

Proposta de modelagem do padrões de controle de fluxo através dos modelos WF-Net (Redes de Petri) e BPMN

Flávio Piechnicki (SENAI) flavio.piechnicki@pr.senai.br
Ademir Stefano Piechnicki (IFPR) ademir.piechnicki@ifpr.edu.br
Leandro Roberto Baran (SENAI) leandro.baran@pr.senai.br

Resumo:

A modelagem de negócios pode ser vista como um mapeamento dos processos existentes em uma empresa. Este mapeamento é muito importante uma vez que permite um melhor entendimento e uma melhoria dos serviços dentro e fora da organização. O modelo de negócios pode ser visto como uma visão mais simples do negócio. Contudo, a modelagem é usada não somente para especificar os passos do negócio, mas também para auxiliar as organizações na compreensão de seu próprio negócio, acarretando, assim, na melhor compreensão e a identificação de problemas e as possíveis melhorias a serem implementadas. A iniciativa dos padrões de controle de fluxo foi criada com o objetivo de padronizar as exigências que surgem durante o processo de modelagem de negócios e descrevê-lo de uma forma interativa (através de gráficos). Desde o seu lançamento, esses padrões têm sido amplamente utilizados por profissionais de diversas áreas para o desenvolvimento de sistemas de controle de fluxo (AALST et al. 2003). Este trabalho propõe a modelagem e comparação dos padrões de controle de fluxo através da notação BPMN e Redes de Petri (WF-Net).

Palavras chave: Padrões de Controle, BPMN, Redes de Petri, WF-Net

Proposal for modeling the flow control patterns through the WF-Net (Petri Nets) and BPMN models

Abstract

The business modeling can be viewed as a mapping of existing processes within an enterprise. This mapping is important because it allows a better understanding and improvement of services within and outside the company. The business model can be seen as a more simple business. However, modeling is not only used to specify the steps the business, but also to assist organizations in understanding their own business, thus bringing in better understanding and identification of problems and possible improvements to be implemented. The initiative of the patterns of flow control has been created in order to standardize the requirements that arise during the process of business modeling and describe it in an interactive (via graphics). Since its launch, these standards have been widely used by professionals from diverse fields to develop systems for flow control (AALST et al. 2003). This paper proposes the modeling and comparison of patterns of flow control through the BPMN notation and Petri Nets (WF-Net).

Key-words: Control Patterns, BPMN, Petri Nets, WF-Net

1. Introdução

Nos últimos anos, para se tornarem e se manterem cada vez mais competitivas, muitas empresas têm adotado métodos para a gestão dos processos de negócios. “Um processo de negócio compreende o conjunto de um ou mais procedimentos ou atividades relacionadas, as

quais, coletivamente, realizam um objetivo de negócio no contexto de uma estrutura organizacional” (WfMC, 1999). A execução de um processo de negócio possui condições muito bem definidas de início e término, e pode combinar procedimentos automáticos e manuais. Contudo, toda empresa ou instituição possuem processos que fazem com que a organização atinja os objetivos em seus negócios.

O controle de fluxos (*workflow*) acompanha a automação dos processos de negócios executados na organização, proporcionando o aumento da qualidade e velocidade, através controle do fluxo das atividades. Devido a estes e outros fatores é crescente o interesse acadêmico e científico por sistemas de *workflow* e pelo gerenciamento de processos de negócio (BPM) (AALST & HEE, 2002).

Este artigo propõe uma comparação entre dois padrões de *workflow*: WF-Net e BPMN. Cada padrão representa uma maneira diferente de representar um processo de negócio, mas propõe as mesmas soluções. Serão analisados os padrões de controle básicos, os avançados de sincronização e ramificação, os baseados em estados e os de iteração. Os padrões de controle de fluxo podem ser consultados no site: <http://www.workflowpatterns.com/patterns/control/>

2. Elementos Envolvidos

2.1 WF-Net (Redes de Petri)

A teoria inicial das redes de Petri foi apresentada em 1962, na tese de doutorado *Kommunikatin mit Automaten* defendida por Carl Adam Petri na Faculdade de Matemática e Física da Universidade de Darmstadt, Alemanha (PÁDUA et al. 2004). Rede de Petri é uma ferramenta de modelagem gráfica e matemática aplicável em vários sistemas. É uma ferramenta promissora para descrever e estudar sistemas de processamento de informações que se caracterizam como sendo assíncronos, simultâneos, distribuídos, paralelos, não determinísticos e/ou estocásticos. Como uma ferramenta gráfica, redes de Petri podem ser usadas como uma comunicação visual, semelhantes aos fluxogramas, diagramas de blocos, e redes. Além disso, *tokens* (fichas) são utilizadas nestas redes para simular as atividades dinâmicas. Como uma ferramenta matemática, é possível estabelecer equações de estado, equações algébricas, e outros modelos matemáticos que regem o comportamento de sistemas (MURATA, 1989).

Uma rede de Petri pode ser definida como um tipo particular de linguagem gráfica constituída por três tipos de objetos. Esses objetos são lugares, transições e arcos direcionados, ligando lugares para transições e transições para lugares. Prioritariamente, lugares são retratados por círculos e transições por barras ou caixas.

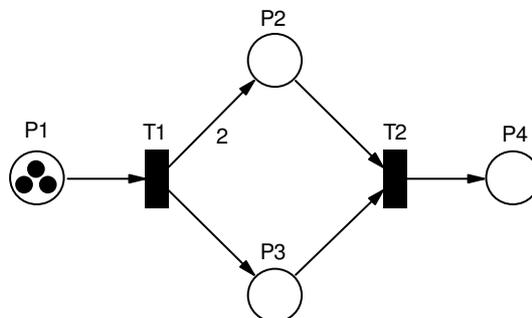


Figura 1: Exemplo de uma transição com regra de disparo
Fonte: Autoria própria, 2011

Um lugar é uma entrada para uma transição, se existe um arco direcionado ligando este lugar para a transição. Um lugar é uma saída de uma transição, se existe um arco direcionado

conectando a transição para o lugar. Cada lugar pode, potencialmente, deter nenhum ou um número positivo de *tokens*, que são representados por pequenos pontos sólidos. A distribuição de *tokens* nos lugares é referido como a marcação da rede.

2.2 BPMN

O *Business Process Modeling Notation* (BPMN) é um padrão para a modelagem de processos de negócios. Fornece uma notação gráfica para a especificação de processos de negócio em um BPD (*Business Process Diagram*), baseado em uma técnica muito semelhante ao fluxograma de diagramas de atividades da *Unified Modeling Language* (UML). Onde o BPMN tem um foco nos processos de negócio, a UML tem um foco no *design* do *software* e, portanto, os dois não são concorrentes, mas são notações sob diferentes pontos de vista nos sistemas. (AALST et al. 2003). Os elementos básicos do BPMN são os eventos, as atividades, os *gateways* e os objetos de conexão entre os mesmos. Os eventos são graficamente representadas por círculos, as atividades por retângulos e os *gateways* por losangos. Dentro dos elementos básicos podem ser acrescentadas informações adicionais para suportar os requisitos de complexidade do processo a modelar.

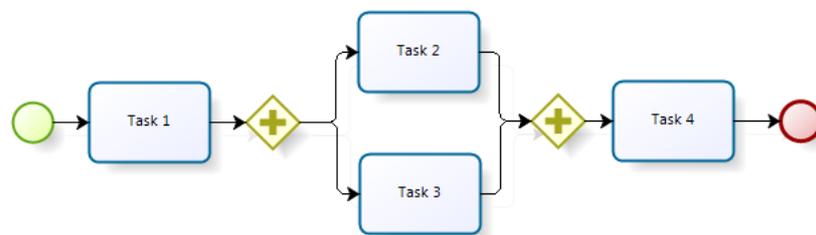


Figura 2: Exemplo de um processo utilizando BPMN

Fonte: Autoria própria, 2011

O principal objetivo do BPMN é fornecer uma notação padrão que é facilmente compreensível por todos os *stakeholders* do negócio. Esses negócios incluem as partes interessadas a analistas de negócios que criam e aperfeiçoam os processos, os desenvolvedores técnicos responsáveis pela execução dos processos, e os gerentes de negócios que monitoram e gerenciam os processos. Contudo, o BPMN é destinado a servir como linguagem comum para melhorar a comunicação inadequada que muitas vezes ocorre entre a concepção e implementação de um processo de negócio.

2.3 Padrões de Controle de Fluxo

O trabalho de pesquisa de Wil van der Aalst, Hofstede ter Arthur, Bartek Kiepuszewski e Barros Alistair resultou na identificação de 21 modelos que descrevem o comportamento dos processos de negócio. A justificativa para o desenvolvimento dos padrões foi descrever as capacidades potenciais que um fluxo de trabalho pode ter durante a execução dos processos de negócio. Os padrões variam de muito simples para muito complexos e abrangem os comportamentos que podem ser capturados dentro dos modelos de processos de negócios.

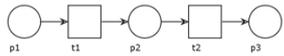
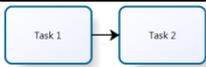
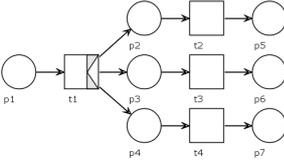
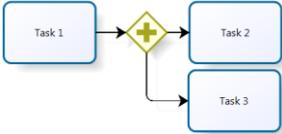
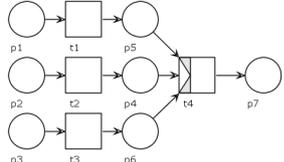
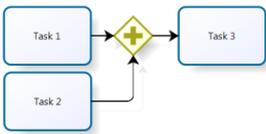
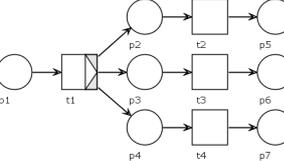
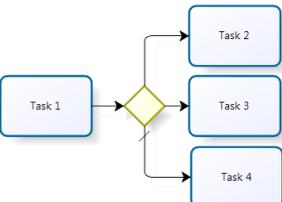
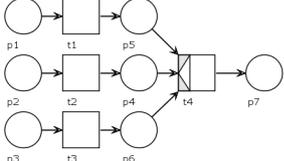
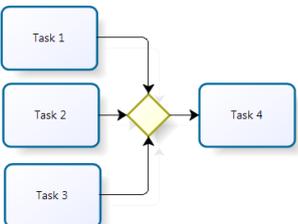
3. WF-Net x BPMN

Neste trabalho serão analisadas duas notações de modelagem, o BPMN e o WF-Net (Redes de Petri). Dos padrões existentes serão trabalhados 4 grupos: *Basic Control-flow* (Padrões básicos de controle de fluxo), *Advanced Branching and Synchronization Patterns* (Padrões avançados de sincronização e ramificação), *State-based Patterns* (Padrões baseados em estados) e *Iteration* (Iteração).

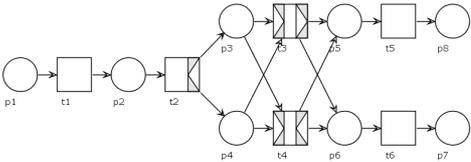
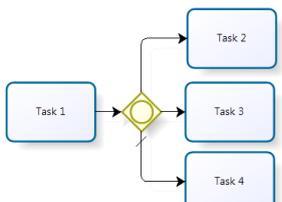
Para cada padrão, haverá uma comparação entre as duas notações. O foco da comparação será tanto técnica como visualmente intuitiva. Os softwares utilizados para a modelagem foram o

WoPed (para WF-Net) e o BizAgi (para BPMN). Na sequência será apresentada uma tabela com os padrões implementados nos dois modelos propostos.

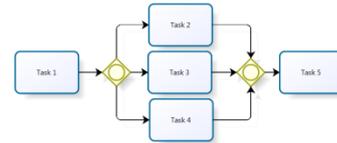
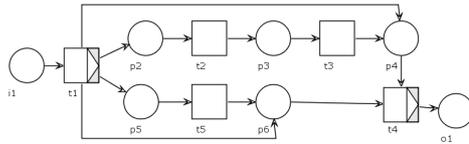
Basic Control-flow patterns (Padrões básicos de controle de fluxo)

Padrão de Controle (Control Pattern)	WF-Net	BPMN
CP1 - Sequence		
CP2 - Parallel Split		
CP3 - Synchronization		
CP4 - Exclusive Choice		
CP5 - Simple Merge		

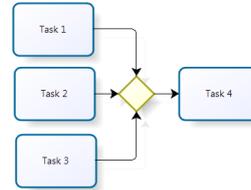
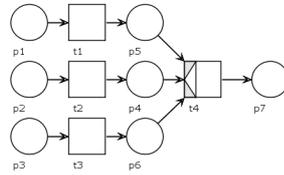
Advanced Branching and Synchronization Patterns (Padrões avançados de sincronização e ramificação)

Padrão de Controle (Control Pattern)	WF-Net	BPMN
CP6 - Multi-choice		

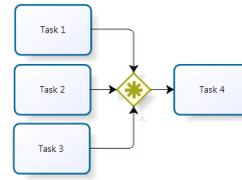
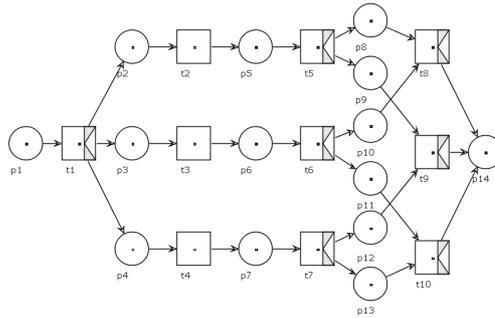
CP7 - Synchronising Merge



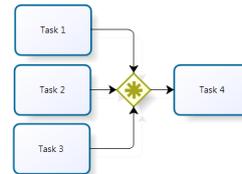
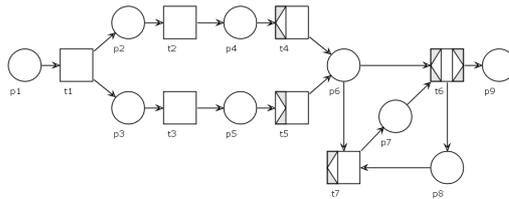
CP8 - Multi-Merge



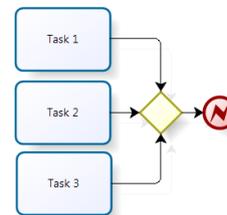
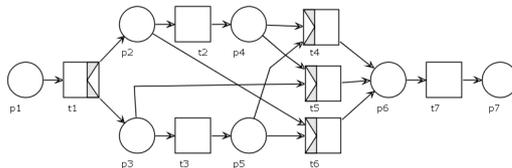
CP9 - Structured Discriminator



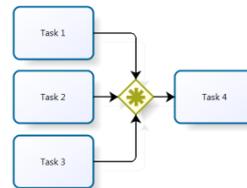
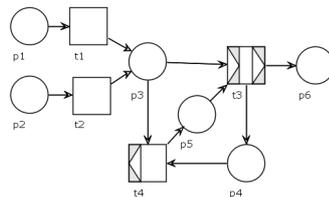
CP28 - Blocking Discriminator



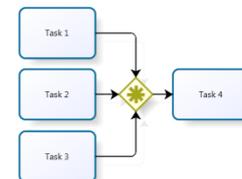
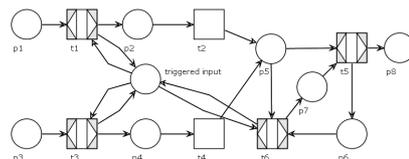
CP29 - Cancelling Discriminator



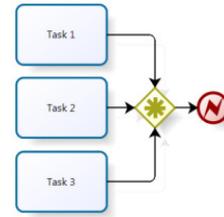
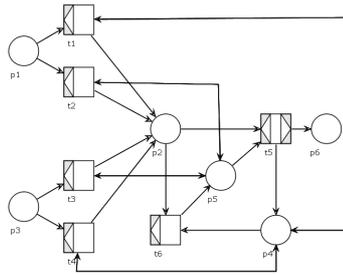
CP30 - Structured Partial Join



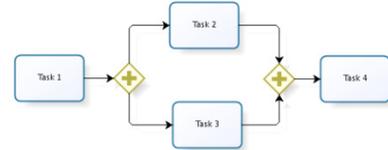
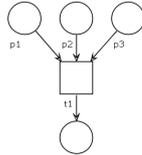
CP31 - Blocking Partial Join



*CP32 -
Cancelling
Partial Join*



*CP33 -
Generalised
AND-Join*



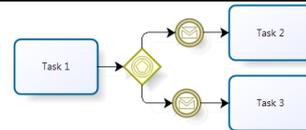
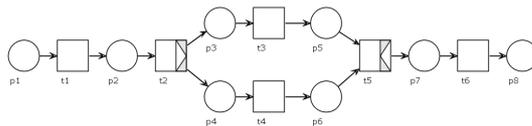
State-based Patterns (Padrões baseados em estados)

**Padrão de
Controle
(Control
Pattern)**

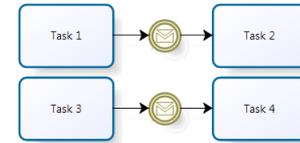
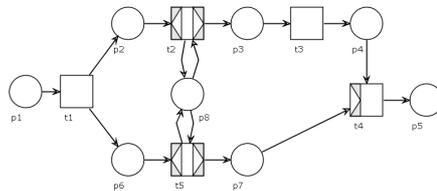
WF-Net

BPMN

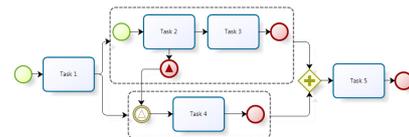
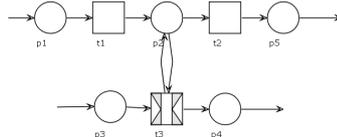
*CP16 - Deferred
Choice*



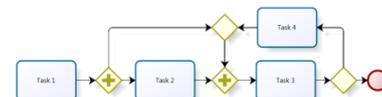
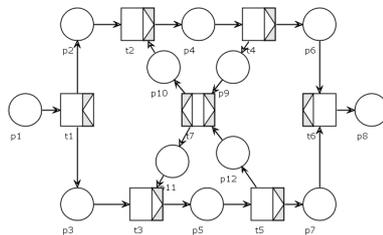
*CP17 - Interleaved
Parallel Routing*



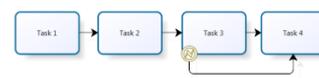
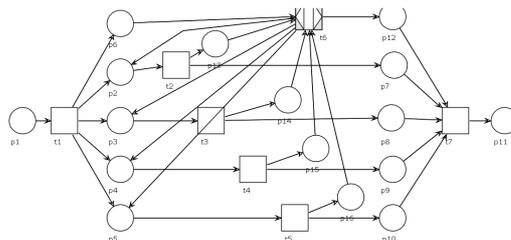
*CP18 -
Milestone*



*CP39 - Critical
Section*



*CP40 -
Interleaved
Routing*



Iteration (Iteração)

Padrão de Controle (Control Pattern)	WF-Net	BPMN
CP10 - Arbitrary Cycles		
CP21 - Structured Loop		
CP22 - Recursion		

Fonte: Autoria Própria (2011)

Tabela 1 – Padrões de Controle de Fluxo nos modelos WF-Net (Redes de Petri) e BPMN.

3.1 Basic Control – Controles Básicos

Este grupo de padrões é composto pelos padrões mais básicos aplicados em controle de processos. São 5 elementos (*Sequence, Parallel Split, Synchronization, Exclusive Choice e Simple Merge*) que serão tratados na sequência. Para os dois modelos (WF-Net e BPMN) estes padrões mostraram-se fáceis de serem implementados, sem maiores dificuldades.

3.1.1 Sequence (Sequência)

O padrão “Sequence” tem como função promover uma rota sequencial ou série. Serve como alicerce fundamental na modelagem de um processo e é usado para construir uma série de atividades consecutivas que executam uma após a outra.

3.1.2 Parallel Split (Divisão Paralela)

Esta função consiste em duas atividades sendo executadas paralela e simultaneamente. Esta sequência pode ou não ser sincronizada em um momento futuro.

3.1.3 Synchronization (Sincronização)

Neste padrão, a sincronização do processo ocorre após a execução de atividades em paralelo. Geralmente esses ramos são criados a partir da função “and-split”, que gera as atividades em paralelo. Depois que as atividades são concluídas, acontece a sincronização do processo.

3.1.4 Exclusive Choice (Escolha Exclusiva)

Para este padrão, quando a entrada é ativada, o segmento de controle continua em uma das opções, baseado em uma expressão lógica ou condição associada àquela atividade. A tradução da função é “escolha exclusiva”, ou seja, somente uma das tarefas poderá ser executada.

3.1.5 Simple Merge (Junção Simples)

Este padrão é a uma junção entre duas atividades que acontecem paralelamente, dando continuidade ao processo através da atividade que for encerrada antes. A tradução de “Simple Merge” é Junção Simples, pelo fato de que somente uma das atividades precisa estar concluída para que o processo continue.

3.2 Advanced Branching and Synchronization Patterns - Padrões avançados de sincronização e ramificação

Esta seção apresenta uma série de padrões que caracterizam algumas ramificações mais complexas e conceitos de sincronização que surgem nos processos de negócios. Serão apresentados os padrões: *multi-choice*, *structured synchronizing merge*, *multi-merge*, *structured discriminator*, *blocking discriminator*, *cancelling discriminator*, *structured partial join*, *blocking partial join*, *cancelling partial join*, *generalised AND-join*. Neste grupo de padrões, encontrou-se dificuldades na implementação dos padrões utilizando o modelo WF-Net. Esta dificuldade foi encontrada em virtude da complexidade de alguns dos padrões e da limitação do *software* utilizado (*WoPeD*).

3.2.1 Multi-Choice (Escolha Múltipla)

A operação do padrão *Multi-Choice* acontece da seguinte maneira: depois que a atividade foi disparada, o segmento de controle pode ser passado para um ou ambos os ramos, dependendo da avaliação das condições associadas a cada um deles. O critério principal para esse padrão é que as informações exigidas para calcular as condições lógicas em cada um dos ramos de saída estejam disponíveis no tempo e no ponto de execução em que o “Multi-Choice” seja alcançado no processo.

3.2.2 Structured Synchronizing Merge (Junção Sincronizada)

É um ponto no processo de *workflow* no qual múltiplos caminhos convergem para uma única linha de execução. Se mais de um caminho foi escolhido, então é feita a sincronização das linhas ativas na execução. Se somente um caminho foi escolhido, então o ramo alternativo de atividades converge sem sincronismo.

3.2.3 Multi-Merge (Junção Múltipla)

É um ponto no processo de *workflow* para o qual dois ou mais ramos de atividades convergem sem sincronismo. Se mais de um ramo foi ativado, de forma concorrente, então a atividade posterior à junção é executada a cada vez que é encerrada uma execução de um dos ramos de entrada.

3.2.4 Structured Discriminator (Discriminador)

É um ponto no processo de controle de fluxo que aguarda o término da execução de um de seus ramos de entrada antes de habilitar a execução da atividade subsequente. A partir desse momento, ele espera o término da execução dos demais ramos de entrada e os “ignora”. Desta forma, diferentemente da Junção Múltipla, o número de ramos ativos de entrada do discriminador não determina o número de vezes que a atividade subsequente será executada.

3.2.5 Blocking Discriminator (Discriminador de Bloqueios)

Este padrão consiste na convergência de dois ou mais ramos em um único ramo subsequente seguida de uma ou mais divergências correspondentes no início do modelo do processo. O segmento de controle é passado para o ramo posterior, quando o primeiro ponto do ramo for ativado. O discriminador de bloqueios zera quando todos os ramos forem ativados pela mesma instância do processo. Habilitações subsequentes na entrada dos ramos são bloqueadas até que o discriminador seja “resetado”.

3.2.6 Cancellig Discriminator (Discriminador de Cancelamento)

Consiste na convergência de dois ou mais ramos em um único ramo subsequente seguida de uma ou mais divergências correspondentes no início do modelo de processo. O segmento de controle é passado para o ramo posterior, quando o primeiro ponto do ramo for ativado. O desencadeamento do discriminador também cancela a execução de todos os outros ramos de entrada e redefine a construção.

3.2.7 Structured Partial Join (Junção Parcial Estruturada)

Este padrão consiste na convergência de ramos M em um único ramo posterior acompanhada de uma divergência correspondente no início do modelo de processo. O segmento de controle é passado para o próximo ramo quando N dos ramos de entrada tiverem sido ativados. Elementos subsequentes na entrada dos ramos não resultam repercutem no segmento de controle. A construção da junção zera quando todos os ramos de entrada ativados forem habilitados.

3.2.8 Blocking Partial Join (Bloqueio de Junção Parcial)

Consiste na convergência de dois ou mais ramos em um único ramo subsequente seguida de uma ou mais divergências correspondentes no início do modelo de processo. O segmento de controle é passado para o ramo seguinte quando N ramos de entrada forem habilitados. A construção da junção zera quando todos os ramos forem ativados uma vez para a instância do processo mesmo. Posteriormente as habilitações dos ramos de entrada são bloqueadas até que a associação seja “resetada”.

3.2.9 Cancellig Partial Join (Cancelamento de Junção Parcial)

Consiste na convergência de dois ou mais ramos em um único ramo subsequente seguida de uma ou mais divergências correspondentes no início do modelo de processo. O segmento de controle é passado para o ramo seguinte quando N ramos de entrada forem habilitados. Um desencadeamento é provocado cancelando a execução de todos os outros ramos de entrada e a construção é redefinida.

3.2.10 Generalised AND-Join (Junção AND Generalizada)

Consiste na convergência de dois ou mais ramos em um único ramo subsequente seguida de uma ou mais divergências correspondentes no início do modelo de processo. O segmento de controle é passado para o ramo seguinte quando todos os ramos de entrada forem habilitados. Gatilhos adicionais são recebidos em um ou mais ramos entre as demissões da junção que persistem e são retidos para as futuras demissões.

3.3 State-based patterns – Padrões baseados em estados

Padrões baseados em estados correspondem a situações para as quais as soluções são mais facilmente realizadas em linguagens de processo que suportam a noção de estado. Neste contexto, consideramos que o estado de uma instância do processo para incluir a vasta coleção de dados relacionados com a execução em curso, incluindo o estado das diferentes atividades, bem como dados relevantes processo de trabalho como a atividade e os elementos de dados do caso.

O padrão original inclui três padrões em que o estado atual é o principal determinante no curso de ação que será tomada a partir de uma perspectiva de controle de fluxo. Estes são: Escolha Adiada (CP 16), onde a decisão sobre qual caminho a tomar é baseada na interação com o ambiente operacional, Roteamento Paralelo Entrelaçado (CP 17), quando duas ou mais seqüências de atividades são realizadas de forma intercalada de tal forma que só uma atividade pode ser executada em um determinado momento e o Marco (CP 18), onde a

habilitação de uma determinada atividade só ocorre quando o processo está em um estado específico.

Quatro novos padrões também foram identificados. Estes são: Seção Crítica (CP 39), que fornece a capacidade de impedir a execução simultânea de partes específicas de um processo, Rota Intercalada (CP40), o que denota situações em que um grupo de atividades podem ser executadas sequencialmente, em qualquer ordem. Os padrões Fusão de Linha (CP41) e Divisão de Linha (CP42) não serão abordados neste trabalho, porém prevêm a divergência de segmentos distintos de controle ao longo de um único trajeto.

Neste grupo de padrões, encontrou-se dificuldades na implementação dos padrões utilizando o modelo WF-Net. Esta dificuldade foi encontrada em virtude da complexidade de alguns dos padrões e da limitação do software utilizado (*WoPeD*).

3.3.1 Deferred Choice (Escolha Postergada)

É um ponto no processo de *workflow* no qual um entre vários ramos de atividades é escolhido. Diferentemente da Escolha Exclusiva, na Postergada a escolha não é feita de modo explícito, ou seja, não se baseia em dados ou em uma decisão. As diferentes alternativas são oferecidas ao ambiente, que poderá executar apenas uma delas.

3.3.2 Interleaved Parallel Routing (Roteamento Paralelo Entrelaçado)

Ocorre quando um conjunto de atividades são executadas em qualquer ordem arbitrária, ou seja, cada atividade do conjunto é executada uma vez, sendo que a ordem é decidida no tempo de execução e duas atividades nunca são executadas ao mesmo tempo.

3.3.3 Milestone (Marco)

Ocorre quando a uma atividade que é habilitada é dependente de um estado específico da instância de um processo. Ou seja, a atividade só é habilitada se um certo ponto tiver sido atingido e ainda não tiver expirado.

3.3.4 Critical Section (Seção Crítica)

Dois ou mais elementos conectados de um modelo de processo são identificados como seções críticas. No tempo de execução de uma determinada instância do processo, as atividades em uma destas seções críticas podem ser ativadas em um determinado momento. Somente depois que a execução de uma seção crítica termine é que outra seção crítica pode começar.

3.3.5 Interleaved Routing (Rota Intercalada)

Cada elemento de um conjunto de atividades deve ser executado apenas uma vez. Eles podem ser executados em qualquer ordem, mas duas atividades não podem ser executadas ao mesmo tempo (ou seja, duas atividades não podem estar ativas para a instância do mesmo processo, ao mesmo tempo). Uma vez que todas as atividades tenham concluído, a próxima atividade do processo pode ser iniciada.

3.4 Iteration – Iteração

Os seguintes padrões consistem na captura de um comportamento repetitivo em um fluxo de trabalho. Para os dois modelos (WF-Net e BPMN) estes padrões mostraram-se fáceis de serem implementados, sem maiores dificuldades.

3.4.1 Arbitrary Cycles (Ciclos Arbitrários)

É um ponto em um processo de controle de fluxo no qual uma ou mais atividades podem ser feitas repetidamente.

3.4.2 Structured Loop (Lazo Estruturado)

Este padrão tem a capacidade de executar uma atividade ou sub-processo repetidamente. O loop tem tanto um pré-teste como um pós-teste e uma condição associada a ele que seja avaliada no início ou no final do loop para determinar se ele deve ou não continuar. O *loop* estruturado uma única entrada e saída

3.4.3 Recursion

Este padrão permite que uma atividade seja chamada durante a sua execução ou antes disso, em termos de estrutura de decomposição geral que lhe está associada.

4 Considerações Finais

Este artigo realizou uma comparação entre os padrões de fluxo de controle utilizando os modelos BPMN e WF-Net (Redes de Petri). Percebeu-se que existem muitos trabalhos voltados para soluções em *workflow* com a implementação ou não de padrões de controle de fluxo. Para a proposta do professor Wil van der Aalst e pelo professor Arthur ter Hofstede através do site “Workflow Patterns” (www.workflowpatterns.com), iniciado em 1999, temos conceitos voltados à tecnologia de processos, com os padrões de controle de fluxo em processos de negócios sendo utilizadas como principal fonte de referência para este artigo.

Com a implementação dos padrões com os dois modelos, observou-se dois pontos importantes: quando o padrão foi implementado em WF-Net, a visualização gráfica é um pouco mais complexa, tornando-se até mesmo um pouco “poluída”. Porém, todas as funções dos elementos (transições, arcos, tarefas) são expostas, facilitando o entendimento do processo. Já no modelo BPMN, a visualização é muito mais “amigável” e a implementação do processo através dos gráficos torna-se mais “limpa”. Mas é preciso conhecer bem as funções, principalmente as mais complexas, como os *gateways*, os eventos, *pools*, *lanes*.

Os dois modelos analisados são resultados de um enorme esforço de empresas e pesquisadores da área de BPM. Ambos possuem características muito importantes. Primeiramente, eles possuem um mapeamento formal entre si, baseado nos padrões de controle de fluxos em processos de negócios. Isso faz com que seja possível a transformação de um modelo em outro, conforme foi desenvolvido neste trabalho. Os modelos também já foram adotados pelo mercado, sendo que as principais ferramentas de BPM já oferecem suporte (inclusive gratuitos) em suas respectivas implementações.

Referências

AALST, W. M. P. van der; HOFSTEDE, A. H. M.; KIEPUSZEWSKI, B. & BARROS, A. P. *Workflow patterns*. Distributed and Parallel Databases, 14(3): 5-51, 2003.

AALST, W. M. P. van der *The Application of petri nets to workflow management*. The Journal of Circuits, Systems and Computers, v. 8, n. 1, p. 1-53, 1998.

AALST, W. M. P. van der & HEE, K. *Workflow Management: models, methods, and systems*. London: The MIT Press, 2002.

MURATA, T. F. *Petri Nets: Properties, Analysis and Applications*. Proceedings of the IEEE, VOL. 77, NO. 4, Abril, 1989.

PÁDUA, S. I. D.; YOSHIZAWA, A. R. & PORTO, A. J. V. *O potencial das Redes de Petri em modelagem e análise de processos de negócios*. Gestão & Produção, v.11, n.1, p.109-119, Jan-Abr, 2004.

RUSSELL, N.; HOFSTEDE, A. H. M.; AALST, W. M. P. van der & MULYAR, N. *Workflow Control-Flow Patterns: A Revised View*. BPM Center Report BPM-06-22, BPMcenter.org, 2006.

WFMC Workflow Management Coalition. (1999) “Terminology & Glossary”. Bruxelas, 65p. Disponível em: <http://www.wfmc.org/>. Acesso em: 29/08/2011.

WHITE, S. A. *Process Modeling Notations and Workflow Patterns*. IBM Corp. United States, 2003.

WOHED, P.; AALST, W. M. P. van der; DUMAS, M.; HOFSTEDE, A. H. M. & RUSSELL, N. *Pattern-based Analysis of BPMN - An extensive evaluation of the Control-flow, the Data and the Resource Perspectives*. BPM Center Report BPM-05-26, BPMcenter.org, 2005.

Workflow Patterns Initiative. *Work Flow Patterns*. Disponível em: <http://www.workflowpatterns.com/>. Acesso em: 29/08/2011.