



PIBIC/CNPq-UFPG-2015

UTILIZANDO REDES DE PETRI NA ESPECIFICAÇÃO E MODELAGEM DA LÓGICA DE NEGÓCIO DE UM WFMS NA WEB

João Pedro Ferreira de Melo Leôncio¹, Jorge César Abrantes de Figueiredo²

RESUMO

A modelagem da lógica de negócio de sistemas tradicionalmente tem sido feita através do código da aplicação, tornando o desenvolvimento mais custoso e de difícil manutenção. Para muitos sistemas que tem sua lógica de negócio alterada com mais frequência, a necessidade de uma modelagem que torne a especificação mais flexível é ainda maior. Uma das principais características de um sistema web de informação de gerenciamento de workflow (WFMS) é o desacoplamento do código de aplicação de sua lógica de negócio. A escolha de Redes de Petri para a especificação e modelagem da lógica de negócio, tornou possível a representação de estados e transições por meio de uma linguagem específica definida nesse trabalho para o desenvolvimento experimental de um sistema real de sistema web de informação de gerenciamento de workflow.

Palavras-chave: workflow, rede de petri, wfms.

THE USE OF PETRI NETS IN THE SPECIFICATION AND MODELING OF A WEB WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEM LOGIC

ABSTRACT

Traditionally business logic modeling has been made through application code, resulting in a more expensive and harder maintenance development. For the majority of systems that have their business logic altered more frequently, the necessity of a modeling that makes specification more flexible is even more important. One of the main characteristics of a workflow management system (WFMS) is the decoupling of its application code and its business logic. The choice of using Petri Nets in the specification and modeling of business logic, has made possible to represent states and their transitions through a specific language, defined in this study, to the experimental development of a real web workflow management system.

Keywords: workflow, petri net, wfms

INTRODUÇÃO

¹Aluno do Curso de Ciência da Computação, Departamento de Sistemas e Computação, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: joao.leoncio@ccc.ufcg.edu.br

²Ciência da Computação, Professor Doutor, Departamento de Sistemas e Computação, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: abrantes@computacao.ufcg.edu.br

Na era da tecnologia da informação que vivenciamos, é cada vez mais comum que as empresas adotem estruturas organizacionais mais flexíveis, promovendo a integração de seu conjunto de informações e serviços, objetivando uma maior produtividade, redução de custos e melhor atendimento aos seus clientes.

Um sistema de gerenciamento de workflow (WFMS) é definido pela WPMC (WPMC, 1996) (The Workflow Management Coalition) como sendo um sistema cuja execução é dirigida pela representação em computador da lógica do processo de workflow. Nos sistemas de informação tradicionais, a lógica de colaboração é representada como parte do código da aplicação. Por conta disso, o desenvolvimento destes sistemas é, na sua maioria, custoso e de difícil manutenção. WFMS tem desempenhando um importante papel nos sistemas de informação modernos. Uma das principais características do uso de WFMS é o desacoplamento do código de aplicação e da lógica de workflow (lógica de negócio), tornando o sistema mais flexível e integrável. Assim, mudanças que ocorram na lógica do workflow como, por exemplo, mudanças na ordem das atividades ou nos recursos envolvidos, são facilmente implantadas sem prejuízo do funcionamento do sistema como um todo.

Redes de Petri tem sido uma das principais abordagens utilizadas na modelagem de sistemas de gerenciamento de workflow (VAN DER AALST, 1998). Entre outras características, em seu favor, os modelos de Redes de Petri:

- i. Possuem semântica formal, apesar de possuir uma representação gráfica. A sua natureza gráfica permite que as primitivas de workflow identificadas pela WPMC sejam mapeadas em elementos da Rede de Petri. A semântica formal serve de embasamento para a análise formal dos modelos.
- ii. São executáveis, permitindo observar o comportamento dinâmico dos elementos modelados mesmo antes de sua implementação. Concorrência, paralelismo, sequenciamento e outros aspectos são naturalmente capturados em seus modelos.
- iii. São baseadas em estados ao invés de serem baseadas em eventos.

Dessa forma, a proposta do projeto é o desenvolvimento de um sistema em que uma Rede de Petri seja utilizada para a especificação e modelagem de sua lógica de negócio. A arquitetura definida para este sistema promove o desacoplamento da lógica de negócio e do código da aplicação. O sistema desenvolvido e utilizado como prova de conceito da técnica neste projeto é o SAPO. O *Sistema de Acompanhamento de Pedidos e Obras* é um sistema web de informação de gerenciamento de workflow para auxiliar no acompanhamento dos processos de solicitação de bens permanentes, bens de consumo, serviços, inscrições e obras na UFCG. Contudo, o sistema se torna mais flexível uma vez que o fluxo de atividades e tarefas a serem seguidas não estão amarradas na implementação do código da aplicação. Mudanças que por ventura ocorram no workflow do processo são facilmente efetuadas e o sistema continua funcionando normalmente, sem necessidade de uma reimplementação do código da aplicação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi definida como primeira fase do trabalho em conjunto com reuniões com o cliente real do projeto para a coleta da especificação e modelagem do sistema a ser desenvolvido. O objetivo era se familiarizar com as ferramentas de desenvolvimento do projeto e a literatura sobre redes de petri, workflow e sistemas web de informação de gerenciamento de workflow.

Redes de Petri

Redes de Petri é um formalismo bastante interessante para tratar sistemas que exibam características de concorrência e distribuição. O formalismo de redes de Petri possui uma sólida teoria desenvolvida nas últimas quatro décadas, desde o estudo inicial, no começo dos anos 60, quando Carl Adam Petri, em sua tese de doutoramento, propôs uma teoria geral de concorrência. Além da simplicidade de seus conceitos, este formalismo apresenta uma notação gráfica que possibilita a apresentação do comportamento dos sistemas modelados, permitindo o uso de seus conceitos de forma intuitiva.

Nestes quarenta anos de pesquisa, várias extensões de redes de Petri foram propostas com o objetivo de ampliar o seu espectro de aplicação. Um exemplo destas extensões é aquela que incorpora aspectos temporais (MURATA, 1989), permitindo a utilização de redes de Petri na modelagem e análise de sistemas em tempo real e na avaliação de desempenho de sistemas.

Uma outra classe de extensão que é bastante importante, principalmente quando observamos a aplicabilidade em sistemas reais, é aquela relacionada com o tratamento e representação de dados. Apesar da sua importância no desenvolvimento teórico deste formalismo, a definição original e as primeiras variações das redes de Petri eram caracterizadas pelo nível elementar de como os dados eram tratados (PETERSON, 1977). Essas redes, rotuladas de *redes de Petri de baixo nível*, manipulam dados binários, restringindo a sua aplicação prática. As *redes de Petri de alto nível* caracterizadas pela possibilidade de manipulação direta de dados complexos tornou o formalismo de redes de Petri bastante útil no desenvolvimento de sistemas complexos.

Redes de Petri Coloridas (CPN) (JENSEN, 2009) é talvez o mais conhecido e utilizado tipo de redes de Petri de alto nível. CPN combina o poder de descrição de sincronização de processos concorrentes da teoria de redes de Petri com a definição de tipos de dados das linguagens de programação. Essa combinação resultou no desenvolvimento de uma poderosa linguagem de modelagem de sistemas, ao mesmo tempo bem embasada teoricamente e bastante versátil para ser usada na prática, permitindo descrições de alto nível de sistemas através de redes de Petri.

Na modelagem de grandes sistemas, modelos CPN podem ser estruturados em módulos. CPN utiliza hierarquia como forma de estruturação e decomposição. As redes de Petri coloridas hierárquicas (HCPN) se tornaram um padrão para a modelagem de sistemas usando a teoria de redes de Petri. Muito desse sucesso é creditado às ferramentas Design/CPN e CPN Tools, desenvolvida na Universidade de Aarhus, Dinamarca. Apesar de sua larga aplicação na indústria e academia, o desenvolvimento de modelos grandes, usando hierarquia, requer do desenvolvedor certas habilidades, principalmente na modelagem da comunicação entre as diversas partes do modelo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste projeto de iniciação de pesquisa, as atividades a seguir foram planejadas e realizadas. A fase de implementação foi precedida de uma fase de planejamento onde foram definidas com cuidado as ferramentas e coletados os requisitos do cliente do sistema real. Esse planejamento requer o estudo das ferramentas de desenvolvimento envolvidas na fase de implementação, como também, entender a lógica de negócio do cliente; tal embasamento consistiu em atividade inicial do projeto. Após essa fase foi conduzida a implementação do sistema em duas fases, explicadas abaixo. Seguindo essa metodologia, a realização desse projeto compreendeu as seguintes etapas:

1. Revisão Bibliográfica

Embasamento teórico no contexto de redes de Petri, workflow e WFMS, conceitos relacionados ao projeto que farão parte do seus desenvolvimento.

2. Definição da Abordagem a ser utilizada

Familiarização com as diferentes classes de redes de Petri e definição da classe de redes de Petri a ser usada na modelagem da lógica de workflow.

3. Implementação

Após coletas de requisitos do cliente, foi realizada em duas etapas:

- Implementação: Fase 1

Esta fase, que se deu após o embasamento nas ferramentas, permitiu o desenvolvimento inicial do sistema. O sistema implementado na fase 1, incluía todos os formulários e visões do cliente de forma livre, isto é, sem se preocupar com a lógica de negócio para alterar as etapas de preenchimento. O sistema nesta forma permitiu ao cliente, visualizar semanalmente as mudanças implementadas a partir da priorização de seus próprios requisitos. Esse modelo de desenvolvimento ágil permitiu ao sistema crescer ao ponto de satisfazer as necessidades visuais do cliente, deixando a lógica de negócio para próxima fase.

- (Refinamento) Definição da linguagem de representação da Rede de Petri, voltando a Etapa 2.
- Implementação: Fase 2

Nesta fase, após a definição de uma linguagem de especificação e modelagem da rede de Petri que representa a lógica de negócio, o sistema foi alterado para corresponder a lógica de negócio, isto é, o preenchimento de um dado registro no sistema acarretava mudanças em outros pontos do sistema, permitindo ou anulando etapas do workflow.

4. Experimentação e Ajustes

Integração ao sistema SAPO, experimentação da técnica. Refinamento da técnica.

5. Escrita de Artigos, do Relatório Parcial e do Relatório Final

Esta etapa consistiu na elaboração da documentação do projeto em forma de relatórios

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As duas fases de desenvolvimento e implementação do sistema real objeto de estudo do projeto, permitiram a visualização e utilização por clientes reais, a Pró-Reitoria de Gestão Administrativo-Financeira da Universidade Federal de Campina Grande, de um sistema flexível a demanda de alteração na lógica de negócio, neste caso, alteração na lógica de processos administrativo-financeiros. Tais alterações muitas vezes se dão por fatores externos e ocasionam uma mudança que não poderia ser facilmente feita por um sistema tradicional. O sistema SAPO em conjunto com sua rede de Petri permite a visualização de cada um dos segmentos do processo em andamento, bem como geração automática do estado atual do processo e definição dos próximos segmentos.

O Sistema SAPO

O SAPO foi desenvolvido usando tecnologias web modernas que permitem construir um módulo cliente a ser executado em browsers, sem a necessidade prévia de instalação de qualquer software na máquina do cliente. O servidor implementado de forma independente do cliente, como um conjunto de *stateless web services*.

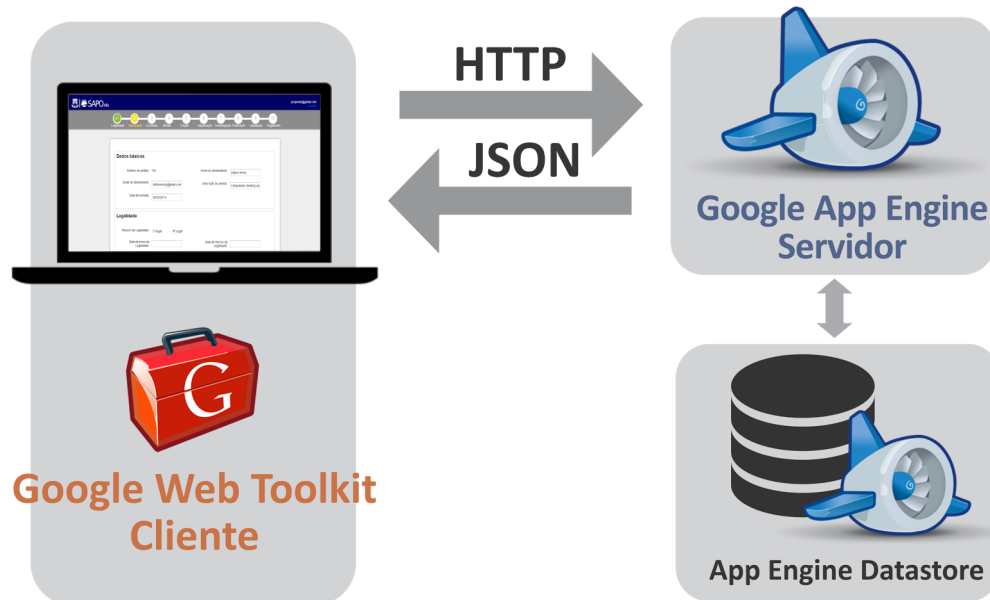


Figura 1: Arquitetura do sistema SAPO

O Google App Engine (GAE) é uma plataforma de serviço provida pelo Google para o desenvolvimento e hospedagem de aplicações completas. As aplicações hospedadas no GAE são escaláveis automaticamente, o que dá ao sistema estabilidade e disponibilidade integral. A plataforma é oferecida gratuitamente até uma margem mensal de uso. Esta margem permite a equipe de desenvolvimento testar a plataforma e verificar a real necessidade de expansão a depender da demanda de usuários utilizando o sistema. A escolha do GAE para hospedagem da aplicação também se deu pelo fato de seu suporte ao WSGI, permitindo o uso da linguagem Python para implementação do servidor.

O Google Web Toolkit (GWT) é um conjunto de ferramentas oferecidas pelo Google que permite a desenvolvedores criar e manter aplicações JavaScript escritas na linguagem Java. O GWT inclui um componente chamado Java-to-JavaScript Compiler que traduz códigos Java para a linguagem JavaScript.

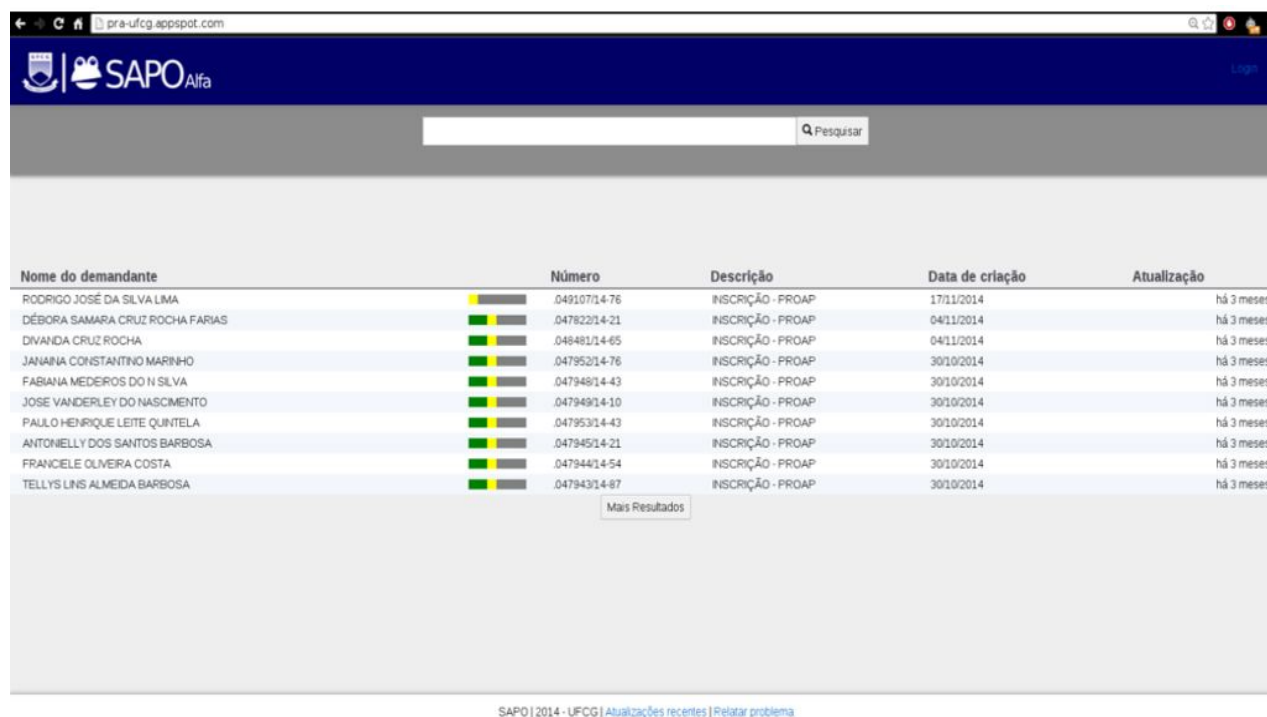
Utilizando uma metodologia AJAX³-JSON⁴, o servidor responde e consome dados em formato JSON², é responsável por validar as permissões para alteração e leitura de dados do serviço de banco de dados, o App Engine DataStore, de acordo com o fluxo da rede de Petri determinado pela PRA, enquanto o cliente também valida as permissões de acordo com o fluxo da rede de Petri e consome dados no formato JSON. Os dados são validados dos dois lados de serviço para evitar ocorrência de erros e garantir segurança e consistência por parte do servidor e dos usuários.

Na página inicial do SAPO (Figura 2) é possível visualizar uma listagem dos processos em andamento com atualizações mais recentes, assim como buscar por um processo em específico. Os processos exibem seu estado atual através de barras de progresso em cores que determinam exatamente em que local do fluxo da rede de Petri o processo se encontra.

³ *Asynchronous Javascript and XML*

⁴ *JavaScript Object Notation*

Ao clicar em um processo, sem ter permissão para editá-lo, o usuário poderá ver detalhes públicos desse processo, bem como a barra de progresso com mais ênfase (Figura 3). Já ao clicar em processo, tendo permissão da rede de Petri para editar, o usuário verá uma tela de edição com todas as etapas disponíveis (Figura 4).



The screenshot shows the SAPO Alfa web application. At the top, there is a navigation bar with the SAPO Alfa logo and a search bar labeled "Pesquisar". Below the search bar is a table listing processes. The table has five columns: "Nome do demandante", "Número", "Descrição", "Data de criação", and "Atualização". Each row represents a process, with a small progress bar icon to the left of the "Número" column. The progress bar consists of a green segment followed by a yellow segment. The "Atualização" column shows the time elapsed since the process was created, all indicating "há 3 meses".

Nome do demandante	Número	Descrição	Data de criação	Atualização
RODRIGO JOSÉ DA SILVA LIMA	04910714-76	INSCRIÇÃO - PROAP	17/11/2014	há 3 meses
DÉBORA SAMARA CRUZ ROCHA FARIAS	04782214-21	INSCRIÇÃO - PROAP	04/11/2014	há 3 meses
DIVANDA CRUZ ROCHA	04848114-65	INSCRIÇÃO - PROAP	04/11/2014	há 3 meses
JANAINA CONSTANTINO MARINHO	04795214-76	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses
FABIANA MEDEIROS DO H SILVA	04794814-43	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses
JOSE VANDERLEY DO NASCIMENTO	04794914-10	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses
PAULO HENRIQUE LEITE QUINTELA	04795314-43	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses
ANTONIELLY DOS SANTOS BARBOSA	04794514-21	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses
FRANCIELE OLIVEIRA COSTA	04794414-54	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses
TELLYS LINS ALMEIDA BARBOSA	04794314-87	INSCRIÇÃO - PROAP	30/10/2014	há 3 meses

Below the table, there is a button labeled "Mais Resultados". At the bottom of the page, there is a footer with the text "SAPO | 2014 - UFCG | Atualizações recentes | Relatar problema".

Figura 2: Página inicial do SAPO



The screenshot shows a window titled "Detalhes do pedido". At the top, there is a progress bar with six circular indicators. The first two are green with a checkmark, the third is yellow with the number 3, and the last three are grey with the numbers 4, 5, and 6. Below the progress bar, the following information is displayed:

- Número do pedido: 23096.023853/15-32
- Tipo de pedido: inexigibilidade
- Nome do demandante: HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA
- Email do demandante: CCC@UFCG.EDU.BR
- Data de entrada: 10/07/2015 12:00:00
- Local atual: PRA / Coordenação de Compras / DM
- Descrição do pedido: INSCRIÇÃO SERVIDOR

Figura 3: Janela de detalhes sobre um processo

Figura 4: Janela de detalhes sobre um processo em edição

Escolha do Modelo de Redes de Petri

Para a escolha o modelo de Redes de Petri que utilizamos neste projeto, analisamos os diferentes modelos de fluxos em vigor na PRA. Os seguintes modelos de fluxo foram analisados:

- Modelo de fluxo de bens permanentes;
- Modelo de fluxo de bens de consumo;
- Modelo de fluxo de serviços;
- Modelo de fluxo de inscrições; e,
- Modelo de fluxos de obras

Foi possível observar que em todos eles, o aspecto temporal é considerado apenas em termos de precedência de atividades. Logo, o aspecto quantitativo de tempo não é importante. Outra aspecto observado é que não é necessário detalhar informação sobre o processo em si. A maior parte das informações pode ser representada por variáveis binárias. Desta forma, o modelo mais adequado, principalmente, por sua simplicidade é o que chamamos de Redes de Petri Lugar/Transição (PT-Nets). A existência de várias ferramentas disponíveis para o modelo de PT-Nets foi um outro fator importante na definição da escolha do modelo de Redes de Petri. Por fim, a existência de algumas ferramentas de edição de modelos de workflow que utilizam PT-Nets como suporte teórico na criação de modelos de workflow foi um fator decisivo nesta escolha.

Utilizando a ferramenta WoPeD (Workflow Petri Net designer) (FREITAG, 2014), que é uma ferramenta de código aberto desenvolvida na University of Karlsruhe, na Alemanha, criamos os modelos PT-Nets para os modelos de fluxo do SAPO. A Figura 5 abaixo mostra uma rede de Petri lugar/transição que descreve o modelo de fluxo adotado na Pró-Reitoria de Gestão Administrativo-Financeira da Universidade Federal de Campina Grande.

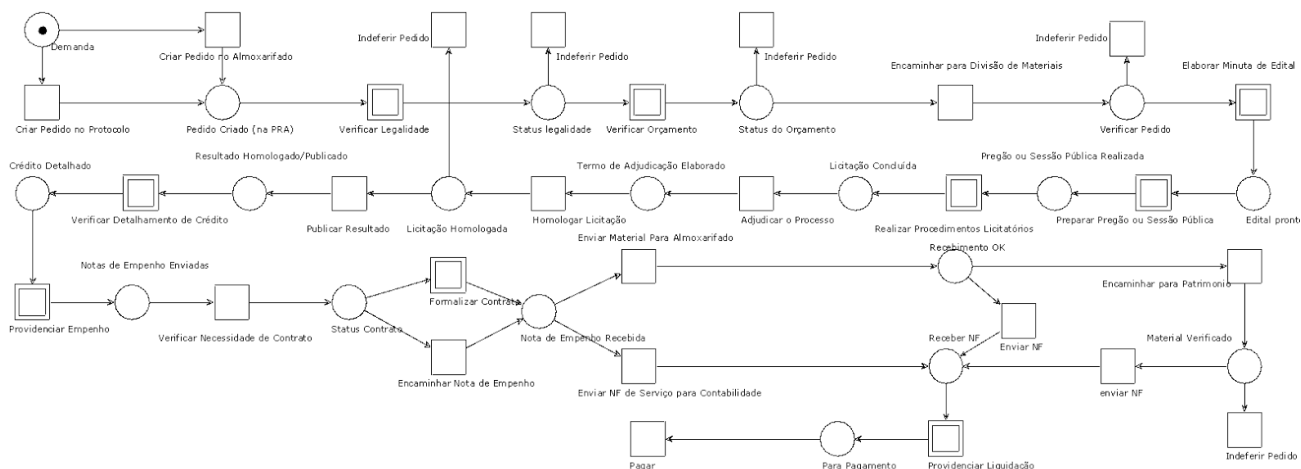


Figura 5: Modelo de fluxo adotado na PRA

Escolha de uma Linguagem para Especificação

Duas linguagens são comumente utilizadas para a representação de objetos complexos que incluem também listas de outros objetos, JSON e YAML. A escolha da linguagem YAML se deu pela facilidade que esta dá para a edição por um humano, trazendo para o sistema facilidade para o cliente alterá-la a qualquer momento.

```
-
  nome_publico: "Legalidade"
  nome: "legalidade"
  habilita: "autorizacao"
  pre_condicao: "parecer"
  condicao_fim: "not parecer"
  local: "Procuradoria"
  permite: "grupo de usuario autorizacao"
  local: "Procuradoria"
```

Figura 6: Esquema de YAML para representação da rede de Petri

Na Figura 6 é possível visualizar os atributos de uma parte da rede de Petri do cliente, os aspectos de segurança como permissão não foram completamente implementados. A implementação do sistema na Fase 2 consistiu na adaptação do sistema para seguir a lógica de cada etapa descrita no arquivo YAML vigente (isto porque pode ser alterado a qualquer momento) no sistema. A lógica do YAML captura aspectos como permissão de grupos de usuários e bloqueio a outros em determinadas etapas, condições para fim de um processo e quais etapas no fluxo ficam habilitadas após as pré-condições forem satisfeitas. Desse modo decorrer das etapas do sistema segue um fluxo automático modelado em um simples arquivo.

CONCLUSÕES

O sistema SAPO desenvolvido para experimentação do projeto com cliente real está atualmente online e estável, funcionando com um workflow básico de inscrições e serviços, e é descrito como um sistema de workflow que permite fazer adição, remoção e alteração de etapas na sequência de passos de um processo

administrativo-financeiro a qualquer momento. Tal alteração pode ser feita pelos desenvolvedores ou pelo próprio cliente, a partir de um treinamento para o entendimento de sua lógica de negócio representada em uma linguagem computacional desacoplada do código da aplicação.

Com base no desenvolvimento do sistema real para experimentação da técnica de especificação e modelagem de um sistema de gerenciamento de workflow a partir de uma rede de Petri e na avaliação dos resultados da utilização pelo cliente do sistema na Fase 1 de Implementação, foi possível definir a técnica como válida para outros sistemas, já que torna a alteração da lógica de negócio do cliente mais flexível e viável do ponto de vista que gera um benefício de custo de desenvolvimento de forma que não é necessário alteração no código da aplicação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil

Aos colegas do Laboratório de Práticas de Software (SPLab) do Departamento de Sistemas e Computação, onde este trabalho foi desenvolvido, por todo o apoio e contribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WFMC. **Workflow Management Coalition Terminology and Glossary** (WFMC-TC- 1011), Workflow Management Coalition, Brussels, 1996.

W.M.P. van der Aalst. **The application of Petri nets to workflow management**. Journal of Circuits, Systems and Computers, 8(1):2-66, 1998.

Murata, T. **“Petri Nets: Properties, Analysis and Applications,”** *Proc. of the IEEE* 77, No. 4. 541 – 580, 1989.

J. Peterson. **“Petri Nets,”** *Computing Surveys* 9, No. 3, 223 – 252, 1977.

K. Jensen e L.M. Kristensen. **Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems**. Springer, 2009.

T. Freitag e M. Sängler. **“WoPed – An Educational Tool for Workflow Nets”**. Proceedings of the BPM Demo Sessions, Eindhoven, pp. 31-35, 2014.