

Capítulo

4

Gerenciamento de Processos de Negócio e Aplicabilidade na Saúde e na Robótica

Lucinéia Heloisa Thom

Resumo

O gerenciamento de processos de negócio (BPM) proporciona não apenas a redução de custos, tempo, erros e redundância na execução dos processos, mas também maior controle sobre estes. Assim tem-se o incremento da qualidade dos processos, de seus resultados e da organização como um todo. A busca por maior padronização e eficiência na execução dos processos têm aumentado o interesse das organizações pela tecnologia de workflow. BPM vêm sendo utilizado em diversos domínios de aplicação, tais como o domínio da saúde, envolvendo processos que requerem sistemas de workflow com suporte à adaptação dinâmica e o domínio da robótica e automação, onde os processos carecem de maior padronização. Neste capítulo são apresentados conceitos fundamentais sobre BPM e workflow. Em particular, é introduzida a notação para modelagem de processos de negócio (BPMN), além dos principais padrões de workflow existentes. O capítulo inclui ainda a discussão de tópicos sobre a aplicabilidade de BPM em processos da saúde e robótica.

Abstract

Business Process Management (BPM) allows not only the reduction of costs, time, errors and process replication, but mainly it increases the control over process execution. Therefore, both process execution and organization quality improves. Organizations have showed an increasing interest by the workflow technology due to their need for more standardization and efficiency in process execution. BPM has been applied in many application domains such as the health domain presenting processes which require dynamic adaptation and flexibility in their execution as well as the robotics and automation domains including processes that need more standardization. This chapter presents basic concepts on BPM and workflow. In particular, it introduces the business process modelling notation (BPMN) and core existent workflow patterns. Finally, the chapter discusses specific topics regarding the use of BPM in the health and robotics domain.

1.1. Introdução

Para manterem-se competitivas em meio as frequentes variações de mercado, para melhor interagir com clientes e parceiros de negócio e para garantir qualidade aos serviços oferecidos as organizações privadas e públicas buscam maior padronização e eficiência na execução de seus processos de negócio. O gerenciamento de processos de negócio (Business Process Management - BPM), através da automatização dos processos de negócio executados na organização, proporciona não apenas a redução de custos, tempo, erros e redundância na execução dos processos, mas também maior controle sobre estes e capacidade de adequação a situações inesperadas, o que leva ao incremento da qualidade dos processos, de seus resultados e da organização como um todo.

Sistemas de workflow tem sua origem na automação de escritórios. As primeiras iniciativas surgiram no MIT (Massachusetts Institute of Technology), na Universidade de Pensilvânia, por volta de 1968. O objetivo era reduzir a complexidade da interface com usuário, controlar o fluxo de informação e melhorar a eficiência dos escritórios. Em 1976 surge o primeiro protótipo para automação de escritórios desenvolvido por William Newman, Tim Mott e outros do grupo de pesquisa da Xerox Palo Alto Research Center (PARC). A ferramenta apresenta suporte para criação e gerência de documentos (GED) com ênfase na interface homem-máquina. O usuário pode, visualmente, manipular formulários, ler emails ou documentos. Já em 1977, Michael Zisman's propõe o SCOOP (System for Computerization of Office Processing) [Ellis and Nutt 1980]. A partir do SCOOP um escritório é visto como um sistema e não como um conjunto de tarefas isoladas. Após, outras ferramentas surgiram, tais como a ICN (Information Control Net), Lotus Notes, Oracle Workflow e, em 1993 surge a Workflow Management Coalition, órgão padronizador da tecnologia de workflow [Fischer 2001]. Mais recentemente surgiu a Notação para Modelagem de Processos (BPMN). Mais de 60 ferramentas de workflow suportam a BPMN, visto que é um padrão aberto mantido pela OMG [OMG 2009].

Um sistema de workflow oferece soluções para incrementar a qualidade e eficiência do gerenciamento dos processos de negócio executados nas organizações. A tecnologia de workflow é um instrumento tecnológico decisivo para a Gestão da Informação, na medida em que registra ativamente e em detalhes todas as informações referentes ao funcionamento e a estrutura dos processos de negócio [Zhao 1998].

O desenvolvimento de um sistema de workflow passa pelas etapas de projeto, modelagem, execução e monitoramento [Weber et al. 2008]. Neste contexto, um dos problemas que pode surgir durante a análise de requisitos são eventuais resistências culturais, por parte dos usuários do sistema. As resistências ocorrem, principalmente, devido às alterações que o workflow provoca na maneira como o trabalho deve ser realizado na organização. Além disso, eventuais conflitos de linguagem entre os projetistas de workflow e usuários, podem gerar erros na fase de modelagem do processo, comprometendo a fidelidade do processo de workflow modelado ao processo de trabalho, de fato, executado na organização. Em [Thom 2000] é proposta uma metodologia para auxiliar na identificação e tratamento de resistência humana durante o projeto de workflow. Mais recentemente Thom propõe uma metodologia para a criação de ontologias a partir de modelos de processo [Thom 2012].

O gerenciamento de processos de negócio e workflow vêm sendo aplicados em diversos domínios de aplicação: na automação de escritórios, onde os processos são mais estáticos e com poucas variações; na saúde que inclui processos dinâmicos e que portanto precisam de soluções flexíveis e adaptáveis; na robótica, onde os processos requerem padronização e documentação que facilite seu reuso e entendimento compartilhado. Mas, ainda que em domínios diferentes, as soluções de workflow compartilham objetivos comuns tais como: maior padronização dos processos, melhoria na execução, qualidade e rapidez na execução das atividades.

As demais seções deste artigo estão organizadas como segue: Na Seção 2 são apresentados diversos conceitos sobre gerenciamento de processos de negócio e workflow. Na Seção 3 são discutidos tópicos relacionados a modelagem de processos de negócio. A seção apresenta o ciclo de vida de um projeto de workflow e detalha as fases de elicitação de requisitos e modelagem. Na Seção 4 é introduzida a principal Notação para Modelagem de Processos (BPMN). Nesta seção são apresentados os principais elementos de modelagem, além de exemplos de modelos de processos em BPMN. A Seção 5 apresenta os principais padrões de workflow, tais como padrões de controle de fluxo, dados, além de padrões de atividade de workflow. Na Seção 6 são feitas considerações sobre o gerenciamento de processo da saúde e robótica. Por fim, a Seção 7 conclui o artigo com considerações finais.

1.2. Fundamentos em Gerenciamento de Processos de Negócio e Workflow

Um processo de negócio consiste de uma série de atividades relacionadas, as quais são realizadas para atingir um determinado objetivo de negócio [Weske 2007]. Tais objetivos incluem melhor documentação e padronização do processo de trabalho, além de eficiência e qualidade na execução dos processos. Um modelo de processo é a representação gráfica de um processo de negócio. A Figura 1.1 apresenta um exemplo simplificado de um processo para conectar uma mão mecânica a um braço robótico. Observe que foi utilizada uma notação específica para o desenho deste processo. O processo inicia verificando se já existe alguma mão mecânica conectada. Se existir, a mão deve ser desconectada. Se a tarefa estiver concluída o processo é finalizado, caso contrário uma nova mão mecânica é escolhida e, após conectada ao braço robótico.

Workflow é a automatização de processos de negócio, durante a qual, documentos, informações e/ou atividades são passadas de um participante a outro, a fim de que sejam tomadas ações, de acordo com um conjunto de regras e procedimentos.

Os principais conceitos inerentes a BPM e workflow são: *atividade e subprocesso, controle de fluxo, participante e papel, instância de atividade e de processo, item e lista de trabalho* [Fischer 2001], [Specification 1999]. Um sistema de gerência de workflow (WFMS) permite, a seus usuários, a definição, criação e gerência da execução de processos de workflow. É capaz de interpretar a definição do processo de negócio, interagir com os participantes e, quando necessário, invocar ferramentas e aplicações de sistemas de informação. O WFMS é responsável por controlar o andamento do processo, seguindo rigorosamente a ordem definida pelas dependências entre as atividades, respeitando as regras de consistência especificadas.



Figure 1.1. Processo para conectar uma mão mecânica a um braço robótico

1.2.1. Atividade e Subprocesso

Uma atividade ou tarefa é um fragmento de trabalho que contribui para o cumprimento de um processo. No processo ilustrado na Figura 1.1, cada retângulo indica uma tarefa (ex.: Mão mecânica está conectada?). Uma tarefa pode ser manual ou automatizada. Tarefas manuais não podem ter sua execução controlada pelo sistema de gerência de workflow (ex.: uma exame médico sendo realizado pelo médico em um paciente ou a revisão de um artigo realizada por um pesquisador). Já as tarefas automatizadas têm sua execução controlada pelo sistema de gerência de workflow. Todas as tarefas no processo da Figura 1.1 são automatizadas, ou seja, ou são executadas por um robô ou pelo próprio sistema de workflow.

Um modelo de processo, além de tarefas pode incluir subprocessos (que podem ser entendidos como um tipo de atividade complexa). Sub-processos permitem a modelagem hierárquica do processo. Um subprocesso é uma atividade composta que pode ser incluída dentro de um processo. No Processo (Pai), o subprocesso é visto como um único elemento de modelagem que tem um nome identificador. O subprocesso é detalhado em um diagrama à parte (Filho) e pode conter subprocessos e atividades. Neste contexto, quando o subprocesso é embutido ele não pode ser reusado, ou seja, só existe dentro do processo pai. A Figura 1.2 apresenta um processo para posicionar um kit de montagem em uma mesa de trabalho. O processo ilustrado na Figura 1.1 é um subprocesso deste processo de posicionamento, ou seja, inicialmente uma mão mecânica deve ser conectada a um braço robótico para que as tarefas (isto é, tarefas *pegar kit* e *posicionar kit na mesa de trabalho*) de posicionamento possam ser executadas.

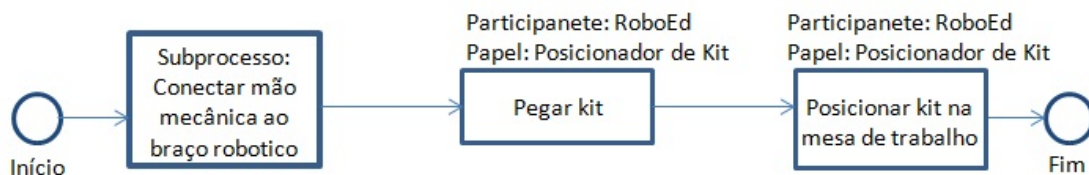


Figure 1.2. Processo para posicionar um kit de montagem em uma mesa de trabalho, incluindo um subprocesso de conexão de uma mão mecânica a um braço robótico

1.2.2. Controle de Fluxo

Controles de fluxo definem a ordem de execução das atividades. Conforme Crownston [Crowston 2000], quanto maior o grau de dependência entre atividades e recursos, mais complexos são os mecanismos necessários para controlar tais dependências. Atualmente, existem cerca de 43 padrões de controle de fluxo propostos em [van der Aalst et al. 2003]. Porém, os principais controles de fluxo, implementados por ferramentas de modelagem e implementação de processos são: *sequencial*, *AND-Split*, *AND-Join*, *OR-Split*, *OR-Join* e *XOR-Split* e *XOR-Join* [Specification 1999].

- **Sequencial:** após a execução da atividade (tarefa) predecessora, a próxima atividade no processo pode ser executada. A Figura 1.3 ilustra um controle de fluxo sequencial. Após a execução da atividade A, a atividade B inicia a execução sequencialmente.



Figure 1.3. Controle de fluxo sequencial

- **AND-Split:** Em um ponto de ramificação, todos os fluxos de saída são ativados simultaneamente. A Figura 1.4 ilustra o controle de fluxo AND-Split. Após a execução da atividade A, as atividades B e C são ativadas para execução.

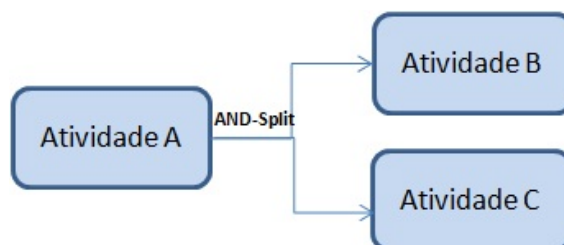


Figure 1.4. Controle de fluxo AND-Split

- **AND-Join:** Em um ponto de convergência de fluxos, é esperado que todos os caminhos de entrada completem, antes de disparar o fluxo de saída. A Figura 1.5 ilustra o controle de fluxo AND-Join. Após as atividades B e C concluírem a execução, a atividade D é ativada para execução. Observe que mesmo concluindo em tempos diferentes, existe o sincronismo antes da atividade D para garantir sua execução, apenas a conclusão das atividades predecessoras.
- **OR-Split:** É um ponto de ramificação, após avaliar condições, um ou mais caminhos são ativados. A Figura 1.6 ilustra o controle de fluxo OR-Split. Após a execução da atividade A, são avaliadas as condições vinculadas a cada braço que conecta a atividade A as atividades B e C, respectivamente. Aquelas braços cujas condições forem validadas para verdadeiro, terão as respectivas atividades ativadas para execução.

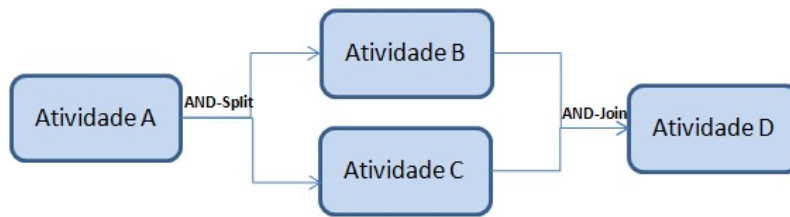


Figure 1.5. Controle de fluxo AND-Join

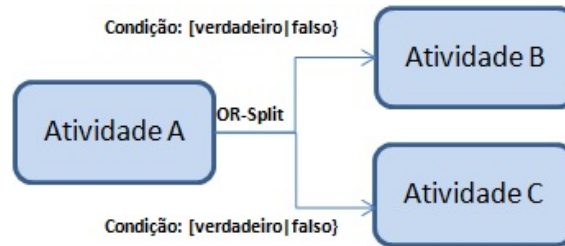


Figure 1.6. Controle de fluxo OR-Split

- **OR-Join:** Em um ponto de convergência de fluxos, se espera que todos os fluxos de entrada ativos tenham completado para ativar o fluxo de saída. A Figura 1.7 ilustra o controle de fluxo OR-Join. A atividade D só será ativada quando todas as atividades predecessoras, cujas condições forem validadas para verdadeiro estiverem com a execução concluída.

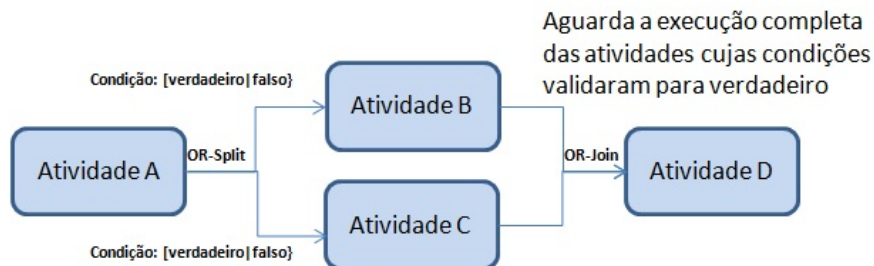


Figure 1.7. Controle de fluxo OR-Join

- **XOR-Split:** Em um ponto de ramificação, é selecionado exatamente um caminho de saída dentre as alternativas existentes. A Figura 1.8 ilustra o controle de fluxo XOR-Split. Após a execução da atividade A, ou a atividade B ou a atividade C será ativada para execução, mas não ambas as atividades.
- **XOR-Join:** Em um ponto de convergência, basta a execução completa de um braço de entrada para que seja ativado o fluxo de saída. A Figura 1.9 ilustra o controle de fluxo XOR-Join. A atividade D é ativada para execução quando a atividade B ou C concluírem a execução.

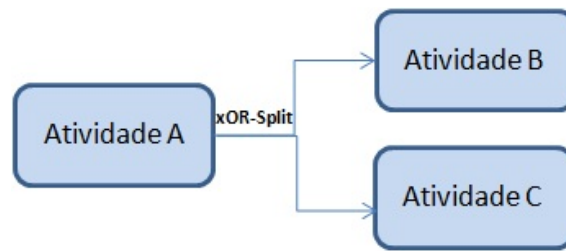


Figure 1.8. Controle de fluxo XOR-Split

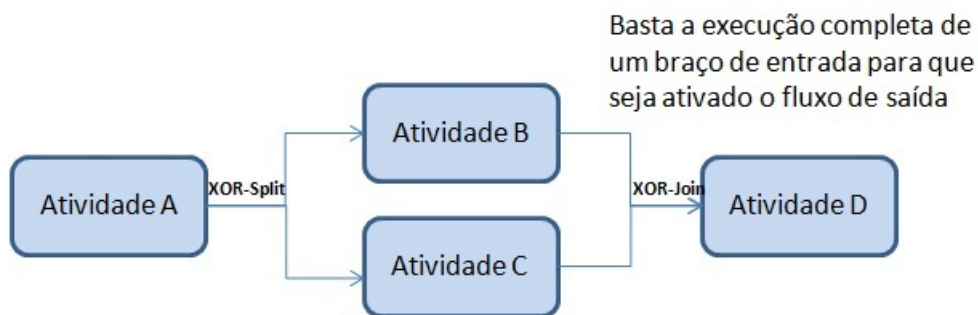


Figure 1.9. Controle de fluxo XOR-Join

1.2.3. Participante e Papel

Participante, ator ou agente é o responsável pela execução de uma ou mais atividades pertencentes ao processo. Pode ser um ser humano, tal como um funcionário da empresa ou um software (microsoft outlook) ou, ainda, um equipamento (ex.: torno com controle numérico).

Papel é uma abstração criada em torno de um conjunto de atores, os quais compartilham características semelhantes, a fim de se evitar que, nomes de usuários façam parte, explicitamente, do modelo de workflow. Por exemplo, no processo de desenvolvimento de software os responsáveis pela análise de requisitos assumem o papel de analista e, os responsáveis pela codificação assumem o papel de programador. Um ator pode assumir mais de um papel. Por exemplo, se determinado ator é responsável pela análise de requisitos e, também, pela codificação, o mesmo assume os papéis de analista e programador, respectivamente.

A Figura 1.10 traz o processo ilustrado na Figura 1.1 com os respectivos papéis e participantes associados as atividades.

1.2.4. Instância de Atividade e Instância de Processo

Quando um processo é iniciado, o WFMS cria uma instância de processo. Cada instância de processo gera uma série de instâncias de atividades. No exemplo da Figura 1.1, sempre que o processo for iniciado é gerada uma instância do processo de conexão da mão mecânica ao braço robótico. Não necessariamente todas as atividades incluídas em um processo serão instanciadas. Controles de fluxo do tipo OR e XOR podem implicar na execução de uma ou outra atividade, dependendo do contexto de execução do processo.

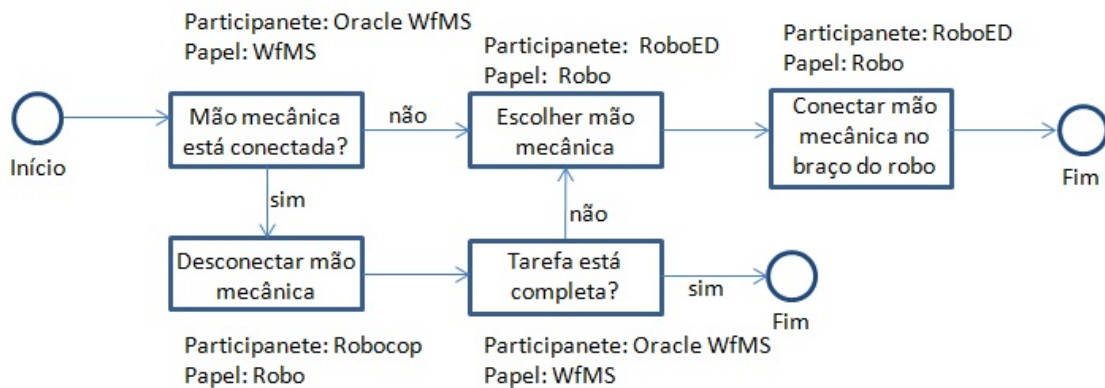


Figure 1.10. Processo para conectar uma mão mecânica a um braço robótico a respectivos papéis e participantes associados as atividades

No processo ilustrado na Figura 1.1, se a atividade *Mão mecânica está conectada* resultar em *Não*, apenas as atividades *Escolher mão mecânica* e *Conectar mão mecânica a braço mecânico* serão instanciadas.

1.2.5. Item de Trabalho e Lista de Trabalho

Para o participante do sistema de workflow, as atividades são apresentadas como uma coleção de itens de trabalho. Cada item de trabalho é o resultado da instanciação de uma atividade. O mesmo contém uma descrição textual da atividade, além dos documentos e aplicações associadas. É importante observar que apenas atividades manuais geram itens de trabalho para a lista de trabalho de um participante humano do processo.

1.3. Modelagem de Processos de Negócio

O processo de desenvolvimento de sistemas de workflow inclui quatro etapas principais: projeto e elicitação de requisitos, modelagem, execução e monitoramento. As etapas de elicitação de requisitos e modelagem são consideradas fundamentais e críticas, pois são nestas fases que os processos executados na organização são identificados e modelados pelo projetista. Na fase de elicitação, o analista deve entender bem o domínio de aplicação para facilitar a identificação dos requisitos para a modelagem dos processos. Na maioria dos casos, são identificados indivíduos-chave na organização (ex., especialistas, diretoria) os quais são entrevistados pelo analista, além do estudo, pelo analista, de documentos organizacionais, além da literatura relacionada ao domínio de aplicação. A identificação dos requisitos e posterior modelagem dos processos é uma tarefa complexa devido a diversos fatores: problemas de comunicação entre o analista e os usuários, falta de documentação e padronização dos processos, boicote por parte dos usuários que muitas vezes resistem em descrever suas tarefas diárias temendo a perda de controle da execução destas ou a identificação de uma carga de trabalho reduzida.

1.3.1. Arquitetura Orientada a Serviços

Na Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), serviços são programas de software, fisicamente independentes, que dão suporte à obtenção de objetivos estratégicos. Cada Serviço possui um conjunto de capacidades, as quais são expressas através de um contrato de

serviço (tal como uma API). Uma composição de serviços consiste em um agregado de serviços [Thomas 2009].

Um serviço encapsula uma função de negócio reutilizável. Cada serviço é instanciado de um único repositório e invocado remotamente por todas as aplicações que o usam. Não existe herança ou dependências fortes entre serviços. Cada serviço é criado (build) uma vez, mas pode ser instanciado (deployed) para todos os sistemas que dele necessitem.

A orientação a serviços proporciona vantagens importantes tais como: *reutilização de software*, um pacote de códigos que constitui um serviço pode ser reutilizado em um novo aplicativo; *aumento de produtividade*, a reutilização de serviços pode agilizar o desenvolvimento dos projetos, possibilitando que uma mesma equipe de projeto trabalhe em mais de um projeto paralelamente. A arquitetura orientada a serviços também apresenta vantagens que incluem: *melhor alinhamento com o negócio da organização*, a arquitetura é considerada o panorama geral de todos os processos de negócio da organização, ou seja, o pessoal de negócio pode visualizar como a empresa é construída em termos de tecnologia; *uma maneira melhor de vender arquitetura para o negócio*, reutilização, maior produtividade e agilidade em TI e uma infra-estrutura de software ajustada para processos de negócio aumentam o interesse das organizações por SOA. Porém, é importante observar que organizações pequenas ou extremamente descentralizadas talvez não consigam justificar uma equipe centralizada de gerentes de projeto, arquitetos e desenvolvedores.

A Figura 1.11 apresenta um esquema simplificado de SOA. Inicialmente os aplicativos de cada departamento da organização são identificados. Após, são verificadas partes de código ou módulos de funções comuns a todos os aplicativos. A partir disso, é feita uma generalização para se obter soluções de software de uso comum a todos os departamentos. As principais vantagens deste procedimento são a reutilização de código fonte, integração com sistemas de informação e identificação de código que pode ser simplificado e/ou eliminado ².

1.3.2. Ciclo de Vida de um Projeto de Desenvolvimento de Workflow

Um ciclo de vida típico de processo de desenvolvimento de sistema de workflow inclui as seguintes fases [Weber et al. 2009]: projeto, modelagem, execução e monitoramento (veja Fig. 1.12).

- **Projeto e Elicitação de Requisitos.** A descrição de um processo de negócio, em alto nível de abstração, é primeiramente uma tarefa de gerenciamento guiada por objetivos de negócio. A tradução desta descrição para um modelo de processo concreto, i.e., executável é um pré-requisito fundamental para o sucesso de qualquer sistema de workflow.
- **Modelagem.** Nesta fase, geralmente a descrição do processo obtida na fase de projeto é traduzida para um modelo de processo em notação específica, tal como BPMN ou diagrama de atividades da UML ou ainda diretamente para uma linguagem de execução, tal como a Business Process Execution Language (BPEL).

²Fonte: ilustração adaptada de <http://www.youtube.com/watch?v=f9IOMGvTUv0>

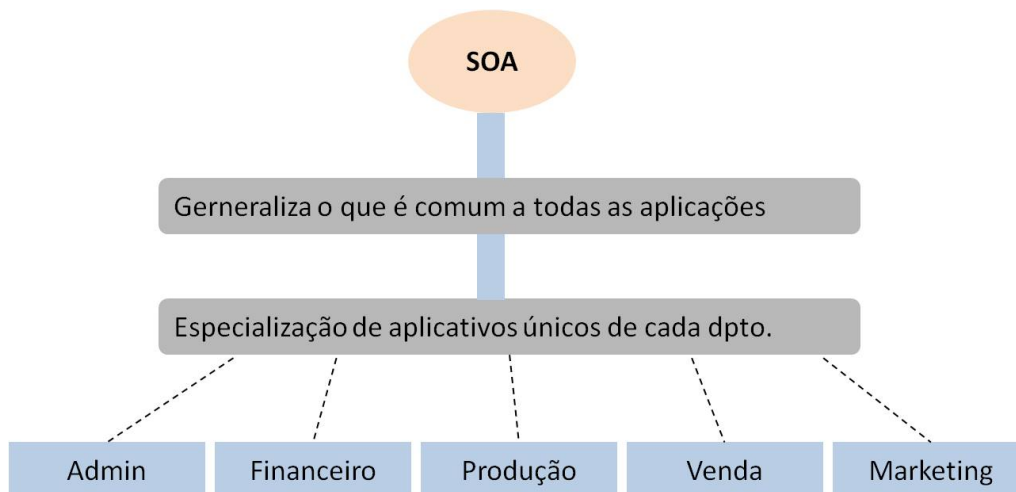


Figure 1.11. SOA e aplicativos existentes na organização

- **Execução.** Flexibilidade na execução de modelos de processos é fundamental para a realização de processos dinâmicos. Além da execução do modelo de processo, esta fase inclui o tratamento de exceções, assim como possíveis alterações no processo.
- **Monitoramento.** Através do monitoramento, deadlocks, livelocks, assim como melhorias no processo podem ser identificadas.

As fases de modelagem e melhoria de processos têm recebido uma atenção especial das comunicadas acadêmicas e profissionais. Nos últimos anos diversos metamodelos, notações e linguagens foram propostas para auxiliar a etapa de modelagem. Com relação a melhoria de processos, cada vez mais as organizações estão enfrentando pressão para melhorar o desempenho dos seus processos em termos de custo, tempo, qualidade e flexibilidade. Conforme [Vanwersch 2011] o redesenho de processos de negócios podem contribuir significativamente para este objetivo. Porém, os projetos de redesenho de processos são caracterizados por alto risco de falha, visto que existe uma carência de metodologias eficientes para reengenharia. Em vista disso, em [Vanwersch 2011] é proposto um método que auxilia profissionais da saúde na modelagem de novas alternativas de processos que possam colaborar para a melhoria do processo atual. A pesquisa proposta também objetiva identificar fatores críticos de um processo de redesenho, inicialmente no domínio da saúde. Neste contexto, em [Reijers and Limanmansar 2005] é apresentado um framework para redesenho de processos de negócio para descrever os elementos que podem ser candidatos ao redesenho. Estes elementos incluem: clientes, produtos, processos de negócio (com foco na visão operacional e comportamental), organização (com foco na população e estrutura), informação, tecnologia e ambiente externo.

Em [Gassen 2012] é apresentada uma abordagem, cujo principal objetivo é auxiliar e melhorar a qualidade da modelagem de processos utilizando ontologias. A ideia é definir nomes para os elementos de processo (ex. atividades) tendo como base termos que aparecem na ontologia. Além disso, utilizar a ontologia na identificação de restrições nos

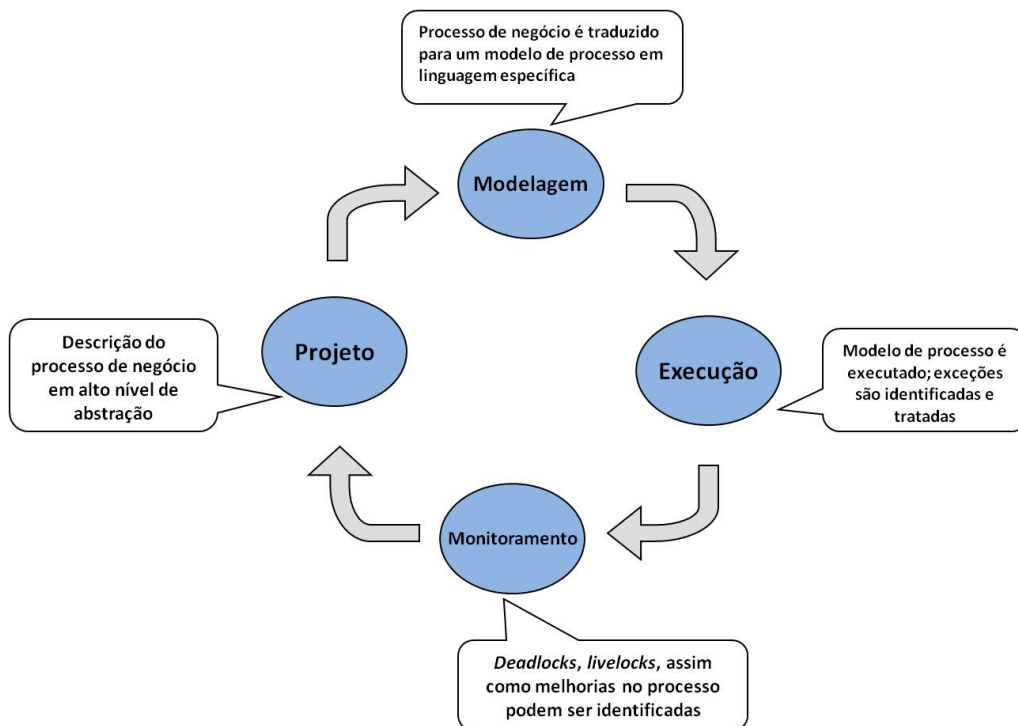


Figure 1.12. Ciclo de vida do desenvolvimento de sistemas de workflow

relacionamentos entre os termos (por exemplo, verificar se determinado participante está apto ou autorizado a executar uma tarefa específica).

1.3.3. Elicitação de Requisitos e Modelagem de Processos de Negócio

Conforme [Knight 2005] um dos grandes desafios da elicitação de requisitos é garantir que os requisitos de sistema estejam alinhados com as necessidades de negócio da organização. Os autores enfatizam que requisitos representando apenas a perspectiva de um usuário individual do sistema, parcialmente analisados e que não consideram o ambiente em que estão inseridos podem colaborar para sistemas que não refletem as necessidades da organização.

Na fase de elicitação e análise de requisitos, os engenheiros de software trabalham com os clientes e os usuários finais do sistema para aprender sobre o domínio de aplicação, quais os serviços o sistema deve fornecer, o desempenho esperado do sistema, assim como, restrições de hardware [Sommerville 2003]. No desenvolvimento de sistemas de workflow, a elicitação e o entendimento dos requisitos dos usuários finais são particularmente difíceis por várias razões [Thom 2000]: diversificação na forma de realizar o trabalho e falta de documentação, dificuldade pelo analista de entender o domínio de aplicação e assim focar nas questões mais relevantes necessárias para a modelagem dos processos e boicote dos usuários que podem resistir no repasse de informações temendo o controle que o sistema de workflow enforça à execução do trabalho.

As fontes de informação para o desenvolvimento de qualquer software, durante a fase de requisitos, incluem documentação, usuários de sistema e especificações de sistemas similares. Para o sistemas de worflow, existem outras fontes de informação, tais

como ISOs, ontologias, procedimentos disponibilizados na literatura e web que também podem contribuir para a elicitação dos requisitos. Em [Thom et al. 2006a] é apresentada uma abordagem interessante relacionando aspectos da estrutura organizacional (ex. centralização na tomada de decisão em chefias e diretorias) e funções específicas dos processos de negócio (hierarquia de aprovações).

Em [Knight 2005] é apresentada uma abordagem bastante interessante, na qual um conjunto de modelos são utilizados para a identificação de requisitos de negócio. Tais modelos incluem modelo organizacional, modelo de localização, modelo de objetivos, modelo de processo e modelo de atividade.

O *modelo organizacional* apresenta unidades organizacional (ex.: departamento de tecnologia de informação), papéis (ex.: programador) e seus relacionamentos, ou seja, qual ator pertence a qual unidade organizacional. Já o *modelo de localização* ilustra a maneira como a organização está distribuída, as relações entre as unidades organizacionais e sua localização geográfica. O *modelo de objetivos*, por sua vez, apresenta os objetivos de negócio da organização e as relações hierárquicas entre estes. Demonstra como um objetivo é dividido em subobjetivos, os quais podem ser atingidos através da execução dos processos de negócio. O *modelo de processo* representa todos os modelos de processo e sua estrutura hierárquica. Representa, ainda, as atividades e respectivas ordens parciais de atividades que compõem os processos. Por fim, o *modelo de atividade* representa as atividades do processo e relacionamentos com os respectivos participantes do processo, responsáveis pela execução das atividades. Também apresenta quais eventos são disparados ou disparam determinada(s) atividade(s). A abordagem utiliza estes modelos como fonte de informação para a análise de requisitos, principalmente para a modelagem dos processos executados em uma organização.

Em [Thom 2000] é apresentada uma técnica para suporte ao projeto de workflow, a partir do conhecimento de aspectos das estruturas organizacionais, e um primeiro conjunto de regras de mapeamento entre aspectos específicos de uma organização e seus modelos de processo. Além disso, os resultados do trabalho induzem à percepção de que é possível utilizar projetos de workflow como documentação complementar ao estudo da própria estrutura de uma organização.

1.4. Introdução à Notação para Modelagem de Processos de Negócio

A notação para modelagem de processos (BPMN) foi desenvolvida sob a coordenação do Object Management Group (OMG). O principal objetivo da BPMN é prover uma notação fácil de ser entendida por todos os usuários de negócio, incluindo analistas que capturam as primeiras definições do processo (i.e., na fase de projeto), desenvolvedores técnicos responsáveis pela implementação do PAIS que irá executar o processo e, finalmente aqueles que irão gerenciar e monitorar o processo [Weske 2007]. Atualmente, diversas ferramentas para modelagem de processos estão sendo desenvolvidas com base na BPMN (ex.: Intalio, Oryx Editor, IDS-Scheer Aris). Outro objetivo da BPMN é assegurar que linguagens XML desenvolvidas para a execução de processos de negócio, tais como a BPEL possam ser visualizadas com uma notação orientada a processos (veja, [OMG 2009]).

A BPMN é uma Notação baseada em diagrama de fluxo para definição de processo que inclui um mecanismo para a geração de um processo executável (BPEL) a partir de

um diagrama de processo. A versão atual da BPMN está traduzida para pelo menos 10 idiomas, o que colabora para a disseminação e adoção da notação. A BPMN apresenta um conjunto mínimo de elementos de modelagem que inclui quatro categorias principais: objetos de fluxo, objetos de conexão, raiais e artefatos.

1.4.1. Objetos de Fluxo

Objetos de fluxo incluem *atividades*, *eventos* e *gateways* (*roteamentos*). Uma **atividade** é um trabalho realizado dentro do processo de negócio. Uma atividade na BPMN pode ser de execução atômica (tarefa) ou não-atômica (subprocesso) (veja Figura 1.13). Uma atividade de qualquer tipo pode ser executada uma única vez ou executar múltiplas vezes em um laço definido internamente. Uma atividade do tipo tarefa pode ser especializada de várias formas e marcas ou ícones podem ser adicionados à tarefa. Um subprocesso é uma atividade composta que pode ser incluído dentro de um processo, possibilitando a modelagem hierárquica do processo. A Figura 1.14 apresenta os tipos de subprocessos suportados pela BPMN. Subprocesso de loop indica que o subprocesso é repetido em loop. Já o subprocesso multiplas-instâncias indica que serão criadas múltiplas instâncias de um mesmo subprocesso. Um subprocesso ad-hoc significa que um subprocesso não segue uma ordem formal. Por fim, um subprocesso de compensação realiza ações de compensação, por exemplo, quando é necessário desfazer ou anular um conjunto de ações em resposta a uma situação de erro.

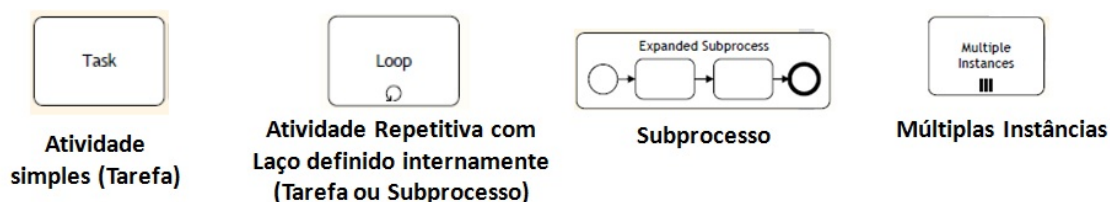


Figure 1.13. Atividade simples, loop, subprocesso e multiplas-instâncias

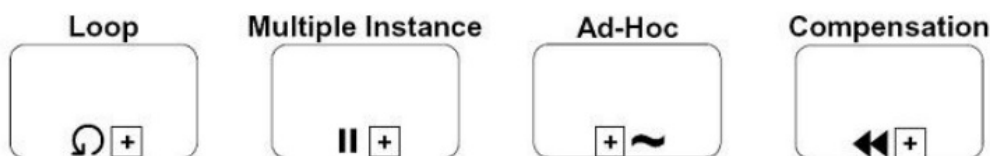


Figure 1.14. Tipos de subprocesso na BPMN

Um **evento** é algo que ocorre durante a execução de um processo do negócio. Eventos afetam o fluxo do processo e têm geralmente uma causa (trigger) ou um impacto (result). A Figura 1.15 apresenta um resumo dos principais tipos de eventos e respectivo propósito do evento, ou seja, iniciar, interromper ou concluir um processo. Um evento de início marca o início do processo. Eventos intermédios ocorrem no decorrer do processo e um evento de fim marca a conclusão do processo.

Gateways são utilizados para controlar as divergências e convergências no fluxo. A Figura 1.16 resume a semântica dos principais gateways ou desvios suportados pela

BPMN. Dentre estes os principais são Sequência, AND-Split e AND-Join, OR-Split e OR-Join, SOR-Split e XOR-Join os quais já foram introduzidos na seção 2.2.

Eventos	Início			Intermediário			Fim
	Alto Nível	Evento de Interrupção de Sub-Processo	Evento Ininterrupto de Sub-Processo	Captura	Limite Interrupto	Limite Ininterrupto	Throwing
Simples: Eventos sem tipo indicam pontos de início, de fim e situações inesperadas.							
Mensagem: Recebimento e envio de mensagens.							
Cronômetro: pontos no tempo, instante no tempo, limite de tempo. Podem ser eventos únicos e cíclicos.							
Escalável: Troca para um nível mais alto de responsabilidade.							
Condicional: Reação a alterações nas condições de negócio ou de integração das regras de negócio.							
Conector: Conector de página. Dois eventos de conexão equivalem a um fluxo de sequência.							
Erro: Captura e liberação de erros conhecidos com nome.							
Cancelamento: reação ao cancelamento de uma transação/ Solicitação de cancelamento.							
Compensação: Tratamento/ Solicitação de compensação.							
Sinal: Sinal: troca de sinais entre processos. Um mesmo sinal pode ser capturado várias vezes.							
Múltiplos: Capturando uma saída de um conjunto de eventos. Lançando um conjunto de eventos definidos.							
Paralelismo Múltiplo: captura todos os eventos de um conjunto de eventos em paralelo.							
Final: Finalização imediata de um processo.							

Figure 1.15. Tipos de Eventos na BPMN (Fonte: BPMN notation)

1.4.2. Objetos de Conexão

Objetos de conexão incluem *fluxo de sequência*, *fluxo de mensagem* e *conexão de associação*. **Fluxo de sequência** define a ordem de execução das tarefas. **Fluxo de mensagem** simboliza fluxos de informação que transpõem fronteiras internas e externas de uma organização. São utilizados para trocas de mensagens entre pools diferentes, ou seja entre participantes do processo. Podem ser conectados a Pools, atividades ou eventos de mensagem. **Conexão de associação** é usada para associar dados, texto, e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.

Na Figura 1.17 tem-se fluxos de sequência entre diversas atividades (ex.: a atividade *escolher mão-mecânica* está conectada a *conectar mão-mecânica a braço robótico* através de um fluxo de sequência.

Desvios

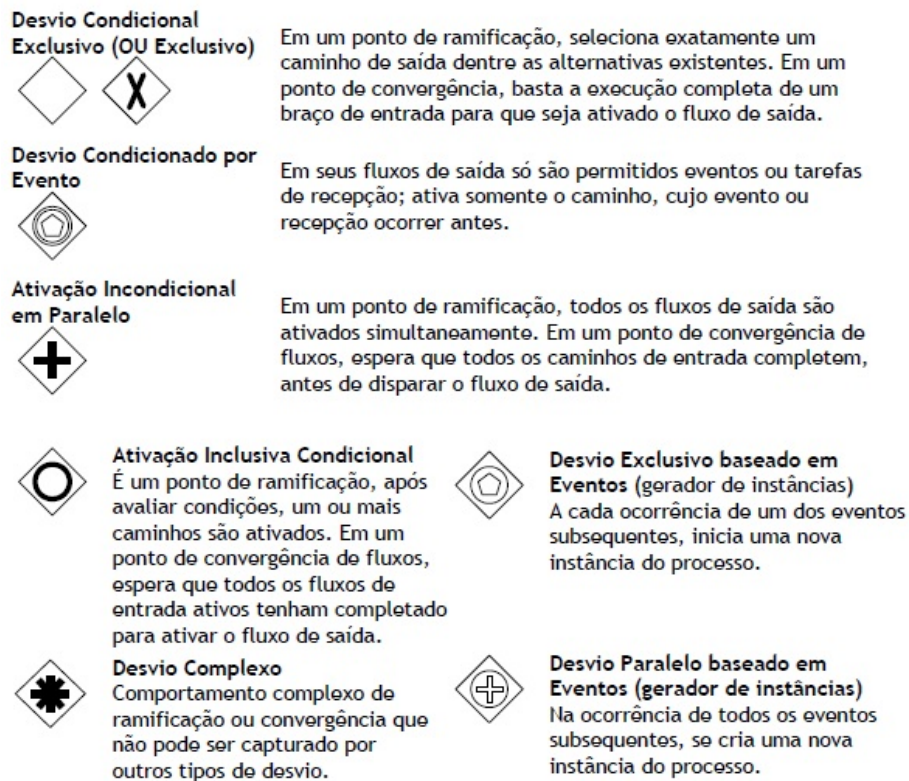


Figure 1.16. Tipos de Desvios na BPMN (Fonte: BPMN notation)

1.4.3. Raias

Raias estão divididas entre pools (piscina) e lanes (faixa). As pools são usadas para representar diferentes entidades num processo (ex.: diferentes organizações). As lanes são usadas para particionar uma pool e permitem representar diferentes departamentos numa organização. A figura 1.17 apresenta um exemplo de processo em BPMN para conectar uma mão mecânica a um braço robótico. Veja que neste processo é utilizada apenas uma pool, visto que todas as atividades do processo são executadas por um único robô chamado conector.

A Figura 1.18 traz um processo de negócio para emissão de uma ordem de compra. O processo inclui três pools que representam os participantes cliente, vendas e entregador. O processo inclui dois subprocessos (Processar pedido e Fazer entrega), além de fluxos de sequência (ex: Fazer pedido → *Enviar pedido*) e fluxos de mensagem (ex. : *Enviar ordem de entrega* → *Receber ordem de entrega*).

1.4.4. Artefatos

Artefatos podem ser *objetos de Dados*, *Repositório de Dados*, *Grupo* e *Anotação* (veja Figura 1.19). Um **Objeto de Dados** representa informação que transita ao longo do processo, tal como documentos, correio eletrônico ou cartas. **Repositório de Dados** é o local onde o processo pode ler e escrever dados como, por exemplo, uma base de dados ou um

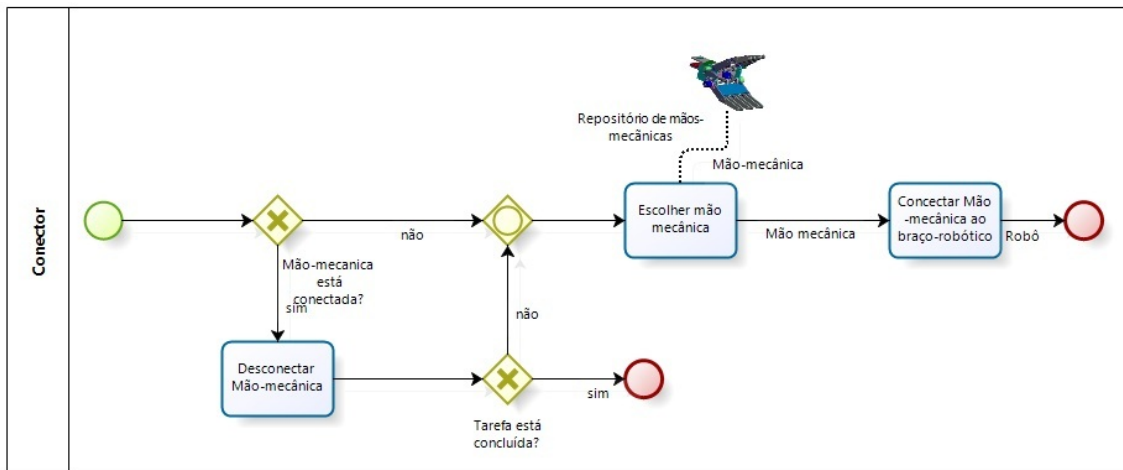


Figure 1.17. Processo para conectar uma mão mecânica a um braço robótico modelado em BPMN

sistema de arquivos. O repositório de dados persiste, além do tempo de vida da instância de processo que o acessa. **Grupo** é utilizado para organizar elementos de um processo e não afeta a execução do processo. **Anotações** são mecanismos para fornecer informações adicionais para o leitor de um diagrama de processo.

1.5. Padrões de Workflow para Modelagem de Processos de Negócio

A definição e execução de processos de negócio pode envolver diversas perspectivas de processos tais como controle de fluxo, dados, recursos, atividades, tratamento de exceções, conformidade, interação de serviços e alteração de processos. Recentemente, diversas abordagens têm sido propostas relacionando estas perspectivas a padrões de workflow.

Neste capítulo, um padrão de workflow é definido como uma estrutura recorrente de processo relacionada a alguma perspectiva de negócio (veja Figura 1.20). Exemplos de padrões de workflow incluem: controle de fluxo [Russell et al. 2006b], dados [Russell et al. 2005a], recursos [Russell et al. 2005b], exceção [Russell et al. 2006c], alteração de processos [Weber et al. 2008], interação de serviços [Barros et al. 2005a], padrões SOA [Comite 2006], atividades [Thom et al. 2009a]. Nesta seção estes padrões são revisados.

1.5.1. Padrões de Controle de Fluxo

Os padrões de controle de fluxo têm sido os mais utilizados não apenas por terem sido os primeiros a serem propostos, mas principalmente porque a maioria das ferramentas de modelagem e execução de processos implementa padrões básicos de controle de fluxo, tais como sequência, AND-Split, AND-JOIN, OR-Split, OR-Join e XOR-Split e XOR-Join. A ferramenta Yet Another Workflow Language é uma das únicas ferramentas que inclui a maioria dos padrões de controle de fluxo [Russell and ter Hofstede 2009]. A linguagem é suportada por um sistema de software que inclui um motor de execução, um editor gráfico e um gestor de lista de tarefas. O sistema está disponível em código aberto com a licença LGPL.

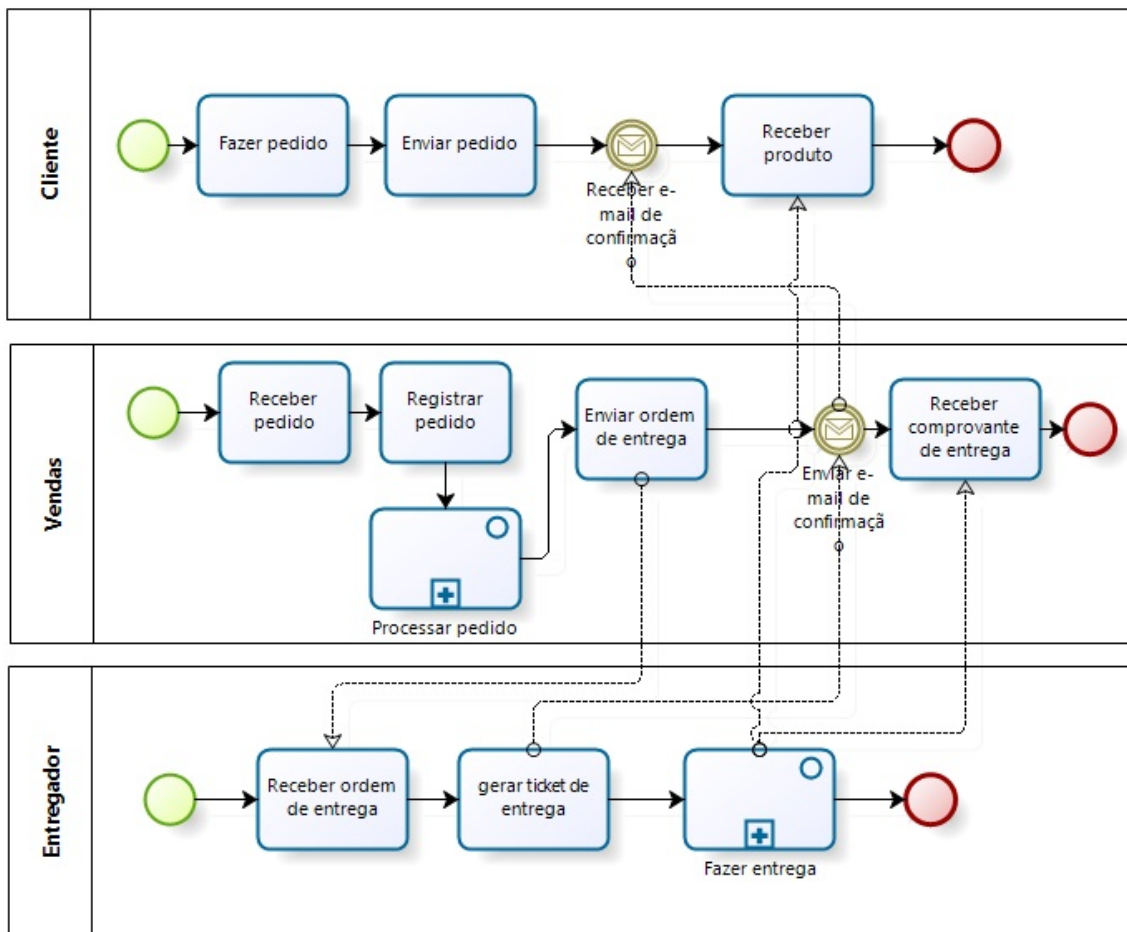


Figure 1.18. Processo para uma ordem de compra modelado em BPMN (Fonte: processo adaptado de [Santos 2010])

1.5.2. Padrões de Dados

Padrões de dados capturam maneiras para representar e utilizar dados em workflow. Estão classificados em padrões de visibilidade que representam como dados podem ser definidos e utilizados; padrões de interação para representar as formas em que os dados podem ser passados de um componente de processo para outro; padrões para transferência de dados que capturam aspectos mais detalhados, tais como acesso exclusivo ao dado do componente que o está recebendo; e padrões para roteamentos baseados em dados.

A Figura 1.21 apresenta exemplos de padrões de visibilidade de dados; padrão de roteamento, onde na atividade A é definido um parâmetro de saída R, o qual é utilizado na execução da atividade B, ou seja, R é pré-condição para a atividade B; e padrão de interação, onde dados são definidos em uma tarefa A e passados como parâmetro para serem utilizados em outras atividades B e C, respectivamente.

1.5.3. Padrões de Recurso

Recurso é uma entidade capaz de executar um trabalho (item de trabalho). Um recurso pode ser um humano ou uma máquina/software. Padrões de recurso incluem padrões de criação, padrões push, padrões pull, padrões detour, padrões de auto-inicialização,



Figure 1.19. Tipos de Artefatos

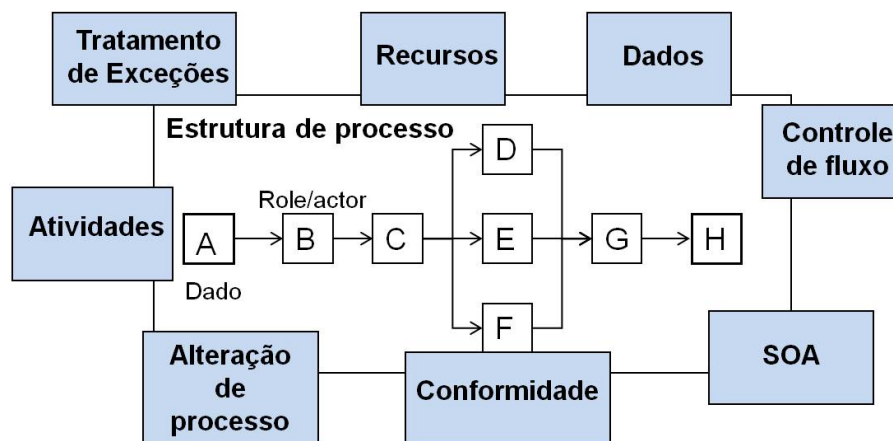


Figure 1.20. Tipos de Padrões de Workflow

padrões de visibilidade, padrões de recursos múltiplos.

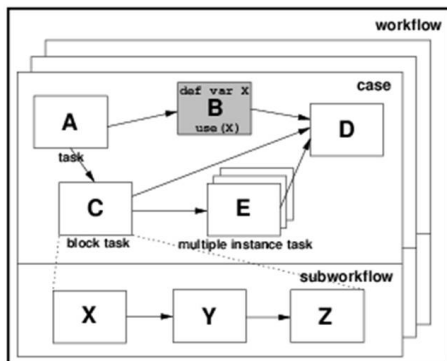
A Figura 1.22 apresenta um exemplo de padrão de recurso com o propósito de associar participantes (papéis) a execução das atividades ou tarefas.

1.5.4. Padrões para Tratamento de Exceções em Workflow

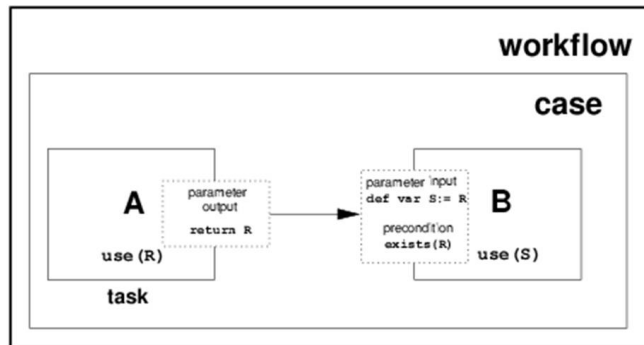
Uma exceção é um evento inesperado que ocorre durante a execução de um processo e para o qual não existe, na maioria dos casos, um tratamento previsto. As causas das exceções são diversas: deadline para execução do item de trabalho expirado, falta de acesso a recurso utilizado na execução do item de trabalho, violação de regras e restrições. Russell [Russell et al. 2006b] propõe uma framework para classificação de padrões com base em tratamento de exceções em sistemas de workflow. O framework vem sendo utilizado para verificar a habilidade de sistemas de workflow para o tratamento de exceções. Os padrões de exceção identificados foram validados em ferramentas, linguagens e notações de workflow, tais como WebSphere MQ 3.4 (IBM), BPEL 1.1 e BPMN 1.0. Como a maioria das ferramentas, linguagens e notações investigadas apresentavam mínimo suporte para o tratamento de exceções, os autores propõe um conjunto de primitivas para tratamento de exceções durante a execução de workflows e um mecanismo para integrar tais primitivas na modelagem de processos (veja Fig. 1.23).

A Figura 1.24 apresenta um processo para atendimento de pedidos. Neste processo, a partir de ordens de compra de clientes, são verificados os itens de compra e estes

Padrão de visibilidade: Dados de tarefa



Padrão de roteamento: Pré-condição para tarefa – dado existente



Padrão de interação: tarefa para tarefa

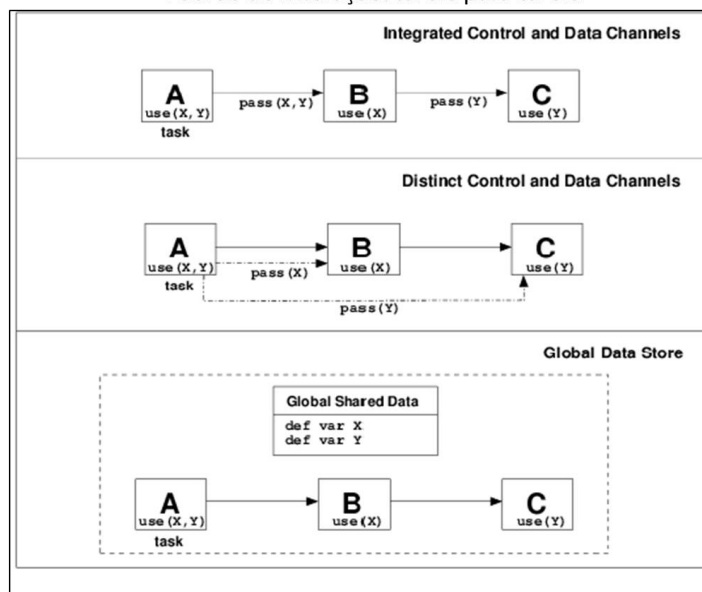


Figure 1.21. Exemplos de padrões de dados

são obtidos do depósito. Ao mesmo tempo é verificado o crédito do cliente e a entrega dos itens é preparada. Quando todas estas etapas forem concluídas uma nota fiscal é preparada e os produtos são empacotados para serem entregues ao cliente. Neste contexto, algumas exceções que podem ocorrer é durante a verificação de crédito do cliente. Por exemplo, no caso da quantidade solicitada ser menor do que 100 reais. Neste caso, a solicitação (item de trabalho) deve ser suspensa e o próximo item deve ser selecionado para execução.

1.5.5. Padrões de Alteração de Processos

Conforme [Weber et al. 2008] o sucesso de uma organização depende de sua habilidade para reagir as mudanças em seu ambiente de maneira rápida e eficiente. As causas para tais mudanças podem ser a introdução de novas leis ou alteração no comportamento dos clientes. Neste contexto, em [Weber et al. 2008] são propostos 18 padrões relacionados a alteração de controle de fluxo, divididos em padrões de adaptação, os quais possibilitam adicionar, remover atividades do processo em caso de exceções e padrões para alterações

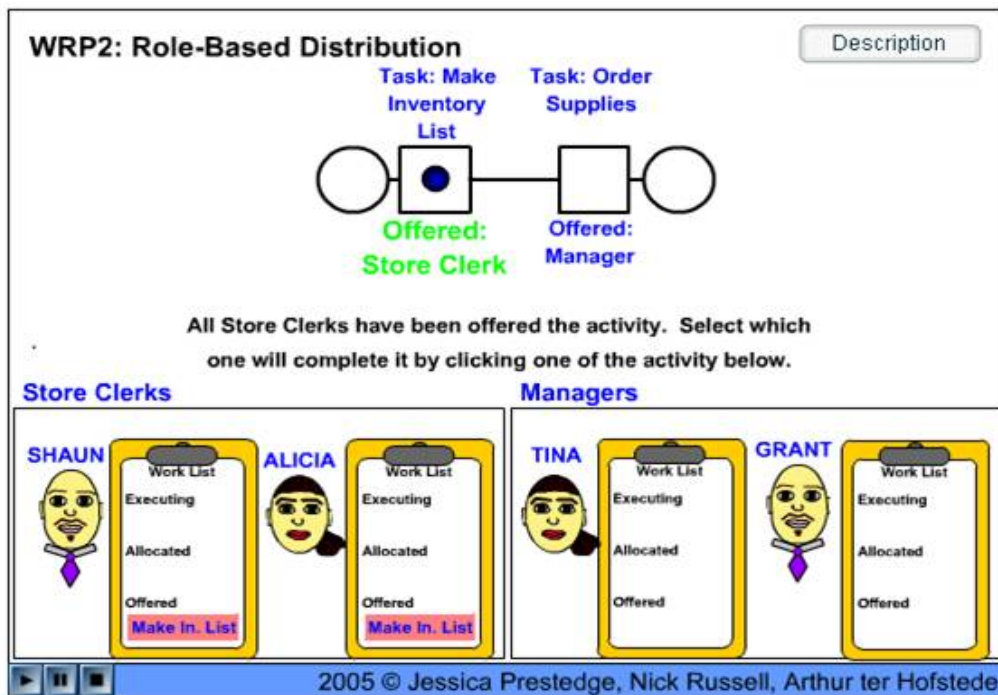


Figure 1.22. Exemplos de padrões de recurso

em regiões específicas de um processo que possibilitam ao usuário adicionar informações, em tempo de execução, sobre partes específicas do processo. São definidas regras para partes específicas dos processos que podem ser alteradas. Tais padrões foram identificados com base na análise de diversos modelos de processos dos domínios automotivo e saúde. Aplicam-se no nível de modelagem e de instância. Os padrões garantem maior flexibilidade a modelagem de processos. A Figura 1.25 apresenta um resumo dos padrões identificados em [Weber et al. 2008].

Considere um paciente que requer um teste de alergia adicional devido a uma incompatibilidade a um medicamento específico. Considere ainda que este teste adicional não estava previsto no modelo de processo original, o qual precisa ser adaptado. Para resolver este problema de modelagem, o padrão de inserção pode ser utilizado. O problema relacionado a este padrão é como inserir uma nova atividade no processo, a qual não estava prevista no modelo original. Veja Figura 1.25.

1.5.6. Padrões de Interação de Serviços

Em [Barros et al. 2005b] são propostos padrões de interação entre de serviços. A Oracle BPEL Process Manager propõe uma biblioteca de padrões de workflow. Com base em requisitos específicos do negócio, o usuário escolhe o melhor padrão disponível na biblioteca. Os padrões propostos em [Barros et al. 2005b] incluem single-transmission bilateral, onde um serviço envia/recebe uma mensagem e como resposta recebe/envia uma mensagem. Este padrão inclui interações bilaterais *one-way* e *round-trip*; single-transmission non-routed patterns, onde uma parte pode enviar ou receber múltiplas mensagens, mas para/de diferentes partes; multi-transmission (non-routed) interactions, neste

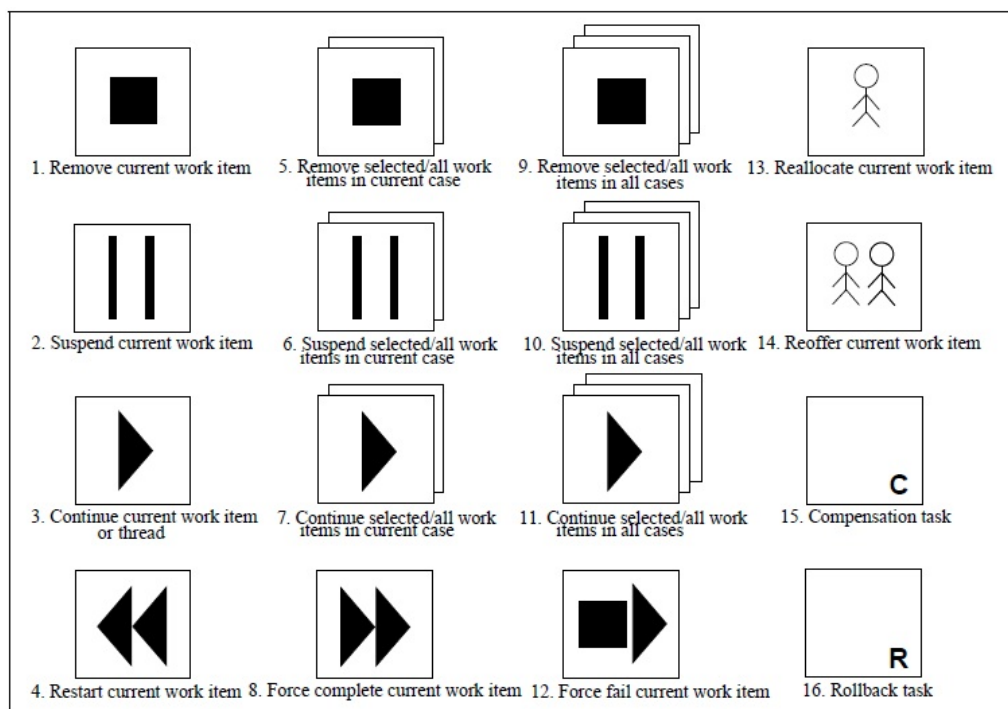


Figure 1.23. Primitivas para tratamento de exceções

caso uma parte pode enviar ou receber múltiplas mensagens, mas para/de uma única parte. A Figura 1.27 ilustra estes padrões.

1.5.7. Padrões de Atividade

Processos de negócio e respectivos modelos de workflow frequentemente incluem uma variedade de funções de negócio (ex.: aprovação, notificação, solicitação de execução de tarefa). Em particular, uma função recorrente em processo de negócio pode ocorrer diversas vezes em uma mesma definição de processo [Thom et al. 2006b], [Thom et al. 2006a]. Durante a execução do processo, por sua vez, diferentes cópias de uma mesma função podem apresentar tanto os mesmos valores de parâmetros como valores diferentes. Como exemplo, considere o processo ilustrado na Fig. 1.28, o qual inclui as seguintes atividades: a) obter informações sobre o paciente; b) preencher prescrição; c) calcular doses dos medicamentos; d) verificar doses dos medicamentos; e) produzir medicamentos. Observe que as atividades a, b e c, respectivamente são executadas no próprio hospital, enquanto as atividades d e e são executadas na farmácia do hospital. Tais atividades podem ser relacionadas a funções de negócio, tais como solicitação de informação (atividade a); tarefa unidirecional (atividade e), onde uma solicitação para execução de uma atividade é feita, porém o sistema não aguarda por uma resposta e tarefa bi-direcional (atividades b, c e d), onde é feita uma solicitação e o sistema de workflow aguarda pela resposta, antes de iniciar execução. Por exemplo, a atividade *Calcular doses dos medicamentos*, executada pelo médico é bi-direcional, pois este só poderá preencher calcular as doses, após saber quais medicamentos devem ser prescritos ao paciente.

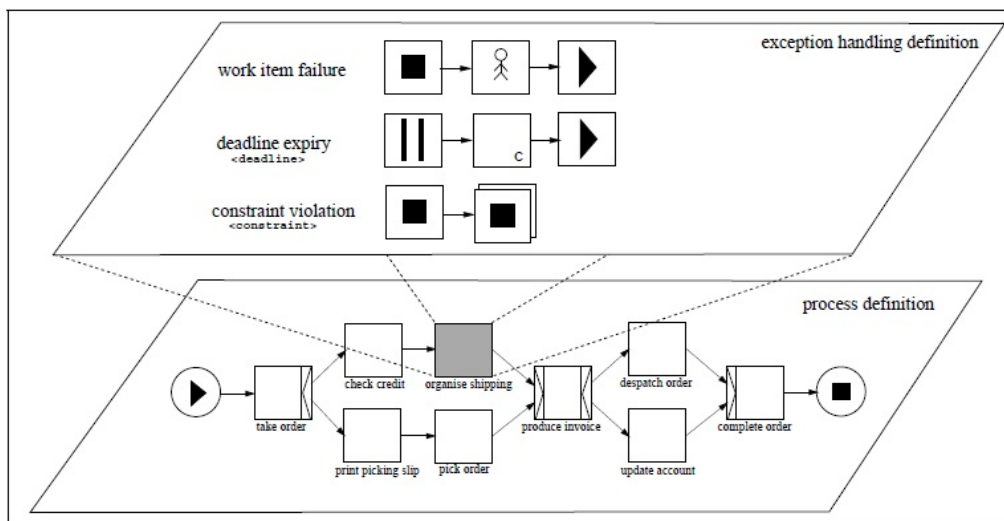


Figure 1.24. Processo para atendimento de pedidos e respectivas estratégias de tratamento de exceções

Em [Thom et al. 2009a] estas funções são relacionadas a padrões de atividade de workflow. Um padrão de atividade é a descrição de uma função de negócio frequentemente encontrada em processos de negócio. Cada padrão de atividade é caracterizado por uma descrição, exemplo, problema, opções de modelagem (variantes do padrão), padrões relacionados e implementação do padrão. A abordagem em [Thom et al. 2009a] inclui um conjunto de 7 padrões de atividade:

- **Aprovação:** um objeto (ex.: documento) deve ser aprovado por um ou mais papéis organizacionais. Em um processo de ordem de compra pode incluir uma atividade de autorização da compra pelo cliente (ex.: verificando se este possui renda suficiente para o parcelamento).
- **Pergunta-Resposta:** durante a execução de um processo, um ator pode ter dúvidas, antes da execução do processo ou durante a execução de uma atividade, em particular. O padrão pergunta-resposta possibilita elaborar uma questão, identificar um papel organizacional que esteja apto a responder, direcionar a questão para o ator correspondente e aguardar a resposta. Por exemplo, enquanto desenvolvendo um programa em java, um programador não especialista pode ter uma dúvida específica sobre a linguagem, a qual é reportada a um especialista na linguagem java.
- **Performativo Unidirecional:** um remetente solicita a execução de uma atividade a um receptor (ex.: humano, agente) participante do processo. O remetente continua a execução de sua parte no processo imediatamente após ter enviado a solicitação. Por exemplo, em um processo de entrada de paciente em um hospital, o tratamento pode iniciar em paralelo ao cadastro do paciente na recepção (sendo feito por um familiar).
- **Performativo Bi-direcional:** um remetente solicita a execução de uma determinada atividade a um determinado papel (ex.: humano ou agente) participante do

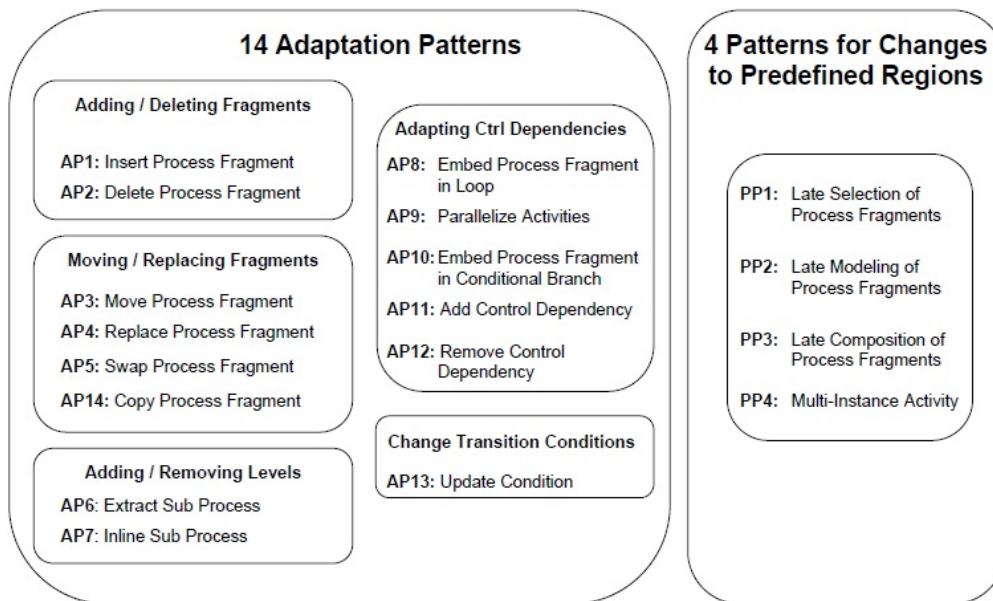


Figure 1.25. Tipos de padrões de adaptação de processo

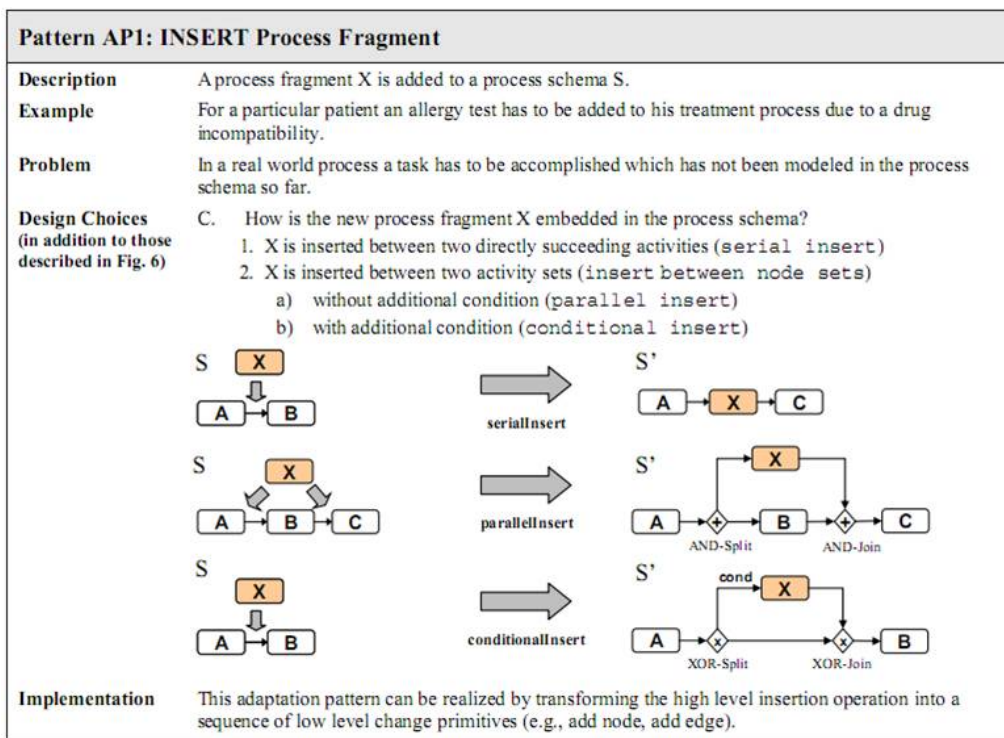


Figure 1.26. Exemplo de padrão para alteração de processo

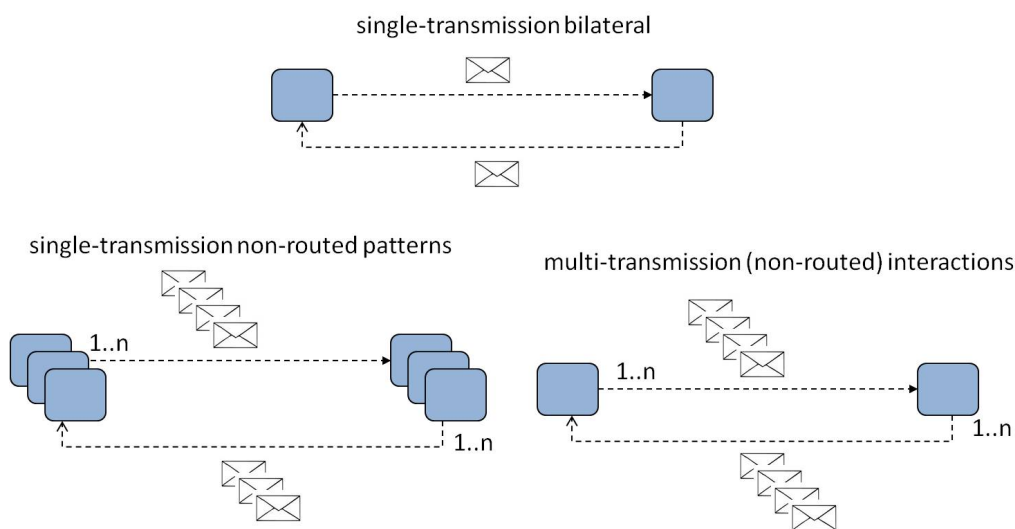


Figure 1.27. Exemplos de padrões de interação de serviços

processo. O remetente aguarda até o receptor notificá-lo de que a tarefa foi executada. Por exemplo, o resultado final de um processo de revisão de artigos só pode ser finalizado após todas as revisões forem concluídas.

- **Notificação:** O status ou resultado da execução de uma atividade é comunicada a um ou mais participantes do processo. Por exemplo, o resultado de um processo de revisão de artigos deve ser notificado aos autores.
- **Solicitação de Informação:** Um ator solicita certa informação a um participante do processo. Ele continua a execução do processo apenas após receber a informação desejada. Por exemplo, em um formulário de viagem o passageiro deve informar seus dados para que a passagem seja comprada.

A Figura 1.29 apresenta o padrão aprovação modelado na notação BPMN 2.0. Observe que existem três variantes do padrão aprovação: aprovação simples, onde a aprovação é feita uma única vez por um participante do processo; aprovação iterativa, onde diversas aprovações são realizadas em sequência conforme a hierarquia organizacional e aprovação em paralelo, onde diversos participantes do processo executam a tarefa de aprovação em paralelo. A Figura 1.30 apresenta o padrão de notificação em duas variantes: notificação simples, onde apenas um participante recebe a notificação (*single-notification*) e múltipla notificação, onde o padrão é instanciado para diversos participantes do processo (*multi-notification*). Os demais padrões identificados também apresentam variações, tais como instância simples e múltipla. Uma revisão completa dos padrões está reportada em [Thom et al. 2009a] e [Thom et al. 2011].

Geralmente, múltiplos padrões de atividade podem compor um modelo de processo em conjunto com outros padrões de workflow, tais como padrões de controle de fluxo [Russell et al. 2006a]. Para confirmar a existência dos padrões de atividade foram analisados mais de 200 modelos de processo reais relacionados a diferentes domínios de aplicação e executados em diversas organizações [Thom et al. 2009b]. Os resultados

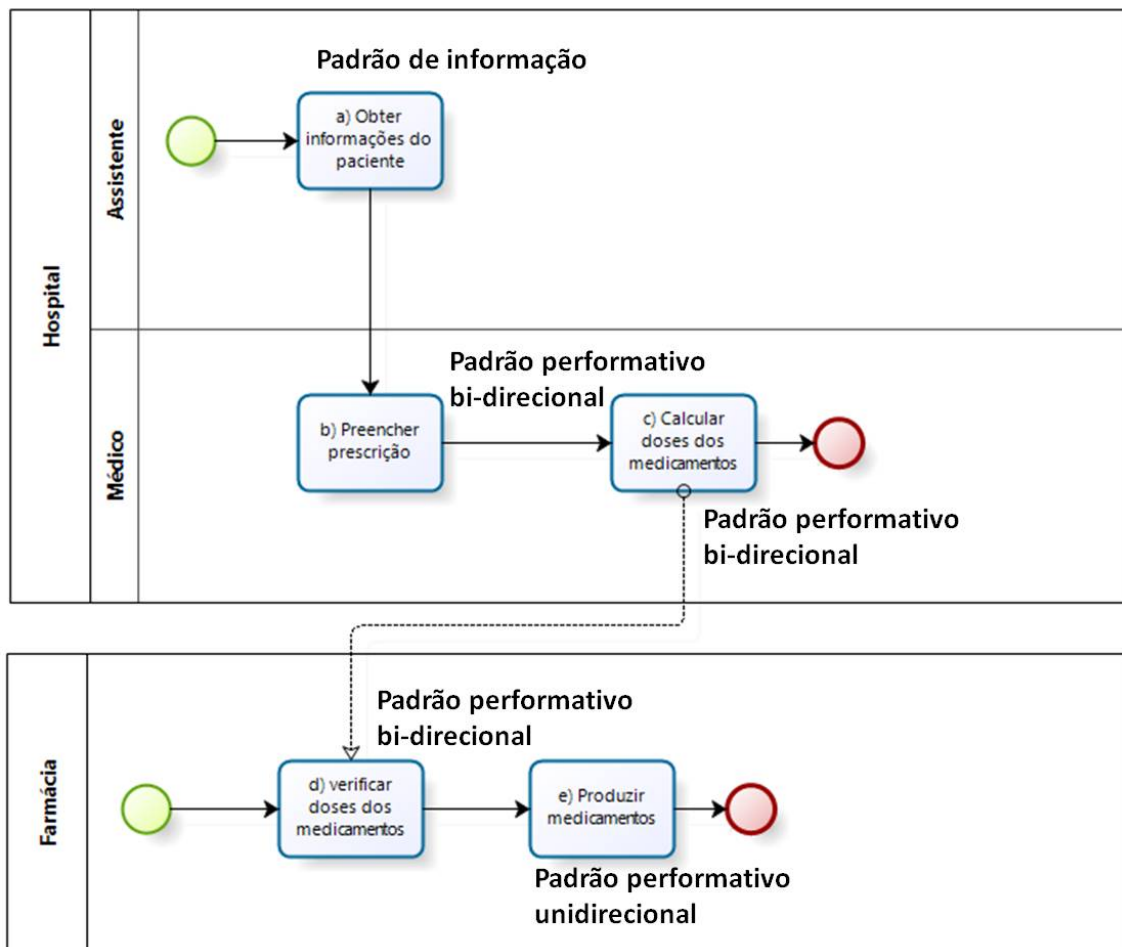


Figure 1.28. Processo para manipulação de medicamentos na farmácia de um hospital e respectivas funções de negócio

desta análise mostraram que os modelos de processo analisados deixam-se modelar com os padrões de atividade, ou seja, o conjunto de padrões de atividade é necessário e suficiente para modelar os processos analisados pelo menos em um determinado nível de abstração. Com o objetivo de melhor definir os padrões de atividade, em [Thom et al. 2008b] e [Ferreira et al. 2011] é apresentada uma ontologia dos padrões de atividade. A ontologia objetiva possibilitar o armazenamento e consulta dos padrões e suas respectivas propriedades, restrições na modelagem de processos. A ontologia torna o relacionamento entre os padrões mais explícito, provendo informações úteis para serem utilizadas durante a modelagem de processos. Para atingir uma semântica mais precisa, os padrões também estão formalizados em Cálculo Pi [Thom et al. 2008a]. Mais recentemente, os padrões foram modelados na BPMN 2.0 [Thom et al. 2011]. Por fim, os padrões de atividade vêm sendo utilizados em diversas abordagens como na modelagem de organizações virtuais [Priego 2012] e em métodos para integração de processos de negócio em colaborações B2B [Lazarte et al. 2011].

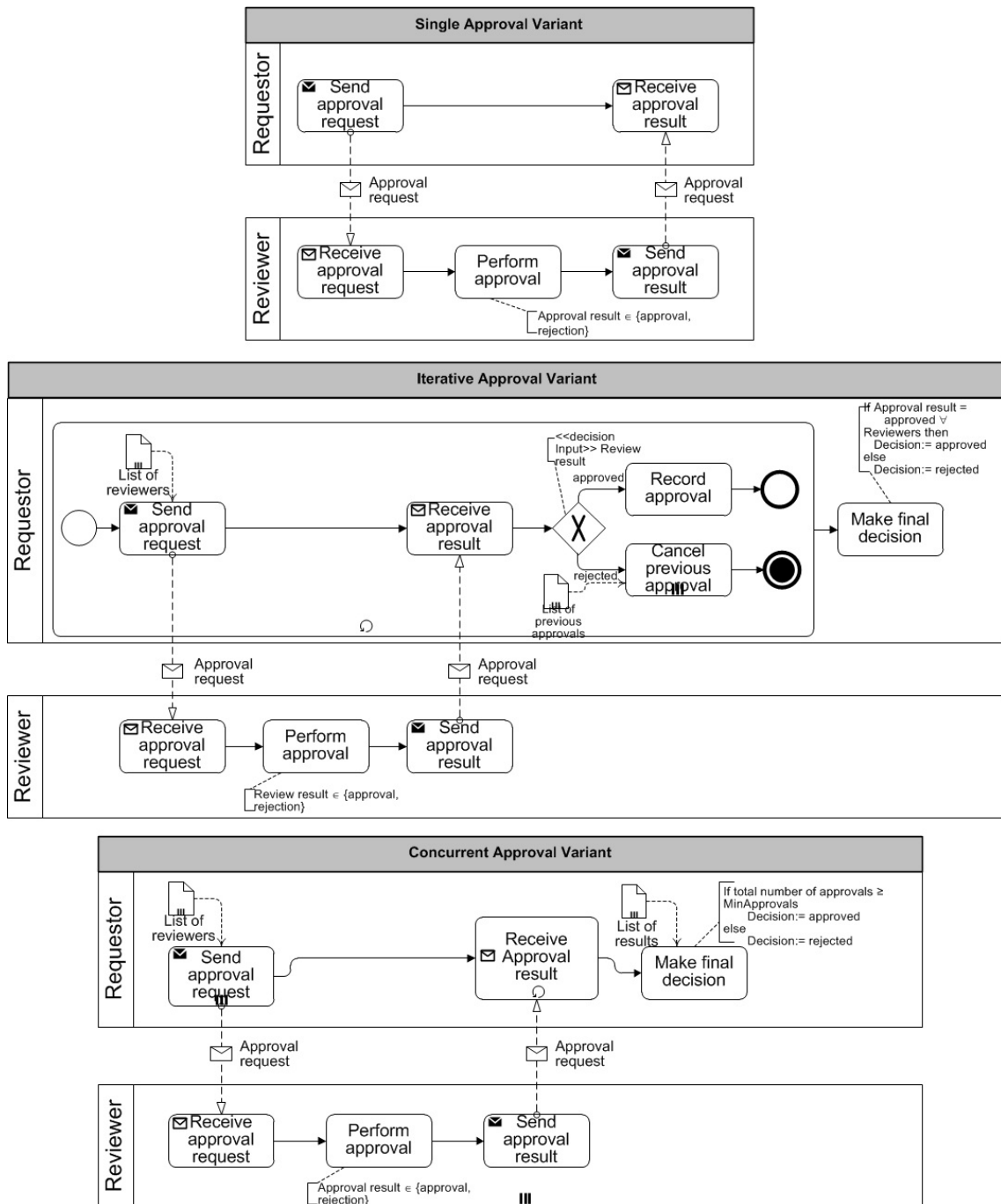


Figure 1.29. Padrão aprovação e suas variantes na notação BPMN

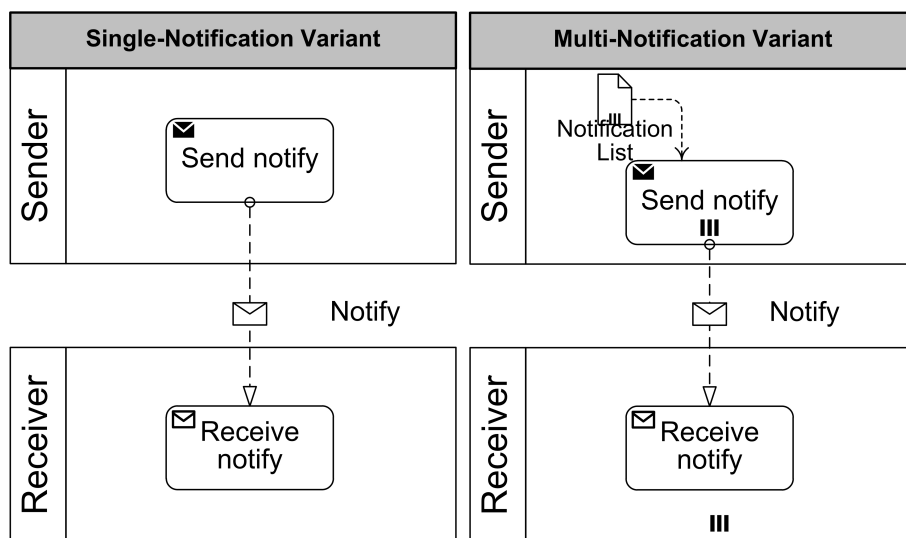


Figure 1.30. Padrão notificação e suas variantes na notação BPMN

1.6. Considerações sobre o Gerenciamento de Processos da Saúde e Robótica Industrial

O gerenciamento de processos de negócio e workflow têm recebido grande atenção não apenas da indústria, mas da academia e em diferentes domínios de aplicação. Existem pesquisas sendo realizadas para aprimorar as notações, linguagens e ferramentas de BPM, mas também pesquisas onde BPM e workflow têm sido aplicados, tais como na educação, unidades governamentais, saúde e robótica. A aplicabilidade de BPM tem sido principalmente para a documentação e padronização de processos. Domínios mais completos, tais como da saúde requerem o uso integrado de ontologias. Nesta seção discutimos alguns aspectos relacionados ao uso de BPM na saúde e na robótica industrial.

1.6.1. Gerenciamento de Processos de Negócio na Saúde

Em hospitais, o trabalho de médicos e enfermeiros é afetado por diversas tarefas clínicas e organizacionais. Procedimentos médicos devem ser planejados, consultas agendadas e resultados e avaliações clínicas obtidas. Geralmente, o processo de tratamento ou diagnóstico de um paciente envolve diferentes unidades médicas. Para um paciente em tratamento no departamento de medicina interna, por exemplo, são necessários testes e procedimentos realizados no laboratório e departamento de radiologia. Além disso, o paciente precisa ser transportado, médicos de outras unidades médicas possivelmente terão que visitar o paciente e relatórios sobre o estado da saúde do paciente devem ser escritos, enviados e avaliados. Dessa forma, a cooperação entre unidades médicas e entre médicos é uma tarefa vital e nem sempre fácil de ser realizada. Os processos de tratamento da saúde apresentam complexidade e duração diferentes (ex.: meses). Podem existir processos organizacionais, de menor complexidade, tal como a entrada de um paciente no hospital ou a elaboração de relatório com resultados de um exame radiológico, mas também processos complexos e longos como o tratamento de um paciente em quimioterapia [Dadam et al. 2000]. Diariamente, médicos precisam decidir quais intervenções são necessárias ou não, considerando a perspectiva de custos e invasividades. Vários proced-

imentos requerem medidas preparatórias, muitas vezes de alta complexidade. Antes de uma cirurgia ser realizada, por exemplo, o paciente é submetido a inúmeros exames preliminares, sendo que para cada um destes, preparações adicionais podem ser necessárias. Enquanto alguns destes exames são conhecidos previamente, outros podem ser solicitados dinamicamente, dependendo do estado da saúde do paciente. As tarefas clínicas devem ser executadas em certa ordem e, em alguns casos, com um tempo mínimo ou máximo de execução.

Geralmente, médicos coordenam manualmente tarefas relacionadas ao tratamento de seus pacientes, considerando todas as dependências existentes entre estas. A simples alteração da data de consulta de um paciente, por exemplo, requer esforço (médico precisa estar disponível para novo agendamento) e tempo de comunicação. Para determinados tratamentos, médicos de diversas unidades trabalham juntos. Ou seja, devem ser definidas séries coerentes de consultas e encontros médicos. Além disso, para cada etapa do tratamento médico, informações atualizadas e adequadas sobre o paciente devem ser disponibilizadas. Cada médico pode ser responsável por vários pacientes e, ao mesmo tempo, deve prover tratamento eficiente para estes. Finalmente, tarefas médicas são críticas para o tratamento médico e mesmo pequenos erros podem resultar em consequências desastrosas.

Neste contexto, médicos e enfermeiros devem ter liberdade para reagir a situações inesperadas e são treinados para tal. Em casos de emergência, por exemplo, os médicos coletam informações sobre o paciente por telefone e continuam o processo, sem aguardar por um relatório escrito (eletrônico); ou seja, as atividades de um workflow devem ser dinamicamente omitidas ou adaptadas para evitar discrepâncias entre o processo real e o processo automatizado (workflow). Por exemplo, um determinado procedimento médico deve ser interrompido se o estado da saúde do paciente piorar ou um dos seus pré-requisitos não for atendido (ex.: paciente apresenta alergia a um medicamento específico). Tais desvios dinâmicos (ou exceções) do processo pré-planejado são frequentes e formam uma parte chave para a flexibilidade em processos da saúde [Han et al. 2006].

1.6.2. Exceções em Processos da Saúde

Exceções são frequentemente caracterizadas como ações ou eventos, os quais não são parte do processo AS IS [Luo et al. 2000]. Ainda que a função da automatização de processos seja diminuir o tempo de execução das tarefas, assim como esforço-humano para executá-las, exceções são frequentes em sistemas de informação para a saúde. São situações inesperadas, as quais podem afetar a execução do processo, causando desvios no comportamento deste [Casati and Pozzi 1999]. Considere, por exemplo, um processo de solicitação de medicamentos na farmácia de um hospital (veja Fig. 1.31). O processo inclui a seguinte ordem parcial de atividades: a) primeiramente, são obtidas informações sobre o paciente; b) o médico deve, então, preencher a prescrição; c) com base nos medicamentos selecionados, são calculadas as doses de cada medicamento a serem utilizadas no tratamento do paciente e; d) o farmacista verifica as doses solicitadas; e) os medicamentos são produzidos. Este processo, embora simples inclui diversos desvios ou situações adversas. Por exemplo, se a solicitação para produção dos medicamentos não chegar na farmácia antes das 11 horas da manhã, a farmácia não poderá produzi-los. Neste caso, o hospital pode produzir os medicamentos internamente (veja Fig. 1.31). No

caso de erro no material coletado do paciente (ex.: sangue ao invés de urina) o hospital também é autorizado a produzir os medicamentos internamente. O mesmo se aplica para o caso onde o estado da saúde do paciente altera (ex.: quadro da saúde melhora). Neste caso, a produção dos medicamentos é abortada.

Sistemas de gerenciamento de processos podem ser afetados por diversas exceções, as quais são geralmente classificadas na literatura como previstas e não previstas [Luo et al. 2000],[Casati and Pozzi 1999], [Mourão and Antunes 2007]. Além destas, existem diversas outras abordagens para classificação de exceções [Sadiq and Orłowska 2000], [Russell 2006], [Strong and Miller 1995]. O tratamento de exceções na automatização de processos de negócio é uma tarefa complexa e geralmente cara [Sadiq and Orłowska 2000]. Tratar a exceção e ao mesmo tempo garantir flexibilidade tem sido um desafio na automatização de processos de negócio. Processos da saúde, em particular requerem a cooperação de diversas unidades organizacionais e disciplinas médicas, as quais são tratadas dinamicamente por médicos e enfermeiros [Lenz and Reichert 2007]. Tais processos sofrem alterações frequentes e incluem diversas exceções (tais como as ilustradas na Fig. 1.31). Dessa forma, é importante o sistema de healthcare não restringir médicos e enfermeiros e, ao mesmo tempo garantir certo controle e assistência.

Entender as causas das exceções em processos da saúde é fundamental para o desenvolvimento de sistemas da saúde mais flexíveis e aceitos pelos profissionais da saúde. Sem conhecer estas causas e como médicos e enfermeiros tratam as exceções na prática, o projetista de workflow não terá plenas condições de implementá-las no sistema da saúde. Em [Thom et al. 2006c] foi proposta uma abordagem onde foram analisados diversos processos de tratamento de câncer, obtidos junto a um hospital da mulher na Alemanha. A partir deste estudo, foi verificado que as exceções podem ser causadas por eventos variados tais como: a) erro médico; b) eventos relacionados ao paciente; c) restrições organizacionais e; e) problemas técnicos.

- **Exceções relacionadas ao Paciente:** Esta categoria compreende circunstâncias específicas envolvendo o paciente, as quais podem resultar em exceções. Por exemplo, alterações no estado da saúde do paciente ou a recusa do paciente em iniciar ou continuar determinado tratamento pode levar à interrupção de determinado tratamento ou, ainda, que este seja iniciado.
- **Exceções relacionadas a restrições organizacionais:** processos organizacionais (ex.: admissão e alta do paciente) geralmente seguem determinados protocolos. No entanto, em situações de emergência é aplicado. Por exemplo, durante a admissão de um paciente no hospital, o paciente deve fornecer diversas informações pessoais, assim como assinar formulários consentido com o exame médico. Caso o estado da saúde do indivíduo seja grave, estas informações pessoais ser obtidas com algum membro da família, enquanto o exame médico é realizado. Outras possíveis causas das exceções são: a não-observância de horário limite para solicitar a produção de medicamentos na farmácia do hospital; ou a solicitação de uma análise laboratorial, a qual normalmente é realizada pela manhã, mas em casos excepcionais deve realizada à tarde.

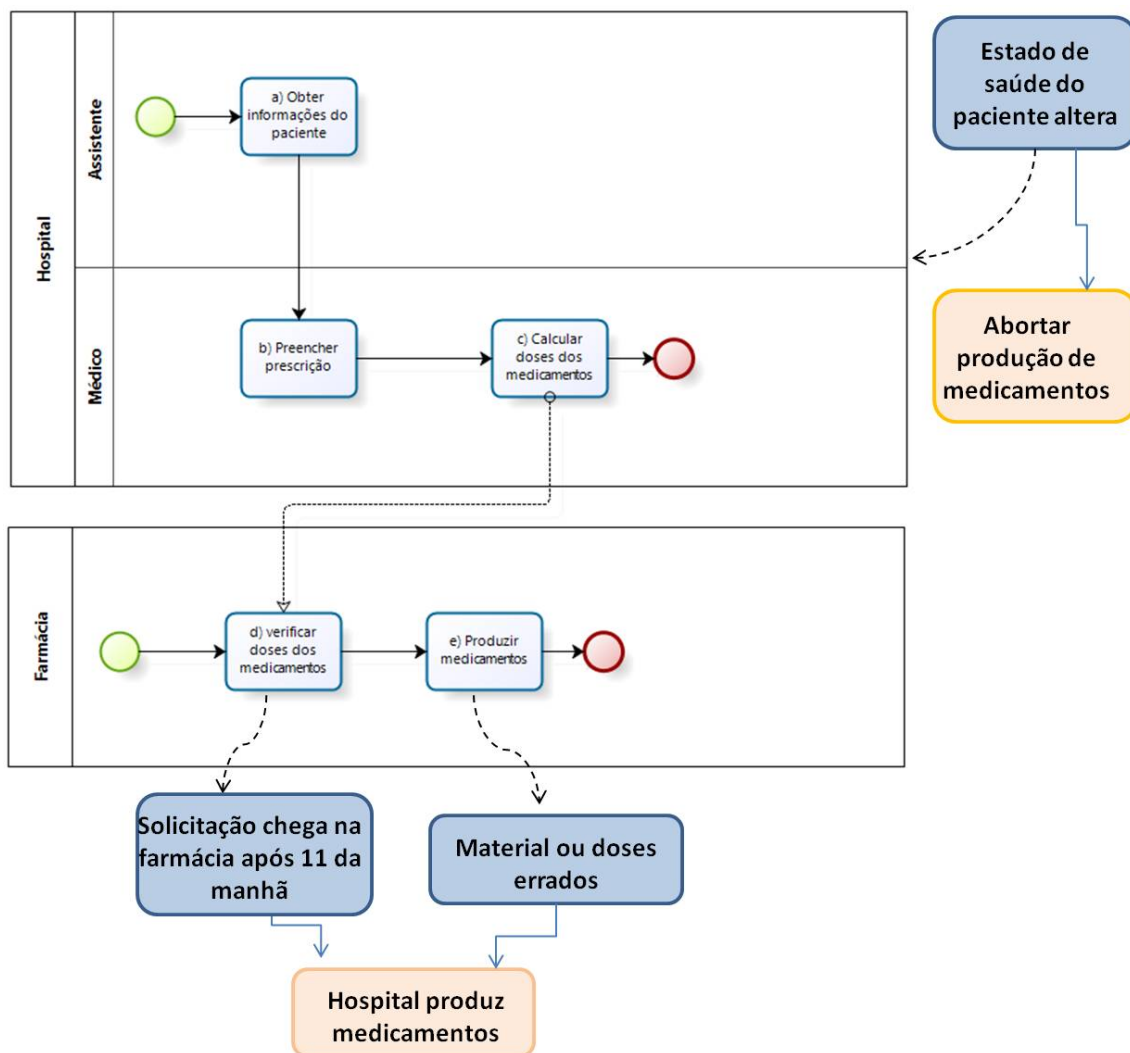


Figure 1.31. Exemplos de exceções em um processo para solicitação de manipulação de medicamentos na farmácia de um hospital

- Exceções relacionadas a problemas técnicos:** eventualmente, problemas técnicos podem ocorrer durante um processo da saúde. Por exemplo, uma máquina de laboratório parar durante a realização de uma análise. Neste caso a máquina terá que ser reiniciada e a análise realizada novamente. Contingências durante o transporte de medicamentos também podem causar exceções.
- Exceções relacionadas a Erros Médicos:** Erros na medicina não são raros e podem resultar em consequências severas [Blaser et al. 2004]. A falta de qualidade nas cartas de alta do paciente, por exemplo caracteriza uma das causas de erros médicos. A falta de informação, assim como informações inconsistentes e incorretas em tais cartas podem levar a diagnósticos e tratamentos errôneos. Além disso, o não seguimento das regras de tratamento médico, assim como protocolos também pode resultar em erros médicos. Com certeza, situações inesperadas também irão ocorrer, mesmo que os protocolos médicos sejam rigorosamente seguidos. No entanto, conforme [Nguyen and Nguyen 2005] a eficiência dos protocolos é estabelecida.

elecida através de estudos clínicos, os quais comprovam a baixa da mortalidade e morbidade. Tais protocolos também podem contribuir para a seleção mais correta de medicamentos para um paciente ou evitar discrepâncias entre o medicamento recebido pelo paciente e o medicamento prescrito [Bates 2000].

1.6.3. Suporte Computacional ao Tratamento de Exceções em Processos da Saúde

Nos últimos anos, pesquisas sobre suporte computacional para processos de healthcare têm crescido [Dadam et al. 2000], [Lenz and Reichert 2007],[Han et al. 2006]. Processos da saúde podem ser divididos em processos organizacionais (ex.: entrada de um paciente no hospital) e de tratamento médico (ex.: procedimentos de diagnóstico). Diferentes desafios emergem no contexto destes dos tipos de processos. Com relação aos processos organizacionais, um dos principais desafios inclui a integração de aplicativos e o suporte à cooperação. Processos de tratamento médico apresentam desafios interessantes referentes à tomada de decisão médica. Apesar de resultados importantes já terem sido obtidos nestes contextos, ainda existem questões importantes a serem pesquisadas: a) quais são as principais características dos processos da saúde, as quais podem contribuir para a melhor definição e automatização destes? b) como prover suporte tecnológico para processos de healthcare executados em diferentes unidades organizacionais; c) quais são as principais exceções que ocorrem em processos da saúde e como os participantes do processo (ex.: médicos, enfermeiros, assistentes) tratam estas exceções? d) qual a natureza, causas destas exceções e como prover suporte tecnológico efetivo a estas?

Diversos estudos têm demonstrado efeitos positivos de sistemas de informação de healthcare [Huynh and Agnihothri 2000]. Em particular, a prevenção de eventos adversos (ou seja, situações inesperadas) na medicina pode aumentar com o uso da tecnologia da informação. Sistemas de Informação para saúde, no entanto, tem o potencial de reduzir significativamente a taxa de eventos adversos, pois tais sistemas aprimoram a comunicação entre médicos, além de fornecer informações precisas e necessárias para cada estágio do tratamento médico.

A melhoria e automatização de processos da saúde não deve restringir o trabalho de médicos e enfermeiros. Variações no curso de uma doença ou tratamento são comuns na medicina. Sendo assim, qualquer sistema de informação com o propósito de auxiliar médicos e enfermeiros em suas tarefas diárias deve propiciar a autonomia necessária a estes. O sistema deve ser fácil de operar, auto-explicativo e, principalmente seu uso em situações excepcionais não deve consumir mais tempo que uma simples chamada telefônica ao médico ou enfermeiro adequado; caso contrário, o sistema não será aceito por seus usuários.

Em ambientes dinâmicos como da saúde, os processos devem ser continuamente adaptados, porém sem afetar os resultados esperados. Recentemente, diversas abordagens têm sido propostas relacionadas ao gerenciamento de processos mais flexível (ex.: gerenciamento de processos adaptativos, case handling, processos declarativos e workflow orientado a dados). Todas estas abordagens garantem certo nível de flexibilidade ao processo, ainda que não tenham sido aplicadas no contexto da saúde [Lenz and Reichert 2007], [Becker and Janiesch 2008]. São necessárias pesquisas mais detalhadas sobre a origem, causas das exceções em processos da saúde (tais como as ilustradas na Fig. 1.31), assim

Processo	# atividades	# de AND-Split	# de AND-Join	# de XOR	# de Subprocessos	Relacionado ao paciente	# de Exceções
Produção de medicamentos	6	1	1	1	1	Não	3
Admissão de paciente no hospital	5	1	0	1	1	Não	1
Liberação do paciente	4	1	0	1	1	Não	0
Teste laboratorial	7	1	0	1	1	Sim	6
Análise laboratorial	6	0	1	0	0	Não	0
Exame médico	9	0	0	0	0	Sim	6
Brainstorm entre os médicos	8	2	0	0	0	Não	0
Carta de liberação	6	1	1	0	0	Não	0
Relatório médico	5	0	1	0	0	Sim	0
Histórico do tratamento quimioterápico	2	1	1	3	3	Sim	6

Table 1.1. Resumo das características dos processos de tratamento de câncer analisados

como seu tratamento por médicos e enfermeiros. Estes tipos de pesquisas são de grande importância para o desenvolvimento de sistemas de saúde mais aceitáveis e flexíveis. Tal conhecimento é também fundamental para auxiliar o projetista do sistema na definição do melhor esquema computacional a ser utilizado durante a automatização (ex.: case-handling, padrões de exceção [Russell et al. 2006b], padrões de alteração de processos [Weber et al. 2008]).

Considerando esta necessidade em [Thom et al. 2006c] é descrito um estudo de caso, onde foram analisados cerca de 10 modelos de processos relacionados ao tratamento de câncer em um hospital da mulher na Alemanha. O objetivo da análise foi identificar exceções e com base na literatura de medicina e em entrevistas com especialistas e relacionar tais exceções com as causas descritas na seção 6.2. A Tab. 1.1 resumi as características dos processos analisados. A tabela 1.2 apresenta a classificação das exceções identificadas.

Para ilustrar, considere a exceção *Alteração no estado da saúde do paciente*. Esta exceção tem como causa natureza *o estado da saúde do paciente melhora ou piora durante um tratamento quimioterápico* e como possíveis reações i) *interromper o tratamento e respectivas consultas médicas*; ii) *cancelar produção de medicamentos para o tratamento do paciente* e; iii) *o paciente deve passar a noite no hospital*.

1.6.4. Gerenciamento de Processos de Negócio na área de Robótica Industrial

A área de robótica e automação, assim como da saúde inclui terminologia complexa, onde o entendimento dos termos é crucial para o desenvolvimento de qualquer solução tecnológica. Um dos principais requisitos para a comunicação de qualquer tipo de robô, ou seja, comunicação entre robôs ou de robôs com humanos é a existência de um vo-

Paciente	Problemas técnicos	Regras organizacionais	Erro médico
<ul style="list-style-type: none"> • Alteração no estado de saúde • Recusa para continuar tratamento • Recusa para fornecer novo material de análise • Não localizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Problema no transporte de medicamentos • Impressora estragada • Máquina para análise para de funcionar • Identificação de coleta perdida 	<ul style="list-style-type: none"> • Não observância de regras organizacionais • Visita de paciente não programada • Solicitação urgente de informação • Início de tratamento em paralelo a admissão do paciente 	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de material errada

Table 1.2. Classificação das exceções identificadas

cabulário comum com conceitos bem definidos [Schlenoff 2012]. Esta foi a motivação para a criação do grupo *Ontologies for Robotics and Automation (ORA)* da IEEE-RAS. Ou seja, criar uma ontologia para as áreas de robótica e automação, a qual possibilite a definição mais precisa de conceitos utilizados pelas áreas, assegure um entendimento comum sobre estes termos entre as comunicades envolvidas e facilite a integração de dados e a tranferência de informações entre sistemas robóticos.

Conforme a ORA a construção de uma ontologia para os domínios da robótica e automação é uma tarefa complexa devido a grande diversidade de termos existentes nestes domínios. Para facilitar a tarefa de construção da ontologia, o grupo está estruturado em sub-grupos tais como *Upper Ontology/Methodology* responsável pela criação de uma ontologia de base e os subgrupos relacionados a domínios específicos tais como, Robótica Autônoma, Robótica de Serviços e Robótica Industrial.

1.6.5. Introdução à Metodologia para Criação de Ontologias a partir de Modelos de Processo

Processos da saúde são extremamente complexos não apenas pela sua variedade, necessidade de flexibilidade durante a execução, mas principalmente porque requerem o conhecimento de termos de domínio específicos, os quais podem gerar problemas de interpretação, ambiguidades entre o analista de processo e o especialista [Becker and Janiesch 2007], [Weber et al. 2008], [Thom et al. 2006a]. Em diversos domínios da saúde, o gerenciamento do conhecimento médico é necessário para: aprimorar o tratamento de um paciente, melhorar a saúde pública, analisar e comparar processos da saúde e comparar prescrições médicas. Neste contexto, o uso de ontologias pode ser bastante útil para a obtenção de informações.

Com base nestes aspectos, foi desenvolvida uma metodologia a qual possibilita construir ontologias de aplicação utilizando informações de modelos de processos. Após, esta ontologia pode ser utilizada para suportar a modelagem de novos modelos de processos. Tal abordagem pode reduzir problemas de entendimento entre o analista de processo e o especialista de domínio, facilitando e aperfeiçoando a modelagem de processos.

Em particular, termos chave são extraídos do processo. Tais termos são utilizados para a construção da ontologia. Tanto o modelo de processo como a ontologia ficam armazenados em repositórios. Dessa forma, quando um novo processo precisa ser modelado, inicialmente o repositório é pesquisado e, caso nenhum processo semelhante seja localizado um novo processo é modelado.

Para tanto, o repositório de ontologias também é pesquisado, pois caso exista uma ontologia de aplicação similar ao processo sendo modelado esta pode ser utilizada. A ontologia pode ser utilizada para aprimorar o modelo de processo. Ou seja, os termos utilizados no processo podem ser revistos conforme a ontologia de aplicação. Além disso, com base em várias ontologias de aplicação se pode obter ontologias de domínio. A Figura 1.32 ilustra os passos da metodologia sendo proposta.

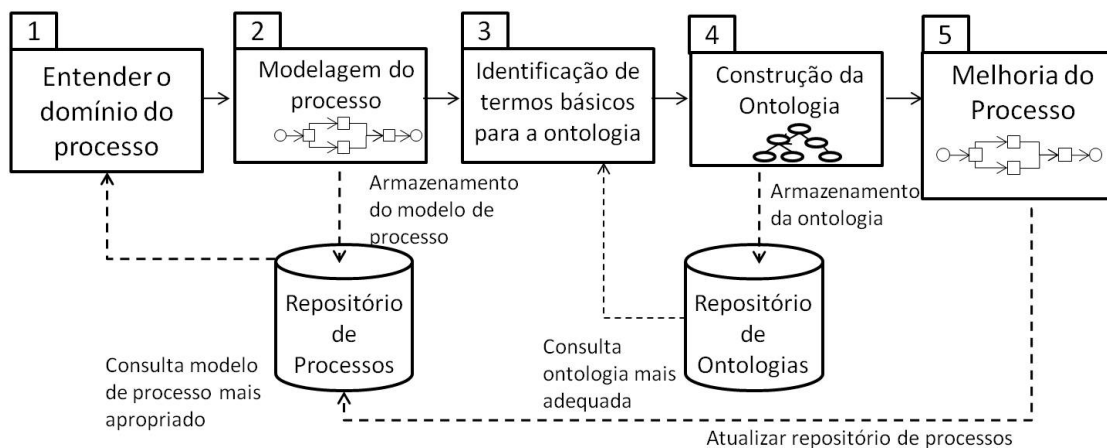


Figure 1.32. Metodologia para criação de ontologias a partir de modelos de processos

- 1. Entender o domínio do processo:** nesta fase o analista de processo estuda o domínio de aplicação relacionado aos processos de negócio. Para tanto, o analista estuda a documentação disponível na organização e na literatura, focando em informações relevantes relacionadas aos processos a serem modelados, isto é, o analista tenta identificar fragmentos de processos e respectivos papéis organizacionais responsáveis pela execução das atividades dos processos. A ideia é reduzir o número de interações com os especialistas de domínio realizando entrevistas apenas para complementar o estudo e validar as primeiras versões dos processos. Com base nas informações obtidas nesta fase, uma consulta é feita no repositório de processos para verificar a existência de processos ou fragmentos de processos semelhantes, os quais possam ser reutilizados.
- 2. Modelagem do processo:** com base no estudo realizado na fase 1, o analista de processo pode modelar o processo a partir do zero ou simplesmente adaptar o modelo

de processo obtido do repositório de processos. A modelagem é geralmente completada através de entrevistas realizadas com os especialistas de domínio. Como ilustrado na Figura 1.32 no caso da consulta resultar em um modelo de processo para ser reutilizado, o analista de processo deve decidir por: i) utilizar o processo sem realizar modificações; ii) se alterações forem necessárias, decidir se o processo será salvo no repositório de processos sem ser duplicado ou; iii) se alterado o processo será duplicado no repositório de processos. Caso a consulta resulte em nenhum modelo, um novo processo deverá ser modelado. No caso da opção ii) ou iii) serem selecionadas, o repositório de processos será atualizado.

3. **Identificação de termos básicos para a ontologia:** nesta fase, o projetista da ontologia ou o analista de processo irão analisar o processo e extrair termos chave para a construção da ontologia considerando elementos de processo, tais como labels de atividades e participantes do processo. Com base na seleção de termos específicos selecionados, uma consulta será realizada no repositório de ontologias para verificar se existe uma ontologia adequada para ser reutilizada. Esta etapa é realizada de maneira manual, mas os autores já estão investigando maneiras de semi(automatizá-la).
4. **Criação da ontologia:** nesta fase, se uma ontologia adequada existir no repositório ela será adaptada conforme as características de contexto. Caso contrário, uma nova ontologia será criada. Se existir uma ontologia no repositório para ser reutilizada, o projetista da ontologia deve decidir: i) se a ontologia pode ser reutilizada sem a necessidade de qualquer alteração; ii) se a ontologia será adaptada conforme o modelo de processo ou; iii) se uma nova ontologia será criada. Se uma ontologia for adaptada ou criada a fase 4 da metodologia será executada e o repositório deve ser atualizado. Caso contrário, o passo 5 será imediatamente executado com base na ontologia resultante da consulta ao repositório. Quando uma nova ontologia é criada, os termos extraídos do processo são o ponto inicial para a criação da ontologia. O projetista da ontologia irá completar esta ontologia adicionando novos termos, relacionamentos, atributos e restrições.
5. **Melhoria do processo:** Nesta fase, o modelo de processo obtido na fase 2 da metodologia pode ser revisado com a assistência da ontologia de aplicação correspondente. O processo pode incluir labels de atividade mais apropriados utilizando os conceitos da ontologia. Conforme [Galatescu and Greceanu 2003] ontologias podem facilitar o trabalho em equipe (virtual), fornecendo um vocabulário de entendimento comum.

1.6.6. Aplicando a Metodologia de Extração de Termos do Processo na Construção de Ontologias para a Robótica

A Figura 1.33 apresenta um processo para posicionar um kit robótico em uma mesa de trabalho. O processo inicia com a execução do subprocesso para atachar uma mão-mecânica a um braço robótico (veja Fig. 1.10). O braço robótico pega o kit posiciona o kit na mesa de trabalho. Este é um dos processos da área de robótica que podem ser modelados através da BPMN. A partir deste processo e da modelagem de subprocesso relacionados é

possível aplicar a metodologia apresentada na Seção 6.5, contribuindo para os objetivos de padronização da ORA.

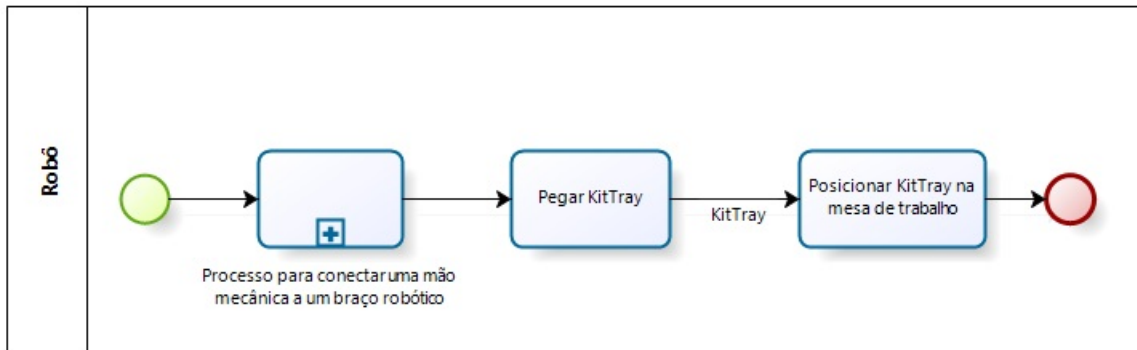


Figure 1.33. Modelo de processo para posicionar um kit robótico em uma mesa de trabalho

Alguns termos chave que poderiam ser extraídos a partir dos modelos de processo para *conectar uma mão-mecânica a um braço robótico* e do processo para *posicionar um kit robótico em uma mesa de trabalho* são os substantivos: tarefa, mão-mecânica, braço-robótico, robô, mesa de trabalho, kit-tray e conector; e os verbos: conectar, desconectar, está conectada, está concluída, escolher, pegar, posicionar. A partir disso, é possível estabelecer alguns relacionamentos com a criação da ontologia. Os substantivos, por exemplo, podem ser mapeados para classes da ontologia, enquanto os verbos para associações [Gassen 2012].

1.7. Considerações Finais

Este capítulo apresentou diversos aspectos referentes ao gerenciamento de processos de negócio e sua aplicabilidade na saúde e na robótica. Inicialmente foram apresentados os principais conceitos inerentes a BPM, os quais são padronizados pela Workflow Management Coalition e utilizados na prática por pesquisadores e profissionais das áreas de BPM e workflow. Além disso, estes conceitos são a base para o desenvolvimento de diversas ferramentas de modelagem e implementação de workflow, tais como Bizagi e Oracle. Também foram revisados os principais elementos da Notação para Modelagem de Processos. Seu uso foi exemplificado através de diversos exemplos de processos apresentados ao longo do capítulo. O ciclo de vida de um projeto de workflow foi discutido, enfatizando-se a importância das fases de elicitação de requisitos/modelagem e monitoramento, na qual melhorias para o processo podem ser identificadas e implementadas. Após, foram introduzidos os principais tipos de padrões de workflow existentes na literatura. Entre estes, padrões para controle de fluxo estão entre os mais utilizados. Já os padrões de atividade de workflow estão sendo aplicados em diversas abordagens, ainda que não tenham sido implementados em nenhuma ferramenta de workflow até o presente. Finalmente, o capítulo discute o uso de BPM e Workflow nas áreas da saúde e robótica. Em ambas as áreas BPM tem sido utilizado como forma de padronizar e documentar os processos. Na saúde, em especial, devido a necessidade de adaptação dinâmica e flexibilidade, o tratamento de exceções em nível de modelagem e execução é fator crítico para a qualidade dos modelos de processo e sua utilização quando implementados. Já na robótica, a cri-

ação de ontologias é de grande importância e tem sido explorado pela academia. A criação de ontologias com base em modelos de processo parece ser um desafio que pode não apenas facilitar a criação de ontologias, mas principalmente proporcionar ontologias com informações mais detalhadas e precisas sobre os domínios de aplicação para os quais modelos de processo precisam ser modelados.

As principais contribuições deste capítulo são: a revisão de conceitos fundamentais inerentes a gerenciamento de processos, workflow, arquitetura orientada a serviços e a notação para modelagem de processos. Este resumo poderá ser utilizado como guia por acadêmicos e profissionais das áreas de BPM e Workflow. Considerando que uma grande variedade de padrões de workflow, focando aspectos diversos foram propostos nos últimos anos, uma revisão detalhada sobre principais padrões de workflow existentes na literatura foi apresentada. Tais padrões referem-se a perspectivas diferentes de processos (ex.: controle de fluxo, dados, recurso, serviços, alteração de processos e atividades), sendo que podem ser utilizados de maneira isolada ou em combinação (ex.: padrões de atividade e padrões de controle de fluxo). A discussão sobre as principais problemáticas, hoje existentes, na modelagem e automatização de processos da saúde e robótica, indicando como BPM e Workflow podem contribuir para minimizar tais dificuldades (ex.: identificação e tratamento de exceções em processos da saúde, proporcionando maior adaptação dinâmica e flexibilidade aos sistemas) pode motivar o desenvolvimento de pesquisas complementares nesta área.

1.8. Agradecimentos

A autora deste capítulo agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em especial ao Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD).

References

- [Barros et al. 2005a] Barros, A. P., Dumas, M., and ter Hofstede, A. (2005a). Service interaction patterns. In *Business Process Management*, pages 302–318.
- [Barros et al. 2005b] Barros, A. P., Dumas, M., and ter Hofstede, A. H. M. (2005b). Service interaction patterns. In van der Aalst, W. M. P., Benatallah, B., Casati, F., and Curbera, F., editors, *Business Process Management*, volume 3649, pages 302–318.
- [Bates 2000] Bates, D. (2000). Using information technology to reduce rates of medication errors in hospitals. *British Medical Journal*, 320(7237):788–791.
- [Becker and Janiesch 2007] Becker, J. and Janiesch, C. (2007). Restrictions in process design: A case study on workflows in healthcare. In *Business Process Management Workshops*, pages 323–334.
- [Becker and Janiesch 2008] Becker, J. and Janiesch, C. (2008). Restrictions in process design: a case study on workflows in healthcare. In *Proceedings of the 2007 international conference on Business process management, BPM'07*, pages 323–334, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.
- [Blaser et al. 2004] Blaser, R., Schnabel, M., Mann, D., Jancke, P., Kuhn, K. A., and Lenz, R. (2004). Potential prevention of medical errors in casualty surgery by us-

- ing information technology. In *Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing*, SAC2004, pages 285–290, New York, NY, USA. ACM.
- [Casati and Pozzi 1999] Casati, F. and Pozzi, G. (1999). Modeling exceptional behaviors in commercial workflow management systems. In *Proceedings of the Fourth IECIS International Conference on Cooperative Information Systems*, COOPIS '99, pages 127–, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- [Comite 2006] Comite, O. (2006). Reference model for service oriented architecture. Technical report, OASIS.
- [Crowston 2000] Crowston, K. (2000). Process as theory in information systems research. In *Proceedings of the IFIP TC9 WG8.2 International Conference on Home Oriented Informatics and Telematics, Information, Technology and Society*, HOIT '00, pages 149–166, Deventer, The Netherlands, The Netherlands. Kluwer, B.V.
- [Dadam et al. 2000] Dadam, P., Reichert, M., and Kuhn, K. (2000). Clinical workflows - the killer application for process-oriented information systems? In *Proc. 4th International Conf. on Business Information Systems (BIS'00)*, pages 36–59. Springer.
- [Ellis and Nutt 1980] Ellis, C. A. and Nutt, G. J. (1980). Office information systems and computer science. *ACM Comput. Surv.*, 12(1):27–60.
- [Ferreira et al. 2011] Ferreira, D. R., Alves, S., and Thom, L. H. (2011). Ontology-based discovery of workflow activity patterns. In Daniel, F., Barkaoui, K., and Dustdar, S., editors, *Business Process Management Workshops (2)*, volume 100 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, pages 314–325. Springer.
- [Fischer 2001] Fischer, L. (2001). *Workflow Handbook*. Workflow Management Coalition.
- [Galatescu and Greceanu 2003] Galatescu, A. and Greceanu, T. (2003). Enterprise information systems iv. chapter Ontologies supporting business process re-engineering, pages 186–193. Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA.
- [Gassen 2012] Gassen, J. B., P. J. M. T. L. H. M. A. (2012). Ontology support for home care process design. In *14 International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, Wroclaw, Polônia. ICEIS Press. Aceito para publicação.
- [Han et al. 2006] Han, M., Thiery, T., and Song, X. (2006). Managing exceptions in the medical workflow systems. In *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering*, ICSE '06, pages 741–750, New York, NY, USA. ACM.
- [Huynh and Agnihothri 2000] Huynh, M. and Agnihothri, S. (2000). Healthcare information systems. chapter Healthcare process redesign: a case study, pages 27–49. IGI Publishing, Hershey, PA, USA.
- [Knight 2005] Knight, Débora Mac ; Araujo, R. M. d. . B. M. R. S. (2005). A systematic approach for identifying system requirements from the organization's business model. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, pages 1–10, Florianópolis.

- [Lazarte et al. 2011] Lazarte, I. M., Villarreal, P. D., Chiotti, O., Thom, L. H., and Iochpe, C. (2011). An mda-based method for designing integration process models in b2b collaborations. In Zhang, R., Cordeiro, J., Li, X., Zhang, Z., and Zhang, J., editors, *ICEIS (3)*, pages 55–65. SciTePress.
- [Lenz and Reichert 2007] Lenz, R. and Reichert, M. (2007). It support for healthcare processes - premises, challenges, perspectives. *Data Knowl. Eng.*, 61(1):39–58.
- [Luo et al. 2000] Luo, Z., Sheth, A., Kochut, K., and Miller, J. (2000). Exception handling in workflow systems. *Applied Intelligence*, 13(2):125–147.
- [Mourão and Antunes 2007] Mourão, H. and Antunes, P. (2007). Supporting effective unexpected exceptions handling in workflow management systems. In *Proceedings of the 2007 ACM symposium on Applied computing, SAC '07*, pages 1242–1249, New York, NY, USA. ACM.
- [Nguyen and Nguyen 2005] Nguyen, A. and Nguyen, D. (2005). *Learning from medical errors: legal issues*. Number N^o 576 in Learning from Medical Errors: Legal Issues. Radcliffe.
- [OMG 2009] OMG (2009). Business process modeling notation (bpmn) version 1.2. Technical report, OMG.
- [Priego 2012] Priego, L.M., T. L. H. F. A. R. D. M. J. (2012). Business process design from virtual organization intentional models. In *24th International Conference on Advanced Information Systems Engineering CAiSE*.
- [Reijers and Limanmansar 2005] Reijers, H. and Limanmansar, S. (2005). Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics. *Omega*, 33(4):283–306.
- [Russell 2006] Russell (2006). Exception Handling Patterns in Process-Aware Information Systems. Technical report.
- [Russell et al. 2006a] Russell, N., ter Hofstede, A., van der Aalst, W., and Mulyar, N. (2006a). Workflow control flow patterns: A revised view. Technical report, BPM Center.
- [Russell and ter Hofstede 2009] Russell, N. and ter Hofstede, A. H. M. (2009). newyawl: Towards workflow 2.0. *T. Petri Nets and Other Models of Concurrency*, 2:79–97.
- [Russell et al. 2005a] Russell, N., ter Hofstede, A. H. M., Edmond, D., and van der Aalst, W. M. P. (2005a). Workflow data patterns: Identification, representation and tool support. In Delcambre, L. M. L., Kop, C., Mayr, H. C., Mylopoulos, J., and Pastor, O., editors, *ER*, volume 3716 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 353–368. Springer.
- [Russell et al. 2006b] Russell, N., van der Aalst, W., and ter Hofstede, A. H. M. (2006b). Exception handling patterns in process-aware information systems. Technical report, BPM Center.

- [Russell et al. 2006c] Russell, N., van der Aalst, W. M. P., and ter Hofstede, A. H. M. (2006c). Workflow exception patterns. In Dubois, E. and Pohl, K., editors, *CAiSE*, volume 4001 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 288–302. Springer.
- [Russell et al. 2005b] Russell, N., van der Aalst, W. M. P., ter Hofstede, A. H. M., and Edmond, D. (2005b). Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. In Pastor, O. and e Cunha, J. F., editors, *CAiSE*, volume 3520 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 216–232. Springer.
- [Sadiq and Orłowska 2000] Sadiq, S. W. and Orłowska, M. E. (2000). On capturing exceptions in workflow process models.
- [Santos 2010] Santos, R. (2010). Bpmn v. 1.2 business process modeling notation.
- [Schlenoff 2012] Schlenoff, Craig; Prestes, E. M. R. G. P. L. H. B. s. K. T. M. E. (2012). *An IEEE Standard Ontology for Robotics and Automation*. Springer-Verlang.
- [Sommerville 2003] Sommerville, I. (2003). *Engenharia de Software*. Addison Wesley, São Paulo, SP, 6 edition.
- [Specification 1999] Specification, W. M. C. (1999). *Workflow Management Coalition, Terminology and Glossary (Document No. WFMC-TC-1011)*. Workflow Management Coalition Specification.
- [Strong and Miller 1995] Strong, D. and Miller, S. M. (1995). Exceptions and exception handling in computerized information processes. *ACM Transactions on Information Systems*, 13(02):206–233.
- [Thom 2000] Thom, L. H., I. C. V. S. G. I. (2000). Processo de modelagem de workflow considerando fatores humanos e a análise da dinâmica organizacional. In *International Symposium on Knowledge Management / Document Management (ISKM-DM)*, Curitiba.
- [Thom 2012] Thom, L. H.; Oliveira, J. P. M. d. G. J. (2012). Towards an ontological process modeling approach. Technical report, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. A ser publicado.
- [Thom et al. 2006a] Thom, L., Iochpe, C., Amaral, V., and Viero, D. (2006a). *Towards Workflow Block Activity Patterns for Reuse in Workflow Design*, pages 249–260. WfMC Workflow Handbook 2006. Lighthouse Point : Future Strategies, FL, USA.
- [Thom et al. 2006b] Thom, L., Iochpe, C., and Mitschang, B. (2006b). Applying block activity patterns in workflow modeling. In *Proc. da International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, pages 457–460, Paphos, Chipre.
- [Thom et al. 2008a] Thom, L., Iochpe, C., Reichert, M., Weber, B., Droop, M., Nascimento, G., and Chiao, C. M. (2008a). On the support of activity patterns in prowap: Case studies, formal semantics, tool support. *Revista Brasileira de Sistemas de Informacao (iSYS)*, 01:27–53.

- [Thom et al. 2009a] Thom, L., Reichert, M., and Iochpe, C. (2009a). Activity patterns in process-aware information systems: Basic concepts and empirical evidence. *International Journal of Business Process Integration and Management (IJPIM)*, 4(2):93–110.
- [Thom et al. 2009b] Thom, L., Reichert, M., and Iochpe, C. (2009b). On the support of workflow activity patterns in process modeling tools: Purpose and requirements. In *Brazilian Symposium on Multimedia and the WEB (Webmedia 2009), 3rd Workshop on Business Process Management (WBPM 2009)*.
- [Thom et al. 2011] Thom, L. H., Lazarte, I. M., Iochpe, C., Priego, L.-M., Verdier, C., Chiotti, O., and Villarreal, P. D. (2011). On the capabilities of bpmn for workflow activity patterns representation. In Dijkman, R. M., Hofstetter, J., and Koehler, J., editors, *BPMN*, volume 95 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, pages 172–177. Springer.
- [Thom et al. 2008b] Thom, L. H., Reichert, M., Chiao, C. M., Iochpe, C., and Hess, G. N. (2008b). Inventing less, reusing more and adding intelligence to business process modeling. In *Proceedings of the 19th international conference on Database and Expert Systems Applications, DEXA 2008*, pages paper–pages, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.
- [Thom et al. 2006c] Thom, L. H., Reichert, M., Iochpe, C., and Moreira, J. P. (2006c). Why rigid process management technology hampers computerized support of health-care processes? In *Proceedings of the X Workshop on Medical Informatics*, pages 1522–1531, Belo Horizonte, Brazil. Computer Brazilian Society.
- [Thomas 2009] Thomas, E. (2009). *SOA Princípios de Design de Serviços*.
- [van der Aalst et al. 2003] van der Aalst, W., ter Hofstede, A., Kiepuszewski, B., and Barros, A. P. (2003). Workflow patterns. *Distributed and Parallel Databases*, 14(1):5–51.
- [Vanwersch 2011] Vanwersch, R.J.B. ; Shahzad, K. V. K. G. P. P. L. M. J. v. M. G. R. H. (2011). Methodological support for business process redesign in healthcare: A literature review protocol. *International Journal of Care Pathways*, 15(4):119–126.
- [Weber et al. 2008] Weber, B., Reichert, M., and Rinderle-Ma, S. (2008). Change patterns and change support features - enhancing flexibility in process-aware information systems. *Data Knowledge Engineering*, 66(3):438–466.
- [Weber et al. 2009] Weber, B., Sadiq, S., and Reichert, M. (2009). Beyond rigidity - dynamic process lifecycle support: A survey on dynamic changes in process-aware information systems. *Computer Science - Research and Development manuscript*, 23(2):47–65.
- [Weske 2007] Weske, M. (2007). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer.
- [Zhao 1998] Zhao, J. L. (1998). Knowledge management and organizational learning in workflow systems. In *Proceedings of AIS 98*, pages 14–16.