias estão em execução, é possível que instâncias adicionais ofereçam a sua capacidade, caso o seu estado de execução não tenha sido desativado. A condição de conclusão é determinada, e é avaliada a cada vez que uma instância da atividade é completa. Uma vez que a condição de conclusão seja verdadeira, a próxima atividade no processo é iniciado. A conclusão das restantes instâncias de atividades são inconsequentes e não podem ser criadas novas instâncias.

State-based Patterns

Padrão 16 - *Deferred choice* (WP-16)

Escolha de um entre vários fluxos de controlo com base na interação com parceiros externos ou com o ambiente de execução.

Padrão 24 - *Persistent Trigger* (WP-24)

Ativação de uma atividade por meio de um sinal de outra parte do workflow ou por meio de um parceiro ou ambiente externo.

Padrão 16 – *Deferred Choice* (WP-16)

É a seleção de uma ligação num conjunto de múltiplas ligações, em determinado ponto do processo de workflow.

Padrão 17 – *Interleaved Parallel Routing* (WP-17)

As atividades são executadas sem qualquer ordem determinada, no entanto, estas não podem ser executadas em simultâneo.

Padrão 18 – *Milestone* (WP-18)

A ativação de uma atividade depende do seu estado, isto é, a atividade só é ativada se um objetivo foi conseguido e ainda não expirou. Uma atividade só é ativa quando o objetivo é conseguido.

Padrão 39 - *Critical Section* (WP-39)

Duas ou mais atividades ligadas no modelo do processo e identificadas como "secções críticas". Em *runtime*, numa instância do processo, apenas as atividades de um desses "pontos críticos" pode estar ativo em um determinado momento. Uma vez que a execução das atividades numa "secção crítica" começa, ela deve completar antes de uma outra "secção crítica" se inicie.

Padrão 40 - *Interleaved Routing* (WP-40)

Cada membro de um conjunto de atividades deve ser executado uma vez. Eles podem ser executados em qualquer ordem, mas não há duas atividades a ser executadas ao mesmo tempo, ou seja, não há duas atividades ativas para a mesma instância do processo ao mesmo tempo. Depois de todas as atividades concluídas, a próxima atividade no processo pode ser iniciado.

Cancellation and Force Completion Patterns

Padrão 19 - *Cancel Activity* (WP-19)

Finalização de uma atividade antes ou durante sua execução;

Padrão 20 - *Cancel Case* (WP-20)

Finalização explícita da instância de um workflow;

Padrão 25 - *Cancel Region* (WP-25)

Capacidade de desativar um conjunto de atividades numa instância do processo. Caso uma das atividades já se encontre em execução, então eles são retirados. As atividades não precisam ser ligados a um subconjunto do modelo de processo em geral.

Padrão 26 - *Cancel Multiple Instance Activity* (WP-26)

Dentro de uma instância de um processo, várias instâncias de uma atividade podem ser criados. O número necessário de instâncias é conhecido em tempo de desenho. Estas instâncias são independentes umas das outras e executadas simultaneamente. A qualquer momento, várias instâncias de uma atividade podem ser canceladas e todas as ocorrências que não tenham concluído são retirados. Isso não afeta a atividade caso já tenha sido concluída.

Padrão 27 - Complete Multiple Instance Activity (WP-27)

Dentro de uma instância de determinado processo, várias instâncias de uma atividade podem ser criadas. O número necessário de casos é conhecido no tempo de elaboração do desenho do processo. Essas instâncias são independentes umas das outras e executadas simultaneamente. É necessário sincronizar as instâncias antes de qualquer pedido de conclusão da instância por parte de atividades.

Iteration Patterns

Padrão 10 – Arbitrary Cycles (WP-10)

É um ponto no processo de workflow onde uma ou mais atividades se podem repetir ciclicamente.

Padrão 21 – Structured Loop (WP-21)

Capacidade de executar uma atividade ou subprocesso repetidamente. O *Loop* tem uma condição pré-teste ou pós-teste associados a ela e que é avaliada no início ou no final do *Loop* para determinar se deve continuar. A estrutura de *Loop* tem uma única entrada e ponto de saída.

Padrão 22 – Recursion (WP-22)

Capacidade de uma atividade de se auto invocar durante a execução.

Termination Patterns

Padrão 11 – Implicit Termination (WP-11)

Finalização implícita da instancia de um workflow, quando não existirem atividades em execução ou aguardando algum tipo de mensagem ou sinal.

Padrão 43 - Explicit Termination (WP-43)

Um determinado processo (ou subprocesso) deve encerrar quando se atinge um determinado estado. Normalmente, isso é indicado por um nó final específico. Quando este nó final é atingido, todo o trabalho restante na instância do processo é cancelado e na instância do processo é registado como concluído com êxito.

Trigger Patterns

Padrão 23 - *Transient Trigger* (WP-23)

Capacidade de uma atividade ser desencadeada por um sinal de outra parte do processo ou do ambiente externo. Esses desencadeamentos são transitórios em natureza e são perdidas se não existir atuação no imediato pela atividade de recepção.

Padrão 24 - *Persistent Trigger* (WP-24)

Capacidade de uma atividade ser desencadeada por um sinal de outra parte do processo ou de ambiente externo. Esses desencadeamentos são persistentes em forma e são retidos pelo workflow até que eles possam ser executados pela atividade de recepção.

2.4 Simulação de Processos

A eficácia e eficiência dos processos de negócios de uma organização são importantes para a sua sobrevivência num mundo cada vez mais competitivo. Estes dois termos serão utilizados de uma forma mais rigorosa que no senso comum e, se eficácia é a capacidade de atingir o objetivo com a qualidade e efeito desejado, já eficiência é a capacidade de realizar um objetivo sem desperdício de recursos e no menor tempo possível. A qualidade de um processo é definida tanto pela sua eficácia quanto pela sua eficiência.

Um negócio mal projetado pode provocar baixos níveis de serviço, excessivos tempos de resposta, utilização desequilibrada de recursos podendo afetar negativamente a imagem da organização para com os clientes e parceiros.

A simulação tem vindo ao longo dos tempos a contribuir para a análise e compreensão de sistemas complexos. A simulação associada à gestão de processos de negócio passou a ter, também aqui, um importante campo de aplicação.

A Simulação pode ser entendida como o processo de construção de um modelo representativo de um sistema real, bem como da realização de experiências com esse modelo com o objetivo de conhecer melhor o seu comportamento e avaliar o impacto de estratégias alternativas de operação (Shannon, 1998). Desta forma, a simulação fornece a capacidade de rapidamente prever o sucesso ou insucesso que, determinadas decisões irão ter no contexto do processo de negócio. A simulação pode ser usada para explorar novas regras de escalonamento dos recursos, procedimentos operativos, fluxos de informação, regras de decisão, estruturas organizacionais sem ser necessário interromper o normal funcionamento do sistema (Shannon, 1998).

Mas os BPMS, ao permitirem uma mudança rápida e dinâmica nas organizações modificando a sua forma de operar através da simples alteração dos modelos dos processos de negócio, exigem, que as decisões de alteração sejam tomadas rapidamente, de forma consciente e informada. Numa organização, os processos de negócio estão interligados e sujeitos a uma dependência, variabilidade e complexidade o que torna muitas vezes impossível prever o seu comportamento e desempenho. Urge a necessidade de construir um modelo que permita estudar o desempenho do sistema em determinadas condições, permitindo a análise do comportamento do modelo ao longo do tempo (Ball, 1996), a comparação de diferentes cenários e a determinação de modelos alternativos.

A simulação de processos pode ser considerada, um meio de avaliar o impacto das alterações efetuadas num processo, seja ele novo ou já existente, num ambiente controlado pela criação de cenários *what-if* (o que acontece se...), sendo utilizada para testar e analisar decisões antes da sua implementação no ambiente real. A simulação permite a inclusão de incerteza e variabilidade nas previsões de desempenho do processo sem afetar o ambiente real. Por outro lado, a simulação de processos pode também ser considerada uma ferramenta de gestão da mudança, uma vez que permite tornar visíveis as razões da referida mudança (evidenciando a causa-efeito) e permitindo obter explicações para o processo de decisão (Barnett, 2003), sempre com o intuito da melhoria contínua.

2.4.1 Paradigmas da Simulação

De acordo com (Balci, 1988), um modelo de simulação pode ser descrito em termos de objetos (entidades), atributos que definem esses objetos, eventos que originam mudanças no estado dos objetos, atividades que transformam o estado do objeto ao longo do tempo e processos que são uma sequência de atividades ou acontecimentos ordenados no tempo.

Os sistemas de simulação podem ser enquadrados por diferentes paradigmas, consoante o âmbito do sistema a ser simulado. Na simulação computadorizada, é possível identificar três paradigmas distintos, que se caracterizam da seguinte forma:

- Simulação Baseada em Eventos: Neste paradigma (*Discret Event Simulation – DES*), a simulação consiste na gestão de um conjunto de eventos que ocorrem num determinado espaço de tempo. Cada um destes eventos vai desencadear outros eventos. Uma sequência de eventos, pré definida ou aleatória, pode ser utilizada para imitar o comportamento dinâmico do sistema.

Exemplos de ferramentas que suportam este paradigma: Arena, ProModel, Simio e Simul8.

- Simulação Dinâmica de Sistemas: Normalmente este paradigma é utilizado para simular sistemas sociais e outros sistemas complexos, em que o comportamento global é altamente dependente da interação dos seus componentes.

Exemplos de ferramentas que suportam este paradigma: Ithink, Powersim e Stella.

- Simulação Baseadas em Agentes: Neste paradigma os componentes individuais do sistema em análise são representados como agentes, que têm um estado e um comportamento definido (regras). O comportamento de cada agente tenta imitar o comportamento do elemento do mundo real que representa. O resultado da simulação depende da interação entre os agentes e das consequências globais dessa interação.

Exemplos de ferramentas que suportam este paradigma: MACE e Repast, Swarm.

Será dada uma atenção especial à simulação baseada em eventos uma vez que será este paradigma que irá ser utilizado no caso em estudo. De facto, o conceito de processo organizacional é muito próximo dos modelos de simulação baseado em eventos (DES). Em capítulo posterior abordaremos algumas destas ferramentas de Simulação Baseadas em Eventos.

Na simulação baseada em eventos podem ser identificadas dois tipos de implementação (Hamon, 2004):

- Estocástico: Possuem uma ou mais variáveis aleatórias como entrada, que levam a saídas aleatórias. É utilizada quando pelo menos uma das características operacionais é dada por uma função de probabilidade.
- Determinísticas: Não contém nenhuma variável aleatória e são classificados como determinísticos, ou seja, para um conjunto conhecido de dados de entrada teremos um único conjunto de resultados de saída.

Na prática, os modelos de simulação tipicamente utilizam uma implementação estocástica. Para compreender a diversidade de comportamentos, é necessário simular o modelo em todas as condições possíveis, mas que em modelos mais complexos pode tornar-se impraticável. Uma das técnicas para ultrapassar o fator complexidade, é a seleção de um conjunto aleatório de dados de entrada do modelo a partir de dados estatísticos, de forma a definir múltiplos cenários de simulação. Os cenários são simulados e os resultados são tratados estatisticamente de modo a fornecer um conhecimento geral da gama de comportamentos que podem ser obtidos com o modelo (Barnett, 2003).

2.4.2 Metodologias de Simulação de Processos

Para a realização de um projeto de simulação de processos, é necessário que um conjunto de passos seja seguido, de modo a que, o estudo da simulação seja bem sucedido.

Estes passos, fases ou processos são conhecidos na literatura como “metodologias de simulação” ou “ciclos de vida de um modelo de simulação” (Law & McComas, 1991).

O processo de criação de uma simulação baseada em eventos, começa com uma análise detalhada ao processo que se pretende criar ou melhorar, permitindo definir os requisitos, indicadores de desempenho e exceções que vão possibilitar a construção do modelo de simulação.

Depois da análise detalhada ao processo, seguem-se as restantes fases do processo de simulação, desde a criação e melhoramento de modelos de simulação até à geração e processamento de simulações. No final de cada iteração, é avaliado o resultado da execução da simulação: Se foram detetados erros ou caso se verifique que os resultados não refletem de forma correta os dados de entrada, então o modelo de simulação pode ser alterado. A simulação prossegue até que seja encontrado um comportamento satisfatório para o processo e por esta razão, o número de iterações não é fixo e depende em grande medida da complexidade do processo.

A simulação de processos é constituída por cinco fases (Schiefer et al., 2007):

1. Fase de aquisição de conhecimentos e análise
2. Fase de modelação
3. Fase de execução
4. Fase de análise do sistema
5. Fase de desenvolvimento e reformulação

A Figura 5 fornece uma visão geral sobre o processo de simulação, as fases e as tarefas envolvidas.

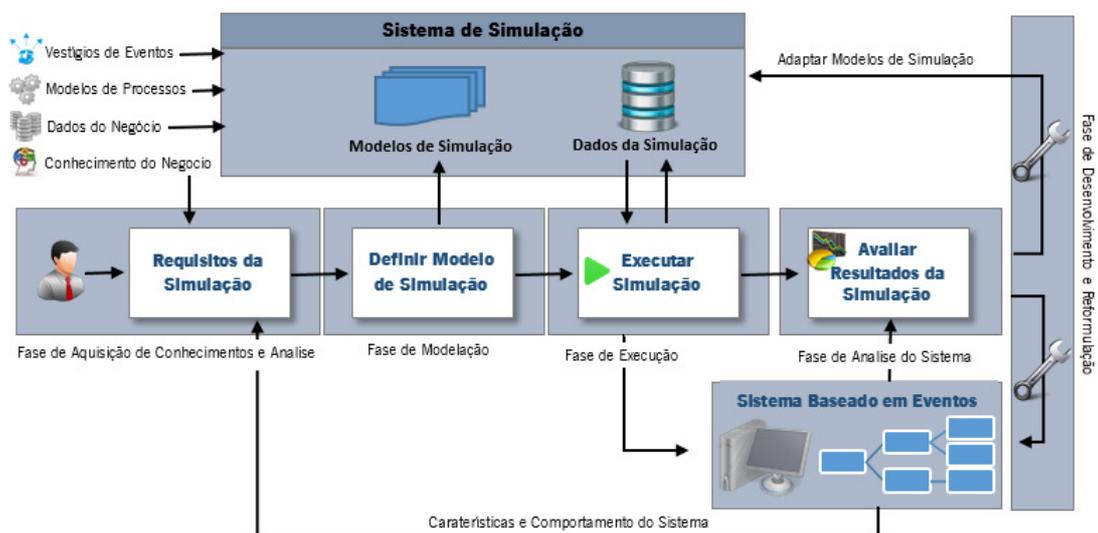


Figura 6 - Fases da Simulação Eventos Discretos (adaptado de Schiefer et al., 2007, p. 1732)

1 - Fase de aquisição de conhecimentos e análise

Nesta fase, toda a informação respeitante ao sistema relevante para a simulação de processos é apreendida. O analista de simulação deve procurar entender o sistema a ser simulado e os seus objetivos, através da colaboração com especialistas no assunto, levando ao conhecimento dos processos e à descoberta de possíveis situações de exceção, para que os dados existentes sejam corretamente explorados e preparados. Durante esta fase, para além da definição do âmbito do modelo, as suas hipóteses e o seu nível de detalhe, deve também ser incluído um estudo das características do negócio e do comportamento esperado dos processos.

2 – Fase de modelação

Na fase de modelação, os cenários de simulação definidos na fase [1] são transpostos para um modelo de simulação para que possa ser executado num simulador adequado. Para que os eventos da simulação sejam coerentes e significativos, é crucial identificar e modelar as correlações e sequências de valor. No final da fase de modelação, os cenários da simulação são representados como simulações executáveis que organizam todas as operações necessárias para gerar sequências representativas de eventos e descrever como publicar estes eventos a serem processados pelo sistema.

3- Fase de execução

Esta fase começa com a geração em massa de dados consistentes e coerentes com o evento, de acordo com o modelo de simulação criado durante a fase [2]. O simulador executa uma iteração da simulação gerando todos os eventos das sequências definidas. A fase [3] termina, assim que todos os eventos da simulação sejam processados pelo sistema.

4 - Fase de análise do sistema

Durante esta fase, o desempenho e comportamento do sistema são avaliados analisando os passos do processamento, as decisões automatizadas, calculando as métricas de desempenho e verificando a integridade dos dados de entrada. A análise realizada durante esta fase serve de base para a fase seguinte

5 – Fase de desenvolvimento e reformulação

A partir das análises da fase anterior efetuam-se adaptações e melhoramentos no modelo de simulação (Schiefer et al., 2007).

3 MODELOS DE SIMULAÇÃO POR JUNÇÃO DE COMPONENTES

Com base no trabalho desenvolvido por (W. M. P. van der Aalst et al., 2003), em que foram identificados os diversos padrões *workflow*, surge a necessidade da criação de um repositório de componentes de simulação correspondentes aos referidos padrões de *workflow*. Deste modo, espera-se que qualquer modelo de simulação de processos, construído pela junção de pequenos modelos previamente desenvolvidos, contribuam para dar uma maior celeridade e usabilidade à criação de modelos de simulação. Para demonstrar o contributo proveniente da construção de um repositório de componentes de simulação usou-se como caso de estudo o processo “Reclamação de Encomendas de Clientes”, atualmente em vigor numa empresa têxtil de que o autor desta dissertação é colaborador.

3.1 Seleção da ferramenta de simulação

Para selecionar a ferramenta de simulação mais adequada que irá servir de base ao trabalho, foi necessário conhecer e analisar algumas ferramentas comercialmente disponíveis baseadas em eventos. Aspectos como facilidade de uso, funcionalidade, fiabilidade e documentação foram importantes na seleção. Segue-se a análise sucinta de algumas ferramentas:

- Arena

É um ambiente gráfico integrado de simulação (figura 7), baseado na linguagem SIMAN V (SIMulation ANalysis). SIMAN é uma linguagem de simulação que modela sistemas discretos, contínuos ou híbridos (Bruschi, 2002). O utilizador pode criar um modelo arrastando para o ambiente de trabalho objetos gráficos, chamados módulos, de forma a representar o sistema desejado. Após a criação do modelo, o Arena gera automaticamente o modelo em código SIMAN, que será utilizado para a execução da simulação. Caso seja necessário algum módulo mais específico para a criação de um modelo, o utilizador pode criar esse objeto e utilizá-lo na modelação.

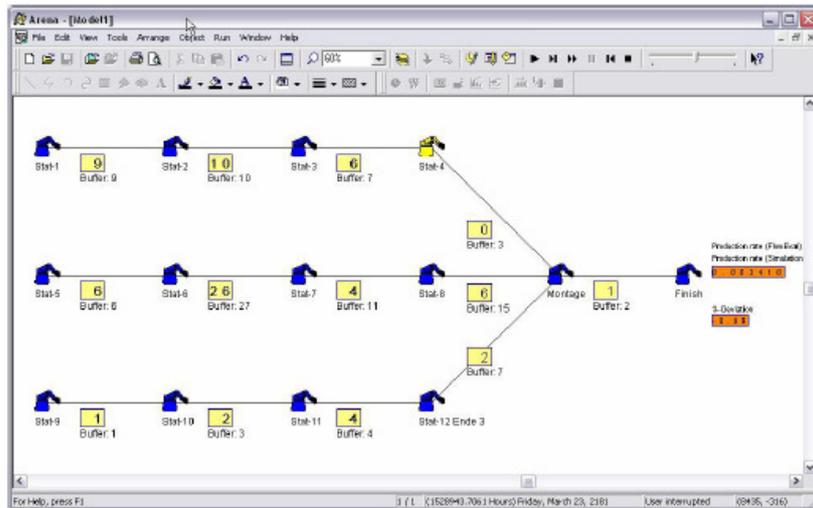


Figura 7 - Representação utilizando Arena, retirado de Advanced-Planning (2012)

O Arena disponibiliza uma coleção de módulos contendo recursos de modelação adequados a diferentes tipos de aplicações. Também a utilização de templates possibilitam uma fácil adaptação do Arena a áreas diferentes (Markovitch & Profozich, 1996). Animações no Arena podem ser realizadas simultaneamente com a execução do modelo. Estas podem ser criadas de várias maneiras: por meio da ferramenta gráfica de desenhos do Arena ou podem ser criadas pelo AutoCad ou outro programa que gere arquivos no formato DXF, podendo ser importados para o Arena através de Active X (Markovitch & Profozich, 1996). O recurso disponibilizado pelo Arena denominado de Jump-Start Wizard ajuda o utilizador na tarefa de criação do modelo, depois de responder a uma série de questões sobre o modelo a desenvolver. O assistente Jump-Start rapidamente cria um modelo de simulação de nível básico.

- ProModel

A ferramenta de simulação ProModel (figura 8), desenvolvida pela PROMODEL Corporation, possui características direcionadas para produção, mas a sua flexibilidade de programação permite aplicações em diversas áreas.

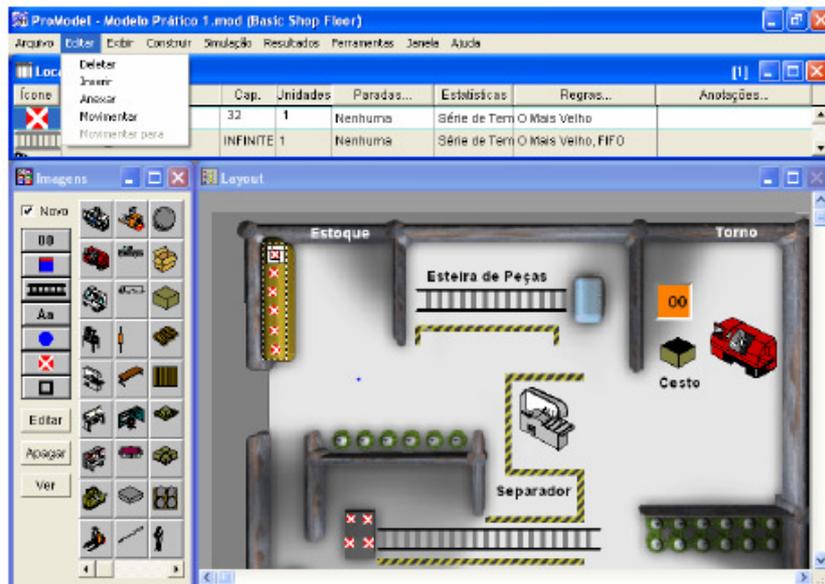


Figura 8 - Interface da ferramenta Promodel, retirado de (Belge, 2010)

Apresenta também bons recursos de análise estatística, interface simples e múltiplas replicações de simulação (Sakurada & Miyake, 2003). Característica importante nesta ferramenta é a geração de aleatoriedade utilizando mais de 20 tipos de distribuições estatísticas ou importação dos dados do utilizador. Não menos importante é o seu módulo de depuração e a possibilidade de customização dos interfaces.

- Simio

Simio (SIMulation Intelligent Objects) (figura 9) é um framework de modelação e simulação baseado em objetos inteligentes. Os objetos inteligentes criados pelo utilizador podem ser reutilizados em vários projetos de modelação. Os objetos podem ser armazenados em bibliotecas e facilmente compartilhados. Um utilizador com pouca experiencia pode utilizar objetos já construídos existentes em uma biblioteca (Pegden, 2007). Como outras ferramentas da área, o SIMIO faz modelação de forma simples, disponibilizando uma nova abordagem baseada em objetos (Joines & Roberts, 2012). Permite a seleção de objetos armazenados em bibliotecas, colocando-os graficamente no modelo do utilizador. Os objetos representam os componentes físicos do modelo, como estações de trabalho, transportadores, etc. A criação de animações em 3D, assim como o tratamento para eventos aleatórios, estão presentes na ferramenta. O objeto (componente) no SIMIO adota os conceitos de orientação a objetos, permitindo aos utilizadores criarem novos objetos sem a necessidade de codificação.

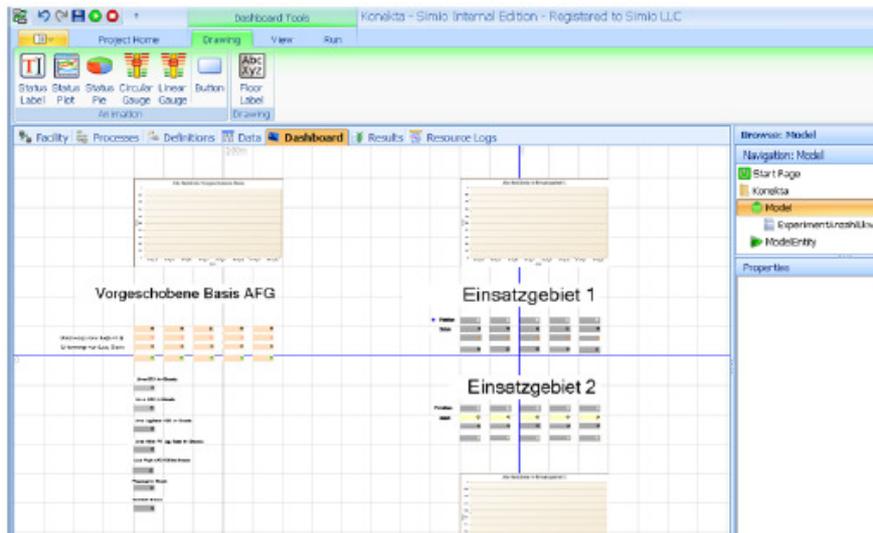


Figura 9 - Interface da ferramenta SIMIO, retirado de SIMIO (2012)

Esta ferramenta adequa-se a ser utilizada, quer por profissionais experientes, quer por utilizadores com pouca experiência.

- Simul8

É uma outra ferramenta que permite a modelação e simulação de eventos discretos. O Simul8 (figura 10) utiliza uma interface amigável e que permite um fácil manuseamento pelos utilizadores no processo de criação do modelo e alteração das propriedades de um objeto.

A utilização de um assistente passo a passo auxilia os novos utilizadores a criarem lógicas de fluxo de um determinado modelo, utilizando a linguagem de script estruturada denominada “event-drive” e dando ao modelo em questão uma maior precisão (Chwif & Medina, 2006).

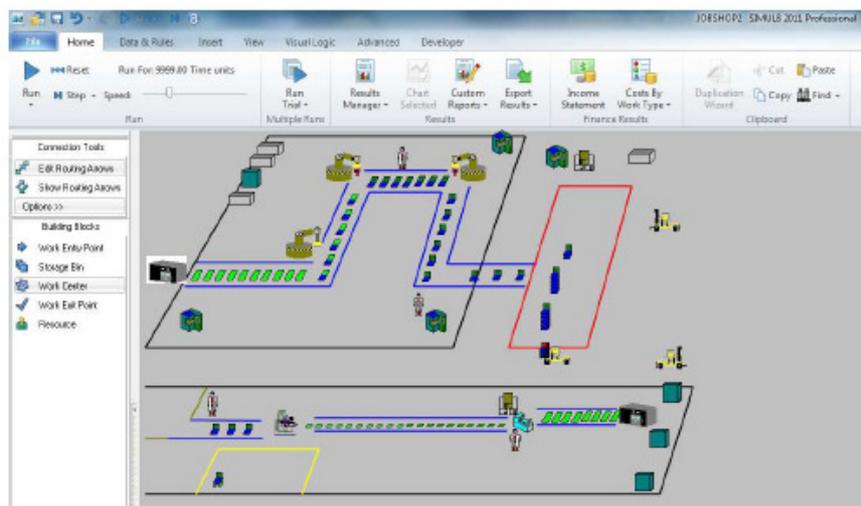


Figura 10 - Interface da ferramenta Simul8, retirado de Chwif e Medina (2006)

Os recursos gráficos oferecidos com a ferramenta possibilitam o acompanhamento e a avaliação do sistema através da visualização da formação de filas.

3.2 Software Simulação Simio

Depois de analisadas algumas ferramentas, a decisão sobre a ferramenta a utilizar neste trabalho recaiu sobre o Software de Simulação Simio, de que descreveremos de uma forma sucinta os aspetos mais relevantes. A Simio é uma ferramenta baseada na simulação por eventos discretos e que possui uma estrutura de modelação fácil, rápida e flexível, permitindo avaliar rapidamente alternativas para reduzir custos e maximizar o impacto das decisões.

Ao invés da abordagem mais tradicional das ferramentas de simulação por eventos discretos, o Simio é baseado num paradigma orientado a objetos, mais genérico, na qual objetos executam em processos, mudando radicalmente a forma como os modelos são contruídos e utilizados. Os sistemas são modelados pela combinação de objetos que representam os componentes físicos destes sistemas. Possui uma biblioteca de objetos padrão que permite rapidamente modelar uma diversidade de sistemas, tais como processos de negócio. Outro aspeto a salientar, é a sua arquitetura extensível que permite aos utilizadores adicionar novos objetos (criados a partir de objetos existentes na biblioteca padrão para aplicação em problemas recorrentes) e mostrar o comportamento dos seus processos para validação e visualização através de um interface gráfico sofisticado, do tipo 3D. Alguns conceitos base desta ferramenta, a ter em atenção:

- **Objetos**

No mundo atual, a programação orientada a objetos é aceite pela maioria dos profissionais TI e a simulação de eventos discretos move-se no sentido da modelação orientada a objetos. O uso de objetos permite reduzir a complexidade dos problemas ajudando a melhorar a confiabilidade do modelo, robustez, extensibilidade, reutilização e facilidade de manutenção. Na ferramenta Simio um objeto define-se como uma construção de um modelo autónomo que possui propriedades, estados, eventos, visão externa e lógica interna. As propriedades do objeto são valores internos que podem ser definidos pelo utilizador. Embora Simio forneça uma estrutura para a construção de objetos personalizados, inclui uma biblioteca de objetos padrão que permite iniciar imediatamente um modelo com objetos da biblioteca. Com esta biblioteca podemos modelar rapidamente uma ampla variedade de sistemas. Esta biblioteca é brevemente resumida na tabela a seguir.

Tabela 1 - Simio's Standard Object Library

Nome	Descrição
<i>Source</i>	Cria as entidades que chegam ao sistema.
<i>Sink</i>	Elimina as entidades e registos estatísticos.
<i>Server</i>	Modela um serviço multicanal com filas de entrada / saída.
<i>Combiner</i>	Combina entidades em lotes.
<i>Separator</i>	Separa entidades que se encontram agrupadas em lotes.
<i>Workstation</i>	Modela uma estação de trabalho em 3 fases: reinicializa, processa e desmonta.
<i>Resource</i>	Modela um recurso que pode ser utilizado por outros objetos.
<i>Vehicle</i>	Transporta entidades entre objetos fixos.
<i>BasicNode</i>	Simples intersecção de ligações
<i>TransferNode</i>	Uma intersecção em que as entidades definem o destino e esperam por transportadores.
<i>Connector</i>	Uma conexão sem tempos de espera entre dois nós.
<i>Path</i>	Percurso entre dois nós em que as entidades viajam com base na velocidade.
<i>TimePath</i>	Percurso com um tempo de viagem especificado.
<i>Conveyor</i>	Dispositivo de transporte com acumulação ou sem acumulação

Os utilizadores do Simio podem também construir os seus próprios objetos e bibliotecas de objetos.

- **Processos**

Cada modelo construído em Simio utiliza processos porque a lógica de todos os objetos são especificados usando processos. Um processo é um conjunto de atividades que ocorrem ao longo do tempo, o que pode alterar o estado do modelo.

- **Simbits**

Um dos mecanismos mais inovadores desta ferramenta, e que vai servir de base para a criação dos componentes de simulação que estão na base deste trabalho, é a sua biblioteca de Simbits. Simbits são pequenos modelos, bem documentados e em que cada um ilustra um conceito de modelação ou explica como resolver um problema comum. Cada modelo de Simbit é acompanhado de informação detalhada que descreve como construir um modelo.

3.3 Processo “Reclamação de Encomendas de Clientes”

Para melhor compreender este processo, começaremos por definir Reclamação como uma forma do cliente expressar a sua insatisfação, perante o produto recebido ou um mau serviço prestado pela organização. Seja qual for o motivo, sempre que o cliente faz uma reclamação, pessoalmente, por telefone, fax, carta ou

mail, deve merecer a maior atenção por parte dos responsáveis da organização, para que seja dada uma resposta rápida e com a devida correção do problema em causa.

3.3.1 Valor e contributos da reclamação para a organização

As organizações devem ter em consideração que uma reclamação não atendida poderá levar á perda do cliente (Richins, 1987), e devem encarar uma reclamação não atendida como um “custo de oportunidade” para a organização, dado que a organização perde uma oportunidade para corrigir uma falha e identificar a fonte de um problema que pode ser operacional (Fornell & Wernerfelt, 1987). Sendo assim, deve-se considerara o valor de uma Reclamação como:

- Uma oportunidade para a melhoria dos produtos.
- Aumento da credibilidade da empresa perante o cliente.
- Fortalecimento da imagem com o ambiente externo.
- Valorização e conquista da fidelidade dos clientes.

As reclamações também fornecem contributos às organizações como:

- Podem identificar procedimentos que causam incómodo ao cliente.
- Expõem áreas e setores que precisam ser melhorados.
- Destacam quem precisa de formação ou supervisão efetiva.
- Fornecem um método adequado de obtenção de informações.
- Possibilitam um ponto de referência em relação às outras empresas.

Analisando o valor e os contributos que as reclamações podem fornecer, e sendo um processo fulcral na organização, torna-se pertinente a resposta às seguintes questões:

- Qual o impacto nos resultados da organização, decorrentes do tratamento inadequado das reclamações?
- Quais os principais desafios enfrentados pela organização para tratar de forma adequada as reclamações?
- Quais os procedimentos utilizados pela organização no tratamento eficaz das reclamações?
- Quais as falhas que eventualmente ocorrem no tratamento das reclamações da organização?
- Quais as melhores alternativas para tratar corretamente as reclamações dos clientes?

Para responder a estas e outras possíveis questões, é necessário estabelecer uma metodologia interna com atividades sequenciais (alguns casos paralelas) com o conhecimento de todos os envolvidos, para que a informação de retorno ao cliente tenha um tratamento adequado.

3.3.2 Descrição do Processo de Reclamação de Clientes

Na organização em questão, as reclamações são provocadas por atrasos na entrega, não conformidade (produto não cumpre as especificações do caderno encargos), pedidos incompletos e cobrança indevida.

O seu tratamento envolve uma Assistente Comercial, Departamento Qualidade, Gestor Comercial, Administração e Departamento de Contabilidade.

No Departamento de Qualidade podem ser despoletados pedidos de testes, tendo a Produção e Laboratórios um papel importante. Devido a esta interação e para simplificar a modelação deste processo, consideramos toda a atividade do Departamento de Qualidade como um subprocesso. É função do Departamento de Qualidade promover a discussão geral e frequente sobre o tema das reclamações, o que naturalmente não pode isentar os responsáveis (comercial, logística e produção) de refletirem e atuarem sobre os assuntos reclamados que lhes digam respeito. A averiguação do problema poderá levar à solicitação de ajuda de entidades externas, pois, é necessário analisar a gravidade da reclamação de forma a ponderar o desencadeamento de ações corretivas. Torna-se imperativo efetuar o levantamento da causa principal do problema, aquela que uma vez eliminada vai implicar o desaparecimento do mesmo e fazer com que não volte a acontecer.

Fatores importantes numa reclamação são o tempo de resposta e o contacto com o cliente no decorrer deste processo (efetuar o ponto de situação).

A decisão sobre a aceitação ou não aceitação deste problema será fornecido pelo Departamento de Qualidade. Deste sairá o parecer mediante a tabela:

Tabela 2 - Resultado implícito de um parecer sobre uma reclamação

Resultado	Factos	Ação
Não aceite	Os factos apresentados pelo cliente não justificam a aceitação da reclamação.	Prepara a resposta a enviar ao cliente dando informação e justificando a razão pela qual a reclamação não foi aceite.
Aceite	Os factos apresentados pelo cliente são justificados e serão definidas ações corretivas e, ou eventuais ações preventivas.	Prepara a resposta a enviar ao cliente dando informação sobre a análise efetuada e as ações que a organização vai desencadear, dando origem a ações corretivas e preventivas.

O processo inicia-se com a assistente comercial que, receciona a reclamação e insere-a no sistema. Deve de imediato solicitar a recolha de informação relacionada com o processo de reclamação em causa, ao Departamento Comercial e Departamento da Contabilidade, para efetuar um pedido de parecer ao Departamento de Qualidade que juntará esta informação à que poderá já possuir nos seus arquivos.

A reclamação sendo aceite deverá ser validada pelo gestor de negócio e pela administração da organização, podendo esta atividade de validação ser efetuada em paralelo. A reclamação após validação será enviada para o Departamento de Contabilidade, onde serão efetuados os movimentos financeiros necessários de forma a repor a situação contabilística de acordo com o parecer fornecido pelo Departamento de Qualidade e a informação fornecida pelo cliente. Esta atualização pode ser devido:

- Devolução dos produtos reclamados, devido a uma não conformidade;
- Indemnização sem devolução dos produtos reclamados, como é o caso de cobrança indevida;
- Devolução e indemnização como no caso dos produtos que, por entrega tardia, o cliente perdeu a oportunidade de maximizar a sua margem sobre as vendas.

As atividades neste Departamento da Contabilidade foram inseridas num subprocesso, pois para este trabalho, o tipo e os lançamentos contabilísticos consideraram-se menos importantes.

Em qualquer situação, a resposta é levada ao departamento comercial. Este Departamento possui informação sobre a necessidade de reposição do produto reclamado por parte do cliente, e, em caso afirmativo cria a ordem de reposição e em caso contrario cria a nota contabilística respetiva. Após esta atividade terminar, a assistente comercial informará o cliente de todo o processo da mesma.

Para a realização deste trabalho, procedeu-se à recolha de alguns elementos estatísticos relativos ao ano 2014 que se mostra na tabela 3.

Tabela 3 - Reclamações de clientes relativas ao ano 2014

Reclamações	Total		Devoluções		Devoluções + Indemnizações		Indemnizações		Reposições	
	N.Casos	%	N.Casos	%	N.Casos	%	N.Casos	%	N.Casos	%
Aceites	323	74.94%	172	53.25%	67	20.74%	84	26.01%	74	22.91%
Não Aceites	108	25.06%	64	59.26%	12	11.11%	32	29.63%	23	21.30%
Total Geral	431	100.00%	236	54.76%	79	18.33%	116	26.91%	97	22.51%

3.3.3 Modelação do Processo de Reclamação de Clientes

Para modelação deste processo, utilizamos a linguagem BPMN na sua versão de mais alto nível (ver Figura 11). Devido ao espaço disponível, decidiu-se omitir os detalhes dos subprocessos “Análise de Reclamação” e “Criar Movimentos Contabilísticos”, assinalados no modelo.

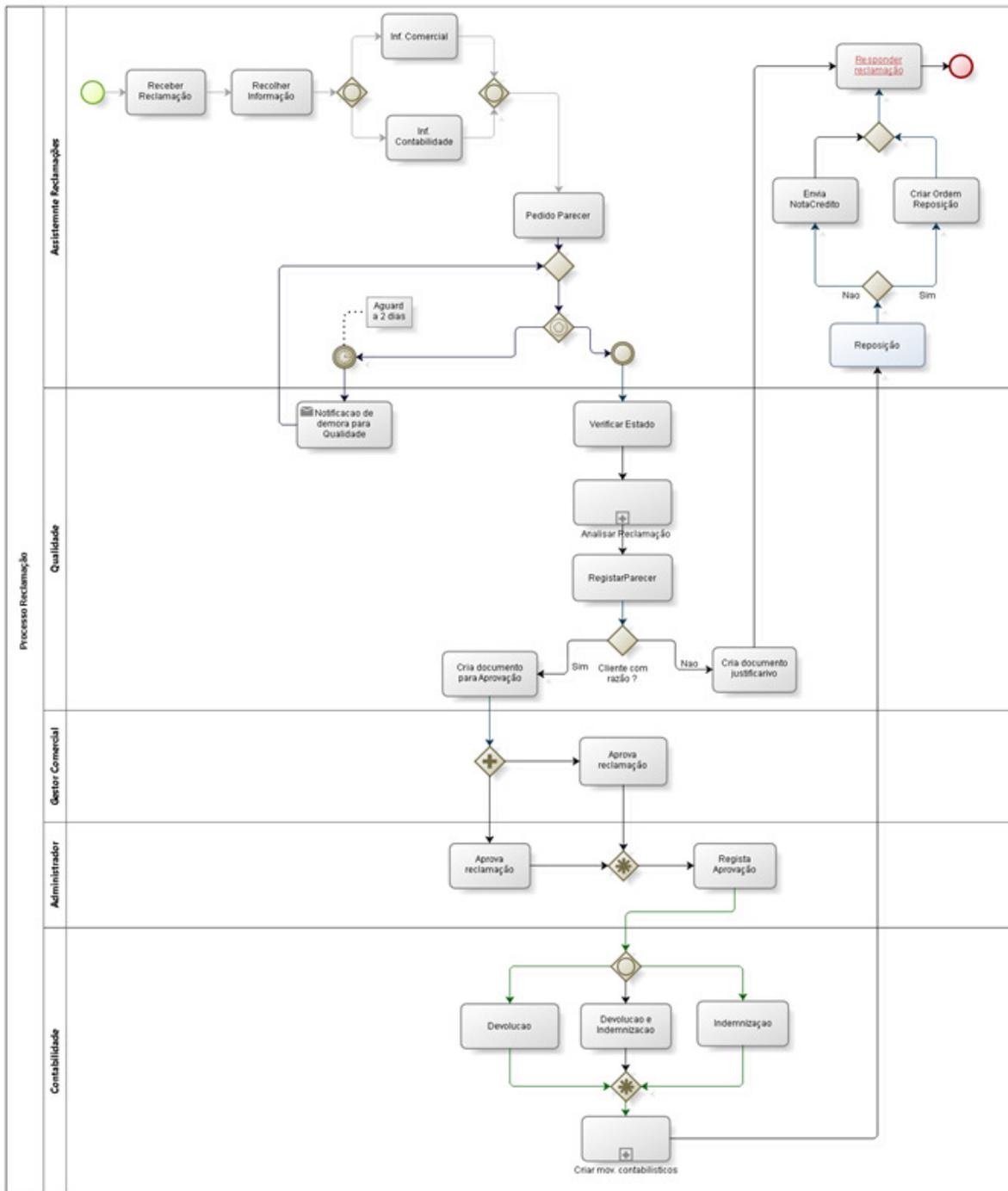


Figura 11- Processo "Reclamação de Encomendas de Clientes"

Confirmando a pesquisa efetuada por (Aalst et al., 2003), que defendem que na modelação de qualquer processo de negócio surgem recorrentemente padrões de workflow, o processo "Reclamação de Encomendas de Clientes" não é exceção.

No modelo deste processo, é possível reconhecer alguns padrões workflow como se evidencia na figura 12 e dos quais salientamos:

- Padrão Workflow 4: (WP-4 – Exclusive choice)
- Padrão Workflow 7: (WP-7 – Structured Synchronizing Merge)
- Padrão Workflow 9: (WP-9 – Structured Discriminator)
- Padrão Workflow 16: (WP-16 – Deferred Choice)
- Padrão Workflow 30: (WP-30 – Structured Partial Join)

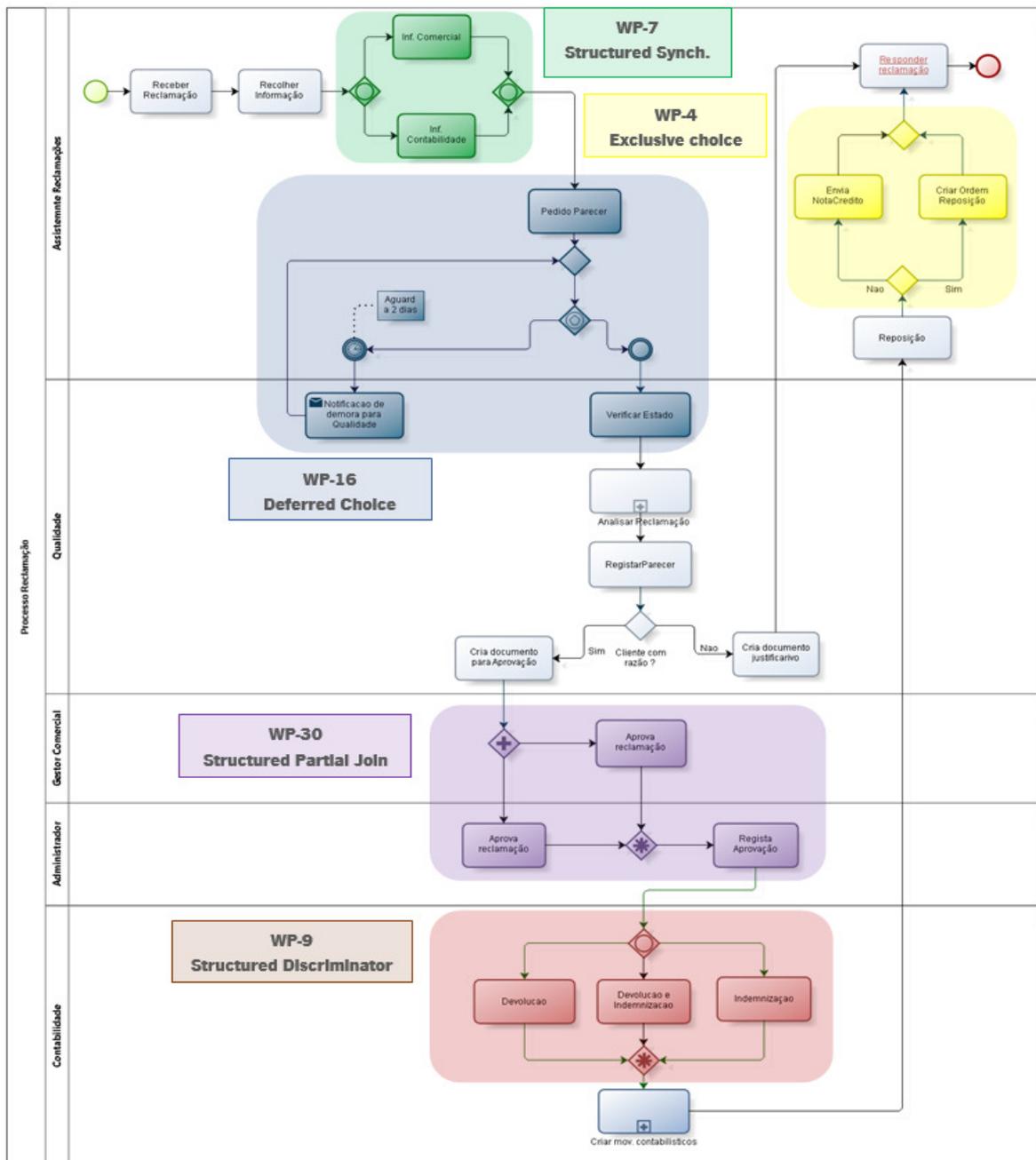
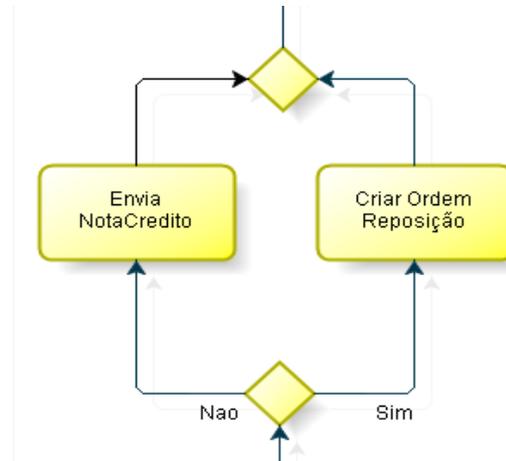


Figura 12 - Identificação dos padrões workflow no processo

- Padrão Workflow 4: (WP-4 – Exclusive choice)

Descrição: Consiste na seleção de um caminho num conjunto de múltiplos caminhos, através de uma decisão ou informação do controlo de workflow em determinado ponto do processo (figura 13).

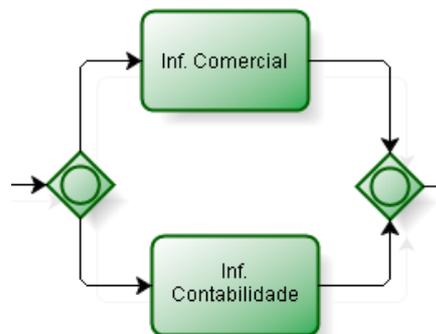


*Figura 13 - Padrão workflow 4 identificado no processo
(WP-4 - Exclusive choice)*

Caso/exemplo: Após o registo da aprovação da reclamação segue-se a decisão do cliente: se deseja a reposição do produto ou o reembolso do mesmo. Apenas um dos caminhos é selecionado.

- Padrão Workflow 7: (WP-7 – Structured Synchronizing Merge)

Descrição: Um ponto no processo de negócio onde dois ou mais subprocessos ou atividades convergem para uma única linha de controlo. Nesta fusão pressupõe-se que se mais que uma atividade foi executada em paralelo então é necessária sincronização na sua fusão, caso contrário, não necessita de sincronização (figura 14).

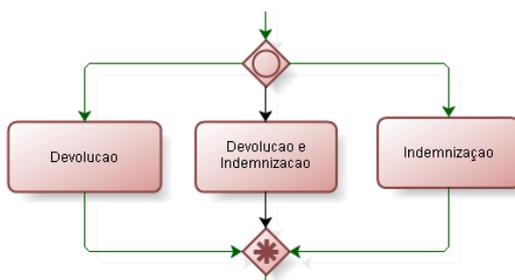


*Figura 14 - Padrão workflow 7 identificado no processo
(WP-7 - Structured Synchronizing Merge)*

Caso/exemplo: Para analisar a responsabilidade da reclamação, é necessário recolher várias informações em departamentos diferentes, podendo ocorrer paralelamente. A atividade seguinte apenas se iniciará quando toda a informação solicitada, dos vários departamentos, se encontrar disponível.

- Padrão Workflow 9: (WP-9 – Structured Discriminator)

Descrição: Ponto do processo que aguarda a conclusão de uma das atividades convergentes antes de iniciar a atividade subsequente. A partir desse momento, as outras atividades serão concluídas, mas a atividade subsequente não será realizada novamente. Isto pode ocorrer quando temos atividades que ocorrem em paralelo e permitem despoletar a atividade subsequente, mas que porém podem demorar tempos diferentes. Dessa forma, a primeira atividade que concluir continuará o fluxo de controlo ativando a atividade subsequente. Quando as outras atividades concluírem, os seus resultados serão descartados (figura 15).



*Figura 15 - Padrão workflow 9 identificado no processo
(WP-9 - Structured Discriminator)*

Caso/exemplo: A aprovação está a cargo de duas entidades, sendo apenas uma necessária para aprovar. Quando uma das entidades aprova, a atividade seguinte fica imediatamente em condições de ser iniciada.

- Padrão Workflow 16: (WP-16 – Deferred Choice)

Descrição: Quando num ponto do processo é necessário escolher um de vários caminhos sugeridos. A decisão é tomada com base na interação com o ambiente do processo, em vez de dados do processo. Isso significa que uma vez que o ambiente tenha ativado um dos caminhos, os outros não serão executados. Deve-se notar que a escolha será adiada até que o processamento de um dos caminhos de execução seja iniciado (figura 16).

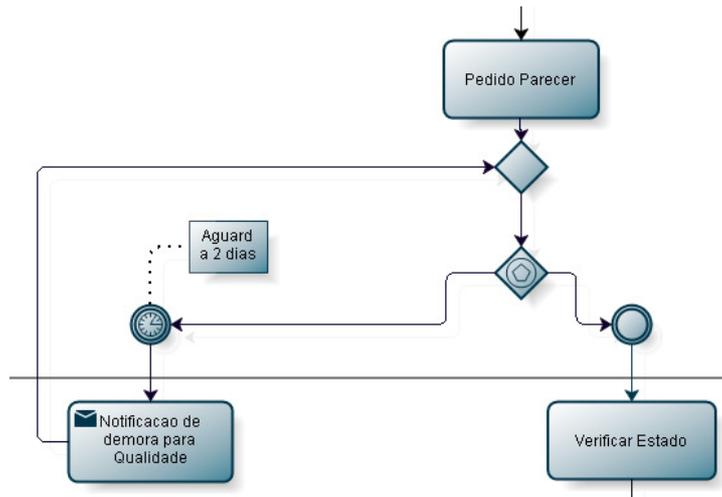


Figura 16 - Padrão workflow 16 identificado no processo (WP-16 - Deferred Choice)

Caso/exemplo: Quando uma entidade faz um pedido a uma outra e não obtém resposta no número de dias especificado, é necessário enviar uma notificação para alertá-lo da demora. O valor especificado será reiniciado e será enviada nova notificação quando atingir o número dias especificado outra vez. Logo que se obtenha resposta será efetuada a atividade seguinte.

- Padrão Workflow 30: (WP-30 – Structured Partial Join)

Descrição: Ponto do processo em que a convergência de M ramos em um único ramo segue uma divergência de acordo com modelo inicial do processo. O “thread” de controlo é passado para o ramo seguinte quando N dos ramos na ordem de execução seja ativado. A ativação dos ramos que se seguem na ordem de execução não resulta na transição da “thread” de controlo para estes. Este padrão descarta todos os ramos que ainda se encontram na ordem de execução e que ainda não foram ativados (figura 17).

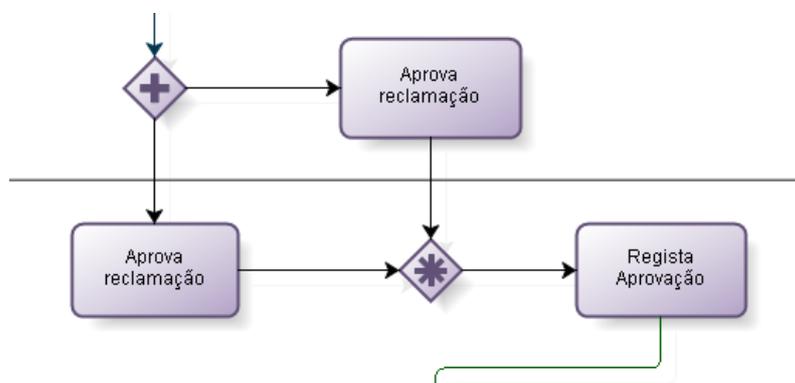


Figura 17 - Padrão workflow 30 identificado no processo (WP-30 - Structured Partial Join)

Caso/exemplo: A aprovação está a cargo de M entidades, sendo necessária a aprovação de N das M entidades. Quando as N entidades aprovam, a atividade seguinte fica imediatamente em condições de ser iniciada.

Mas, suponhamos que na modelação do processo aparecia uma nova barra (junto á barra dos objetos simples da ferramenta de modelação (como se mostra na figura 18), constituída pelos padrões workflow e que, pelo simples arrastar dos novos objeto representativos dos padrões de workflow para o ambiente de simulação representáramos o nosso processo, evitando o arrastar de vários objetos simples.

Da mesma forma, e com base nos múltiplos padrões workflow identificados por Aalst et al. (2003a), qualquer processo de negócio pode ser transformado num modelo de simulação na ferramenta Simio, por simples reconhecimento dos padrões workflow que o constituem, a que correspondem outros tantos Simbits.

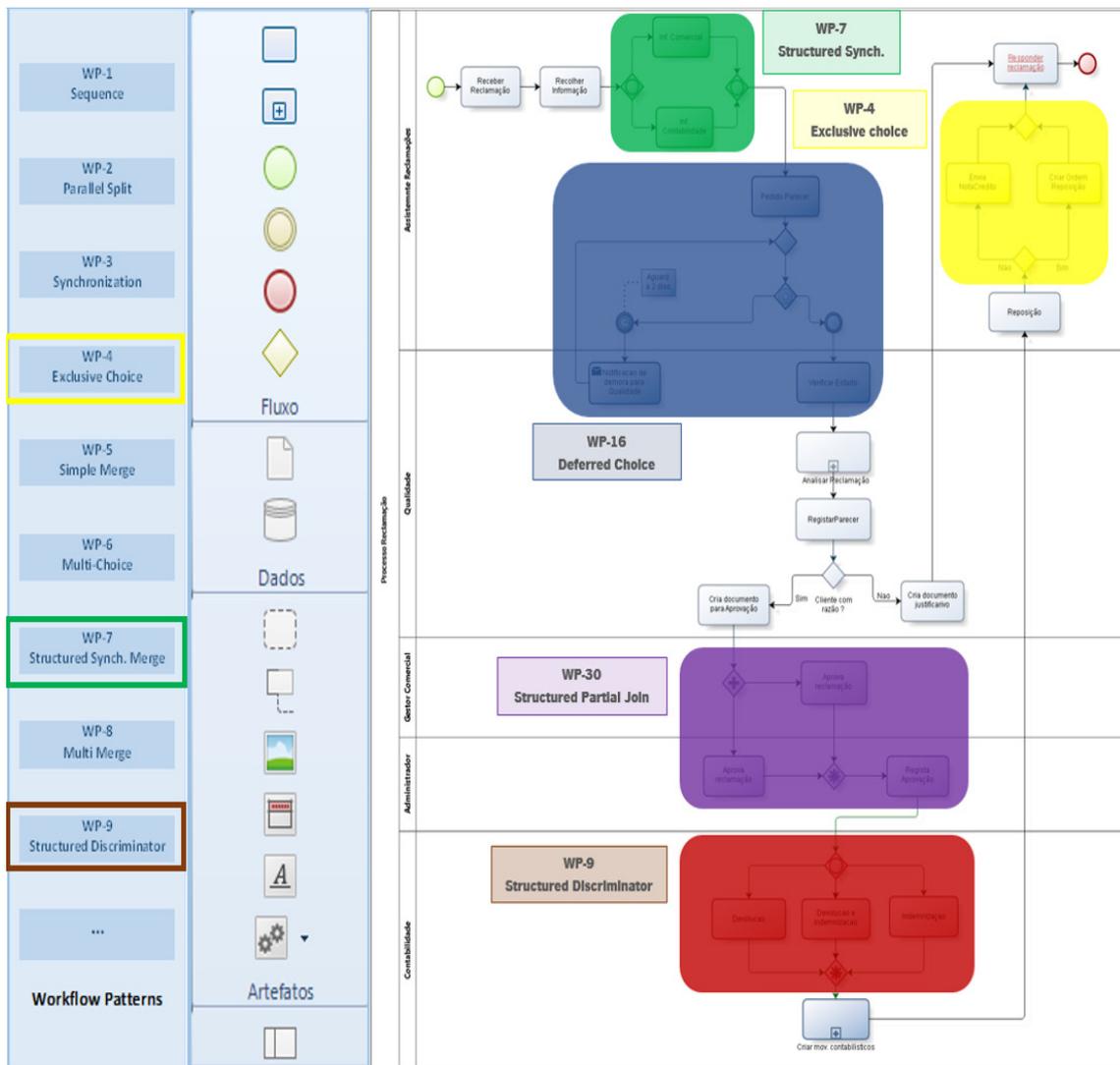


Figura 18 - Cenário com uma nova barra de ferramentas com os padrões de Workflow

No caso do processo "Reclamação de Encomendas de Clientes" poderemos reutilizar os Simbits correspondentes aos padrões de workflow WP-4, WP-7, WP-9, WP-16 e WP-30.

Para cada padrão desenvolvido será efetuada a sua documentação para utilização futura de acordo com as seguintes perspetivas:

- Problema;
- Categorias;
- Conceitos Chave;
- Hipótese;
- Abordagem técnica;
- Detalhes para a construção do modelo;

Seguem-se a descrição dos Simbits identificados no processo em estudo:

SIMBIT

WP-4 Exclusive choice

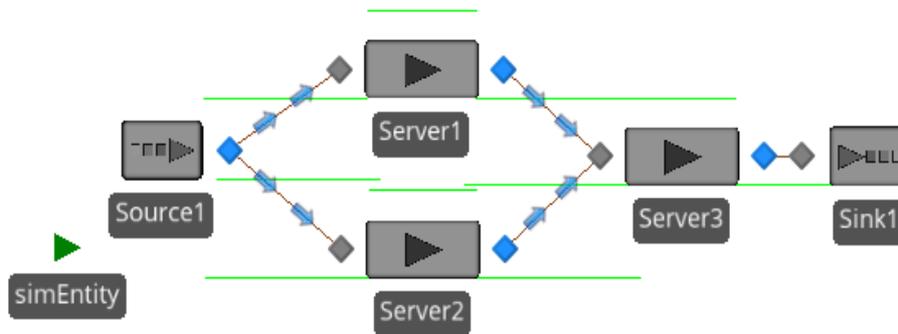


Figura 19 - Simbit do Padrão de Workflow 4 - "Exclusive choice"

Problema:

Seleção de um caminho num conjunto de múltiplos caminhos, através de uma decisão ou informação do controlo de workflow em determinado ponto do processo.

Categorias:

Caminhos, Decisão logica

Conceitos-chave:

Caminho, Probabilidade de seleção

Hipótese:

Decisão de qual o caminho a seguir entre dois ou qual a atividade a executar entre duas.

Abordagem técnica:

Na saída do objeto *Source* é atribuído um peso a cada caminho possível, e, haverá maior probabilidade de seguir um caminho de acordo com o valor atribuído ao mesmo,

Detalhes para a construção do modelo:

Adicione um objeto *Source*, três objetos *Server* e um *Sink* à área de modelação. Conecte o objeto *Source1* (pelo *TransferNode*, losango azul) ao *Server1* (pelo *BaseNode*, losango cinza) através do objeto *Path*. Repita o mesmo procedimento para conectar o *Source1* ao *Server2* (a saída do *Source1* faz-se pelo mesmo *TransferNode*). Depois conecte o *Server1* e o *Server2* (pelo *TransferNode*, losango azul) ao *Server3*

(*BasicNode*, losango cinza) através do objeto *Path*. Por último, ligar o *Server3* através do objeto *Path* ao *Sink1*.

Com origem no *Source1*, para modelar a decisão do caminho a seguir entre *Server1* ou *Server2*, deve selecionar a propriedade *Selection Weight* dos objectos *Path* utilizados e colocar o peso adequado para cada situação individual. A probabilidade de escolher um determinado caminho é dividido pela soma de todos os pesos dos outros caminhos a partir do nó.

No objeto *TransferNode* Output@Source1 deve localizar a regra “Outbound Link Rule” e alterá-la para “By Link Weight”.

SIMBIT

WP-7 Structured Synchronizing Merge

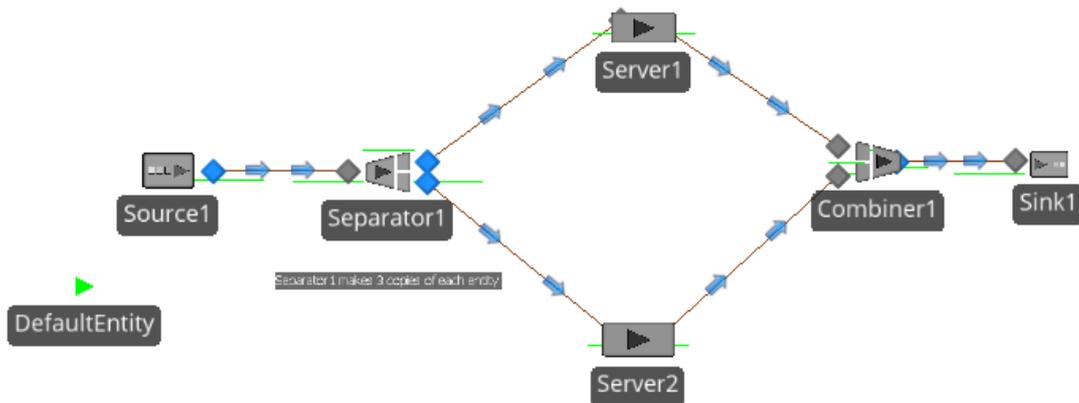


Figura 20 - Simbit do Padrão de Workflow 7 - "Structured Synchronizing Merge"

Problema:

Um ponto no processo de negócio onde dois ou mais subprocessos ou atividades convergem para uma única linha de controlo. Nesta fusão pressupõe-se que se mais que uma atividade foi executada em paralelo então é necessária sincronização na sua fusão, caso contrário, não necessita de sincronização.

Categorias:

Separação e combinação de entidades.

Conceitos-chave:

Separador, modo separar, combinar, modo agrupar.

Hipótese:

Uma entidade é separada em duas, para serem processadas individualmente e finalmente agrupadas.

Abordagem técnica:

Um *Source* cria uma entidade que é separada em duas por um objeto *Separator*. Depois cada uma delas é processada por um objeto *Server* para de seguida serem agrupadas através de um objeto *Combiner*.

Detalhes para a construção do modelo:

Colocar um objeto *Source* na área de modelação. Também colocar um objeto *Separator*, dois objetos *Server*, um *Combiner* e um *Sink*.

Conectar o *Source* ao *Separator*, o *Separator* aos dois objetos *Server* através do objeto *Path*. Depois conectar os dois objetos *Server* ao objeto *Combiner* e deste ao Sink através do objeto *Path*.

Colocar um objecto *ModelEntity* na área de modelação e inserir uma animação de "Project Library Window".

Alterar a propriedade "Name" para "Entity1".

No objecto *Source* na propriedade "Entity Type" alterar para "Entity1".

No objecto *Separator*, na propriedade "Separation Mode" colocar "Make Copies" e na propriedade "Copy Quantity" colocar 1.

No objeto *Combiner*, a propriedade "Batch Quantity" deve ser definida com "1" para que a entidade que chega ao nó principal aguarde pela chegada de um outro membro e, só assim, é que se agrupam e seguem juntos.

SIMBIT

WP-9 Structured Discriminator

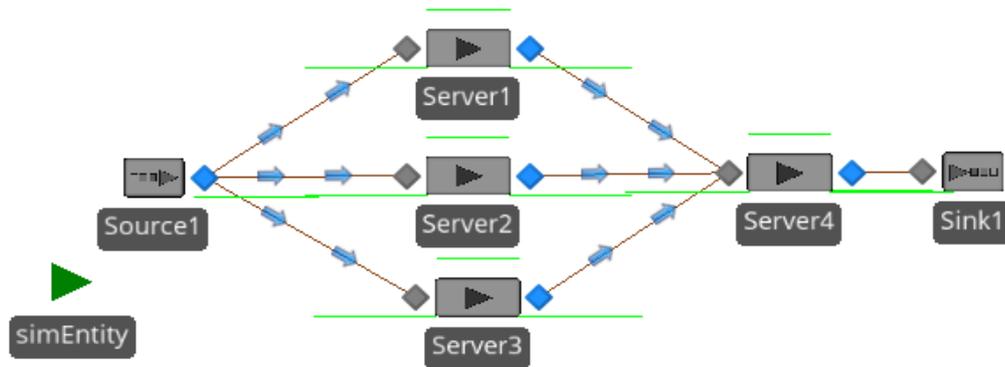


Figura 21 - Simbit do Padrão de Workflow 9 - "Structured Discriminator"

Problema:

Ponto do processo que aguarda a conclusão de uma das atividades convergentes antes de iniciar a atividade subsequente. A partir desse momento, as outras atividades serão concluídas, mas a atividade subsequente não será realizada novamente. Isto pode ocorrer quando temos atividades que ocorrem em paralelo e permitem despoletar a atividade subsequente, mas que porém podem demorar tempos diferentes. Dessa forma, a primeira atividade que concluir continuará o fluxo de controlo ativando a atividade subsequente. Quando as outras atividades concluírem, os seus resultados serão descartados.

Categorias:

Caminhos, Decisão logica

Conceitos-chave:

Caminho, Probabilidade de seleção

Hipótese:

Decisão de qual o caminho a seguir entre três ou qual a atividade a executar entre três.

Abordagem técnica:

Na saída do objeto *Source* é atribuído um peso a cada caminho possível, e, haverá maior probabilidade de seguir um caminho de acordo com o valor atribuído ao mesmo,

Detalhes para a construção do modelo:

Adicione um objeto *Source*, quatro objetos *Server* e um *Sink* à área de modelação. Conecte o objeto *Source1* (pelo *TransferNode*, losango azul) ao *Server1* (pelo *BaseNode*, losango cinza) através do objeto *Path*. Repita o mesmo procedimento para conectar o *Source1* ao *Server2* e o mesmo *Source1* ao *Server3* (a saída do *Source1* faz-se pelo mesmo *TransferNode*). Depois conecte o *Server1*, *Server2* e *Server3* (pelo *TransferNode*, losango azul) ao *Server4* (*BasicNode*, losango cinza) através do objeto *Path*. Por último, ligar o *Server4* através do objeto *Path* ao *Sink1*.

Com origem no *Source1*, para modelar a decisão do caminho a seguir entre *Server1*, *Server2* ou *Server3*, deve seleccionar a propriedade *Selection Weight* dos objectos *Path* utilizados e colocar o peso adequado para cada situação individual. A probabilidade de escolher um determinado caminho é dividido pela soma de todos os pesos dos outros caminhos a partir do nó.

No objeto *TransferNode* Output@Source1 deve localizar a regra "Outbound Link Rule" e alterá-la para "By Link Weight".

SIMBIT

WP-16 Deferred Choice

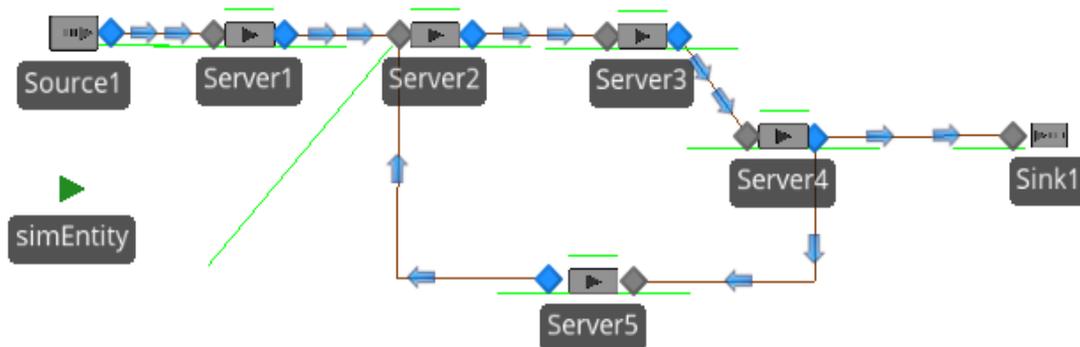


Figura 22 - Simbit do Padrão de Workflow 16 - "Deferred Choice"

Problema:

Um modelo segue normalmente a sequência de Server1, Server2, Server3, Server4, Sink, mas, com base no resultado de Server4, pode ter que seguir um outro caminho, completado com outras atividades, e retroceder novamente para o Server2.

Categorias:

Logica de Processo, Tabelas de Sequencia

Conceitos-chave:

Tabela Sequencia, Tipo Entidade Destino, Logica processo, "SetRow step"

Hipótese:

O objeto *Source* produz um tipo de entidade. A entidade seguirá uma sequência principal: *Source – Server1 – Server2 – Server3 – Server4 – Sink*.

Mas, se falhar a atividade *Server4* (30% do tempo), vai para uma sequência alternativa: *Server5* para posteriormente retomar a sequência normal a partir de *Server2*.

Abordagem técnica:

Devem ser criadas duas *Sequence Tables*:

Uma *Sequence Table* principal, que é idêntica para a primeira sequência especificada acima.

Uma outra *Sequence Table* adicional para o caso de falha, em que o caminho passará pelo *Server5* (aguardar decisões), retrocedendo no processo.

Detalhes para a construção do modelo:

Configuração simples do sistema

- Colocar um objeto *Source* e um objeto Sink no ambiente de simulação. Entre eles, colocar quatro objetos *Server* relativamente próximos uns dos outros. Colocar um outro *Server* (Server5) paralelo e debaixo do Server3.
- Conectar o nó de saída do *Source* ao nó de entrada do Server1, o nó de saída do Server1 ao nó de entrada do Server2, um nó de saída do Server2 ao nó de entrada do Server3, o nó de saída do Server3 ao nó de entrada do Server4 e deste ao Sink por um objeto *Path*. Depois, ligar o nó de saída do Server4 ao nó de entrada de Server5 e o nó de saída de Server5 ao nó de entrada de Server2 que devem ser conectados também pelo objeto *Path*.
- Coloque um objeto *ModelEntity* na área de simulação. Renomear o objeto *ModelEntity* para 'Entidade'.

Configuração das *Sequence Tables*

- Na parte superior do ambiente simulação, escolha a opção “Data” e depois no painel que aparece do lado esquerdo selecione “*Tables*”. Adicionar duas *Sequence Tables*. Nomeá-las com 'NormalSequence' e 'AdjustmentSequence'.

- Para a 'NormalSequence', defina a seguinte sequência:

Input@Server1 – o Input@Server4 a Input@Server2 – que Input@Server3 – Input@Sink1

- Para o 'AdjustmentSequence', defina a sequência: Input@Server5

Configurar complemento ao processo

- No ambiente de simulação, selecione o objeto Server4 e na propriedade “Add-On Process Triggers” efetue duplo click em “After Processing”. Como se poderá verificar, um processo padrão foi criado.
- Repetir esta etapa para o Server5 para adicionar um processo padrão.

Criação de lógica de processo

- Na área de Processos, no processo “Server4_AfterProcessing”, coloque um *step* “Decide” para representar a atividade de Server4 e a probabilidade de passagem. Mudar “Decide Type” para 'ProbabilityBased' e colocar '0.7' em 'Condition Or Probability'. A saída com 'True' representa 'Passed' e não requer nenhuma ação (vamos deixar isso inalterado). A saída com 'False' representa a 'Failed' e requer o uso do *step* 'SetRow' para mudar para a *Sequence* alternativa (definir o nome da tabela para 'AdjustmentSequence' e deixar o número da linha no seu padrão (o início da sequência)). Aqui também

adiciona-se um *step* 'Assign' para definir o ModelEntity.Picture para '1', então nós pode identificá-lo como uma parte vermelha em caso de falha no modelo.

- No processo "Server5_AfterProcessing", precisamos restaurar a parte de sua aparência e processamento normal. No step SetRow na propriedade 'Table Name' colocar 'NormalSequence'. Definir 'Row Number' para '2' para permitir que a entidade retomar o objeto Server2 e siga sua sequência normal. Também adicionar um *step* 'Assign' e definir a ModelEntity.Picture para '0' para assim passar novamente a verde.

SIMBIT

WP-30 Structured Partial Join

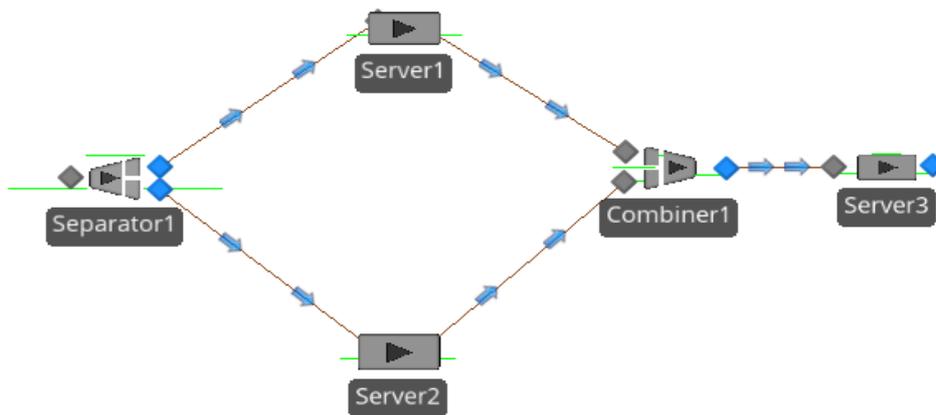


Figura 23 - Simbit do Padrão de Workflow 30 - "Structured Patial Join"

Problema:

Um ponto no processo de negócio onde dois ou mais subprocessos ou atividades convergem para uma única linha de controlo. Nesta fusão pressupõe-se que se mais que uma atividade foi executada em paralelo então é necessária sincronização na sua fusão, caso contrário, não necessita de sincronização.

Categorias:

Separação e combinação de entidades.

Conceitos-chave:

Separador, modo separar, combinar, modo agrupar.

Hipótese:

Uma entidade é separada em duas, para serem processadas individualmente e finalmente agrupadas para serem processadas como uma única.

Abordagem técnica:

Um *Source* cria uma entidade que é separada em duas por um objeto *Separator*. Depois cada uma delas é processada por um objeto *Server* para de seguida serem agrupadas através de um objeto *Combiner*. Juntas serão processadas como uma única.

Detalhes para a construção do modelo:

Colocar um objeto *Source* na área de modelação. Também colocar um objeto *Separator*, três objetos *Server*, um *Combiner* e um *Sink*.

Conectar o *Source* ao *Separator*, o *Separator* aos dois objetos *Server* através do objeto *Path*. Depois conectar os dois objetos *Server* ao objeto *Combiner* e deste ao Sink através do objeto *Path*.

Colocar um objecto *ModelEntity* na área de modelação e inserir uma animação de "Project Library Window".

Alterar a propriedade "Name" para "Entity1".

No objecto *Source* na propriedade "Entity Type" alterar para "Entity1".

No objecto *Separator*, na propriedade "Separation Mode" colocar "Make Copies" e na propriedade "Copy Quantity" colocar 1.

No objeto *Combiner*, a propriedade "Batch Quantity" deve ser definida com "1" para que a entidade que chega ao nó principal aguarde pela chegada de um outro membro e, só assim, é que se agrupam e seguem juntos.

Após o desenvolvimento dos Simbits que intervêm neste processo, criou-se um projeto com o nome “RepositorioComponentes” na ferramenta Simio. Neste projeto foram criados os modelos de simulação representativos dos Simbits descritos e, renomeados para “WPXX” (sendo “XX” o número do padrão *workflow* que este modelo representa, ex. WP4). Para este pequeno modelo se transformar num modelo reutilizável, foi necessário:

- Eliminar os objetos *Source* e *Sink*.
- Com um clique no botão direito sobre o “Input Node” do objeto que se encontrava ligado ao Source, acabado de eliminar, selecionar “Bind To New External Input Node”. A ferramenta solicita a alteração do nó externo, pelo que podemos manter o nome sugerido. É por este nó que as entidades entrarão neste modelo, quando, integrado num modelo-pai.
- Com um clique no botão direito sobre o “Output Node” do objeto que se encontrava ligado ao *Sink*, acabado de eliminar, selecionar “Bind To New External Output Node”. A ferramenta solicita a alteração do nó externo, pelo que podemos manter o nome sugerido. É por este nó que as entidades sairão neste modelo, quando, integrado num modelo-pai.

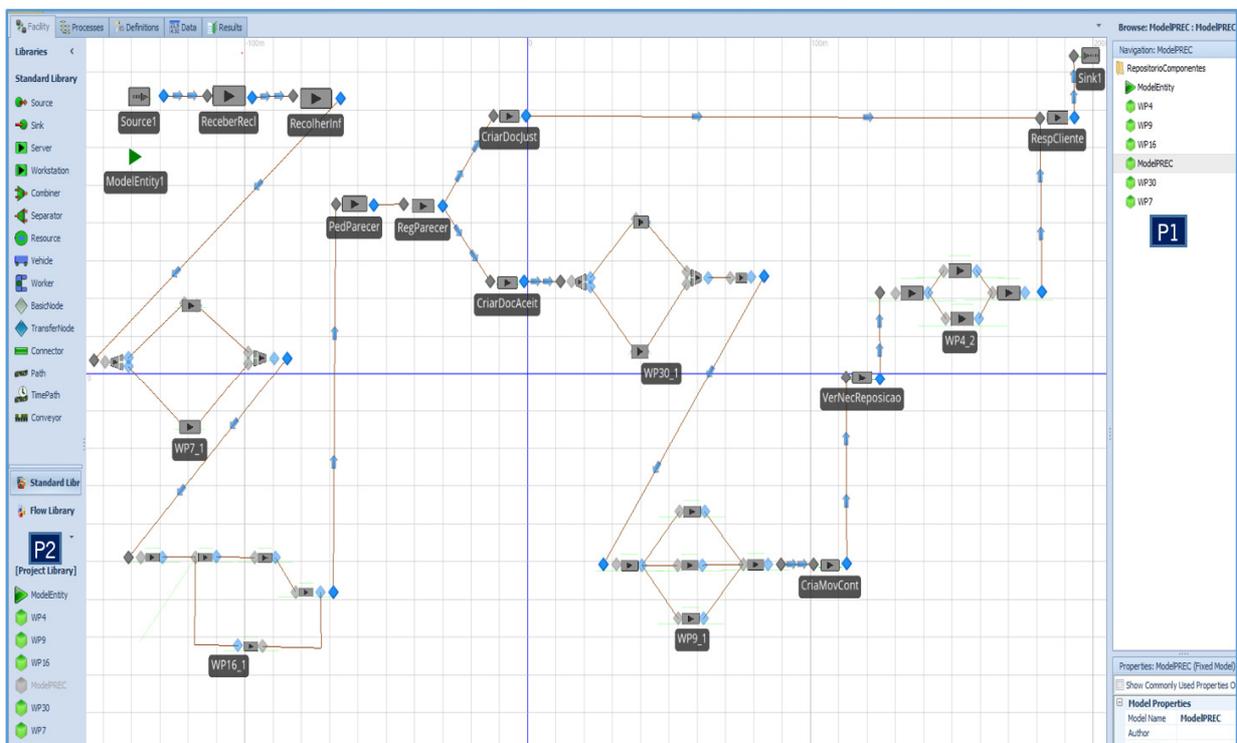


Figura 24 - Modelo de simulação do processo “Reclamação de Encomendas de Clientes”

Como se pode ver na figura 24, no painel assinalado com "P1", estão todos os Simbits desenvolvidos e que são visualizados automaticamente também no painel "P2" (passaram a fazer parte da *Project Library*). É com estes modelos do painel "P2" que, arrastados para a área de simulação, podem ser ligados entre si através de conectores (ex. *Path*) ou ligados a outros objetos que se arrastem provenientes do painel de ferramentas e que fazem parte das bibliotecas disponibilizadas pelo Simio.

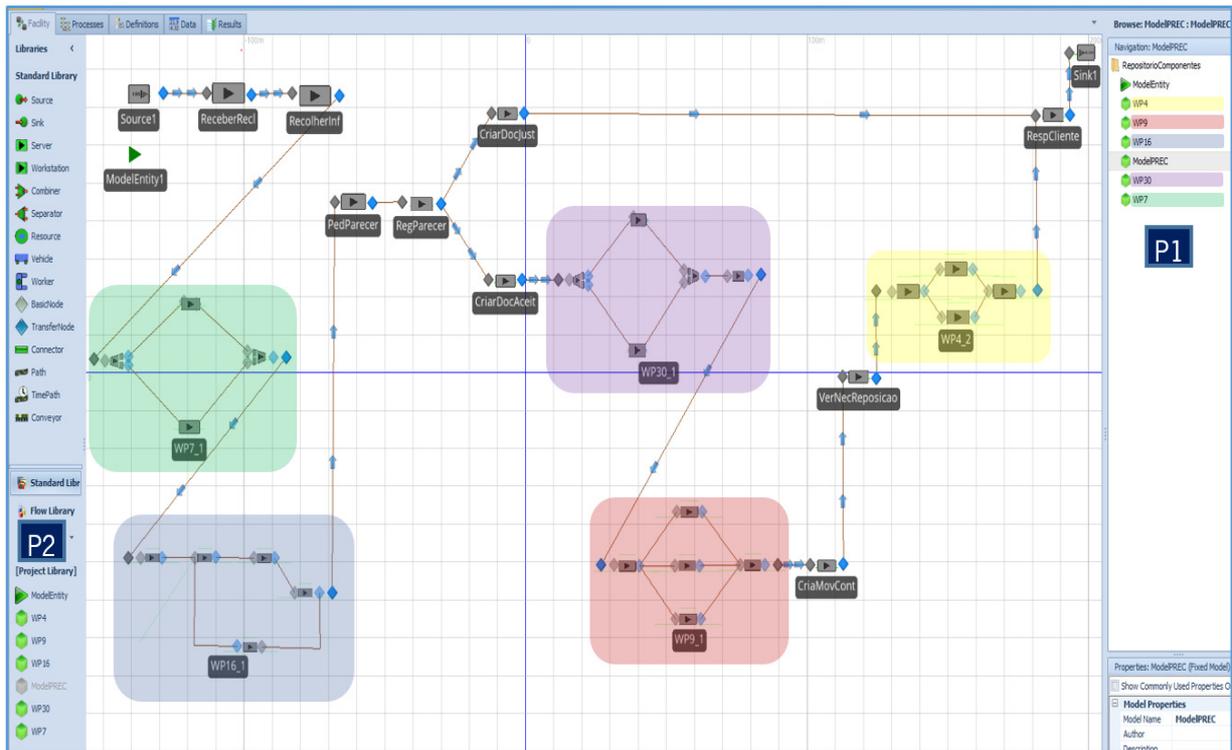


Figura 25 - Identificação dos padrões de workflow no processo de simulação

Como se pode ver na figura 25, os pequenos modelos utilizados e representativos dos padrões de *workflow*, representam uma parte considerável do processo de simulação do caso em questão. Estes pequenos modelos poderão ser reutilizados em outros processos de simulação, sendo apenas necessário saber identificar os padrões de workflow existentes e arrastar os referidos modelos representativos dos mesmos para o ambiente de simulação. Com a criação dos Simbits e a sua transposição para a ferramenta simio, qualquer modelação de processos de negócio, será rapidamente implementada sem a necessidade do seu desenvolvimento de raiz.

Estes pequenos modelos contribuem para desmistificar a complexidade de alguns processos de negócio demonstrando a relevância da simulação de processos de negócio.

4 CONCLUSÃO

Neste último capítulo são apresentadas as principais ilações sobre o trabalho realizado, que resultam de uma reflexão sobre os objetivos e resultados obtidos. Além disso, apresentam-se as contribuições relacionadas com o trabalho desenvolvido. Por fim, são reunidas algumas propostas e recomendações relativas a possível investigação futura na área de abrangência do estudo realizado.

4.1 Síntese do Trabalho Realizado

Atualmente, as organizações estão sujeitas à grande turbulência dos mercados e pressões constantes de mudança. Perante este cenário, têm necessidade de melhorar e reformular constantemente os seus negócios. O esforço para a melhoria contínua é uma das principais prioridades para as organizações, de forma a garantir a sua sobrevivência e sustentabilidade nos mercados reais.

BPM ajuda as organizações na resposta rápida e adequada às pressões em torno delas, defendendo uma estrutura organizacional centrada no conceito de processo. Contudo, os processos de negócio são sistemas complexos que envolvem pessoas, atividades e tecnologia, e carregam um alto grau de incerteza sobre os resultados obtidos em iniciativas de melhoria contínua. Neste contexto a simulação computadorizada pode desempenhar um papel importante para o sucesso das iniciativas de mudança organizacional.

A simulação de processos pode ser considerada uma ferramenta de gestão da mudança, uma vez que permite tornar visíveis as razões da referida mudança e a obtenção de explicações para o processo de decisão, sempre com o intuito da melhoria contínua. Mas a simulação de processos de negócio apresenta algumas limitações que comprometem a sua relevância como ferramenta para a tomada de decisões de gestão. Normalmente, é uma atividade bastante morosa e sujeita a falhas, pois implica a criação dos modelos de simulação de raiz. Por esta razão, é importante a criação de um repositório de componentes de simulação baseados em pequenos modelos - Simbits (construídos com a ferramenta de simulação Simio), que retratem um número considerado de situações padrão (padrões de workflow). Desse modo consegue-se rapidamente montar modelos de simulação de processos, parcialmente validados e prontos a servir os propósitos da simulação.

4.2 Contribuições e Limitações

O trabalho realizado contribuiu para demonstrar a utilidade da criação de um repositório de componentes de simulação correspondentes aos padrões de workflow identificados por Aalst. Devido à dificuldade de modelar e simular nas ferramentas de simulação atuais, este repositório de componentes fornece uma fonte de situações a partir do qual um profissional de simulação de processos de negócio pode consultar

para representar os seus processos de negócio mais rapidamente e com maior correção. Os resultados da simulação são mais fiáveis e fornecem orientações mais credíveis no caminho a seguir.

Este trabalho apresenta algumas limitações, essencialmente no que diz respeito ao software de simulação Simio:

- Os componentes do repositório são restritos aos utilizadores de Simio, e, os utilizadores que trabalham com ferramentas de simulação diferentes, não podem beneficiar deste repositório.
- A maioria dos utilizadores do software Simio utiliza o *Express Edition* onde os utilizadores só têm permissão para utilizar a biblioteca de objetos padrão para modelar uma gama de sistemas, e, não podem utilizar a flexibilidade e a arquitetura extensível do software que permite aos utilizadores adicionar novos objetos de forma a modelar comportamentos mais complexos.

4.3 Trabalho futuro

Enquadrado no presente trabalho, seria importante dar continuidade ao desenvolvimento dos Simbits para os restantes padrões de workflow identificados por (Aalst et al., 2003a) e assim contribuir para o enriquecimento do repositório de componentes.

Como o domínio da simulação de processos de negócio é bastante vasto, surgem sempre novos desafios para resolver. Neste contexto seria importante modelar os padrões de workflow identificados com outras ferramentas de Simulação, e assim, cobrir a maioria dos profissionais de simulação de processos de negócios.

Como um dos temas da atualidade é a “Cloud Computing” e, com desenvolvimentos em curso no software Simio, seria importante investigar a forma de criar um repositório de componentes de simulação direcionado para a “Cloud”.

Espera-se que com este trabalho, na criação de um repositório de componentes a utilizar na simulação de processos de negócio, contribua para um maior nível de utilização de ferramentas de simulação no domínio do BPM.

BIBLIOGRAFIA

- Aalst, W. M. P. van der, Hofstede, A. H. M. ter, Kiepuszewski, B., & Barros, A. P. (2003a). Workflow Patterns. *Distributed and Parallel Databases*, 14(1), 5–51. <http://doi.org/10.1023/A:1022883727209>
- Aalst, W. M. P. van der, Hofstede, A. H. M. ter, & Weske, M. (2003). Business Process Management: A Survey. Em W. M. P. van der Aalst & M. Weske (Eds.), *Business Process Management* (pp. 1–12). Springer Berlin Heidelberg. Obtido de http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-44895-0_1
- Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. OUP USA.
- Balci, O. (1988). The Implementation of Four Conceptual Frameworks for Simulation Modeling in High-level Languages. Em *Proceedings of the 20th Conference on Winter Simulation* (pp. 287–295). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/318123.318204>
- Ball, P. (1996). Introduction to Discrete Event Simulation. Em *Proceedings of the 2nd DYCOMANS workshop on «Management and Control: Tools in Action»*.
- Barnett, M. (2003). Modeling & simulation in business process management. *Gensym Corporation*, 6–7.
- Belge. (2010). ProModel - Technology Enabled Predictive Analytics Simulation. Obtido 5 de Janeiro de 2015, de <https://www.promodel.com/Products/ProModel/>
- Bruschi, S. M. (2002, Novembro 25). *ASDA: um ambiente de simulação distribuída automático* (text). Universidade de São Paulo. Obtido de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-26062007-134827/>
- Burlton R., BPM Critical Success Factors Lessons Learned from Successful BPM Organizations. <http://www.bptrends.com/publicationfiles/10-04-2011-ART-BPM%20Critical%20Success%20Factors-Burlton.pdf>, 2011. Acesso em: 21 jan. 2015.
- Chwif, L., & Medina, A. C. (2006). *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos*. LEONARDO CHWIF. Obtido de <https://books.google.com.br/books?id=VOHV4tEZakoC>
- Cichocki, A., Ansari, H. A., Rusinkiewicz, M., & Woelk, D. (2012). *Workflow and Process Automation: Concepts and Technology*. Springer Science & Business Media.
- Fornell, C., & Wernerfelt, B. (1987). Defensive marketing strategy by customer complaint management: a theoretical analysis. *Journal of Marketing research*, 337–346.

- Forster, F. (2006). The idea behind business process improvement: toward a business process improvement pattern framework. *BPTrends*, April, 1–13.
- Garrat, Andy, et. al. Human-Centric Business Process Management with WebSphere Process Server V6. 2007. Disponível em: https://obahy.files.wordpress.com/2013/04/human-centric-business-process-management-with-websphere-process-server_sg247477.pdf. Acesso em: 18 jan. 2015.
- Georgakopoulos, D., Hornick, M., & Sheth, A. (1995). An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. *Distributed and Parallel Databases*, 3(2), 119–153. <http://doi.org/10.1007/BF01277643>
- Harmon, P. (2003). *Business Process Change: A Manager's Guide to Improving, Redesigning, and Automating Processes*. Morgan Kaufmann.
- Harmon, P. Process Maturity Models. 2009. Disponível em: http://www.bptrends.com/publicationfiles/spotlight_051909.pdf. Acesso em: 18 jan, 2015.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Q.*, 28(1), 75–105.
- Jeston, J., & Nelis, J. (2006). *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. Elsevier.
- Joines, J. A., & Roberts, S. D. (2012). *Simulation Modeling with Simio: A Workbook Second Edition* (Second Edition). California, USA: Simio LLC. Obtido de <http://www.biblio.com/book/simulation-modeling-simio-workbook-third-edition/d/698058120>
- Law, A. M., & McComas, M. G. (1991). Secrets of successful simulation studies. Em *Simulation Conference, 1991. Proceedings., Winter* (pp. 21–27). <http://doi.org/10.1109/WSC.1991.185587>
- Magalhães, A. (2008). *Compreensão de Representações Organizacionais Baseadas em Abordagens BPM* (Teses de Mestrado). Universidade do Minho, Portugal.
- Manson, N. J. (2006). *Is operations research really research? Operations Research Society of South Africa* (Vol. 2).
- Markovitch, N. A., & Profozich, D. M. (1996). Arena software tutorial. Em *Simulation Conference, 1996. Proceedings. Winter* (pp. 437–440). Pensilvânia, USA. <http://doi.org/10.1109/WSC.1996.873313>
- Oliveira, P. A. S. M. de. (2009, Março 30). *Simulação de processos em projectos de reengenharia organizacional* (Tese de Mestrado). Universidade do Minho, Portugal. Obtido de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9919>

- Pegden, C. D. (2007). Simio: A new simulation system based on intelligent objects. Em *Simulation Conference, 2007 Winter* (pp. 2293–2300). Washington, DC, USA. <http://doi.org/10.1109/WSC.2007.4419867>
- Pereira, J. L. M. (2004). *Sistemas de informação para o novo paradigma organizacional: o contributo dos sistemas de informação cooperativos* (Teses de Doutoramento). Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.
- Richins, M. L. (1987). A multivariate analysis of responses to dissatisfaction. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 15(3), 24–31. <http://doi.org/10.1007/BF02722168>
- Riehle, D., & Züllighoven, H. (1996). Understanding and using patterns in software development. *Theory and Practice of Object Systems*, 2(1), 3–13. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9942\(1996\)2:1<3::AID-TAPO1>3.0.CO;2#](http://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9942(1996)2:1<3::AID-TAPO1>3.0.CO;2#)
- Russell, N., Hofstede, A. H. M. T., & Mulyar, N. (2006). Workflow ControlFlow Patterns: A Revised View. Obtido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/versions?doi=10.1.1.93.6974>
- Sakurada, & Miyake, D. I. (2003). Estudo Comparativo de Softwares de Simulação de Eventos Discretos Aplicados na Modelagem de Um Exemplo de Loja de Serviços. Apresentado na XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Schiefer, J., Roth, H., Suntinger, M., & Schatten, A. (2007). Simulating Business Process Scenarios for Event-Based Systems. Em *Proceedings of the 15th European Conference on Information Systems (ECIS 2007)*. University of St. Gallen, Suíça. Obtido de <http://aisel.aisnet.org/ecis2007/43>
- Schierholz, R., & Al-Mudimigh, A. S. (2007). The role and impact of business process management in enterprise systems implementation. *Business Process Management Journal*, 13(6), 866–874.
- Shannon, R. E. (1998). Introduction to the Art and Science of Simulation. Em *Proceedings of the 30th Conference on Winter Simulation* (pp. 7–14). Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press. Obtido de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=293172.293175>
- Smith, H., & Fingar, P. (2003). *Business Process Management: The Third Wave*. Meghan-Kiffer Press.
- Thom, L. H., lochpe, C., Amaral, V. do, & Viero, D. de. (2006). Toward block activity patterns for reuse in workflow design. *Workflow Handbook, 2006*, 249–260.
- Thom, L. H., Lau, J. M., lochpe, C., & Mendling, J. (2007). Extending Business Process Modeling Tools with Workflow Pattern Reuse. Em *ICEIS (3)* (pp. 447–452). Obtido de <http://www.mendling.com/publications/07-ICEIS.pdf>

White, S. A., & Miers, P. D. (2008). *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*.
Future Strategies Inc.