

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

## **SIMULAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE INTEGRAÇÃO COM REDES DE PETRI ESTOCÁSTICAS PARA O PROBLEMA DA CENTRAL TELEFÔNICA NA UNIJUI<sup>1</sup>**

**Roberto Saulo Cargnin<sup>2</sup>, Fabricia Roos-Frantz<sup>3</sup>, Rafael Z. Frantz<sup>4</sup>, Sandro Sawicki<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup> Este trabalho relata parte da pesquisa realizada no curso de Mestrado em Modelagem Matemática da Unijuí

<sup>2</sup> Aluno do curso de Mestrado em Modelagem Matemática UNIJUI, Bolsista CNPq

<sup>3</sup> Pesquisador Colaborador

<sup>4</sup> Pesquisador Colaborador

<sup>5</sup> Pesquisador Colaborador

### Resumo

Diante da importância dos aplicativos empresariais e da problemática de integração de aplicações, o presente trabalho relata a modelagem de modelos conceituais desenvolvido na tecnologia Guaraná modelados por meio de Redes de Petri e a elaboração de um modelo de simulação com base em um caso de estudo. É identificada a analogia de execução das duas ferramentas e de seus elementos principais de sistemas de eventos discretos. Por fim é apresentado um método probabilístico de estimação de métricas características à solução de integração modelada e sua contribuição para realização de simulações.

### Introdução

No cenário altamente competitivo em que se encontram as empresas nos dias atuais, as aplicações são peças fundamentais para dar suporte ao ambiente de negócios. A concorrência entre as empresas, o crescimento exponencial das tecnologias e a globalização da informatização levaram as corporações a criar novos processos de negócio que facilitem a venda de seus produtos. Os aplicativos comerciais são eficientes no processamento de informações, e dão suporte seguro e confiável aos processos de negócio e frequentemente as empresas se deparam com a necessidade de adicionar novas funcionalidades as suas aplicações, pois é preciso acompanhar as evoluções ou perder espaços para seus concorrentes.

As aplicações empresariais geralmente são desenvolvidas sem a preocupação de adicionar novas funcionalidades, são criadas especialmente para determinado fim ou compradas prontas e adaptadas para uma função específica. Em sua maioria não permitem alterações em seu código fonte. É preciso propor novas funcionalidades nas estruturas empresariais sem abrir mão das informações valiosas contidas nas aplicações em funcionamento. Para dar suporte à integração de aplicações empresariais, um conjunto de ferramentas e tecnologias que permite a comunicação de novas aplicações com as já existentes, mesmo sendo desenvolvidas em arquiteturas diferentes. Sua perspectiva de trabalho prevê a implementação de novas funcionalidades utilizando-se da base tecnológica dos sistemas legados já em funcionamento, desenvolver uma nova aplicação que contenha os novos recursos desejados e integra-la ao sistema em funcionamento da empresa (Linthicum, 1999).

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

A problemática de integrar aplicações ao sistema legado está em estabelecer a troca de informações sem interferir no funcionamento individual, manter seus dados sincronizados, adequar a incompatibilidade de formatos de arquivos compartilhados e arquiteturas desenvolvidas em diferentes tecnologias. O desenvolvimento de uma solução de integração de aplicações segue requisitos específicos do sistema pelo qual fará parte e por isso cresce o risco de haver Bugs (erros) em seu código, podendo ainda apresentar gargalos de desempenho nos seus componentes que podem vir a comprometer seu correto funcionamento. A análise do comportamento e a identificação de gargalos de desempenho em soluções de integração de aplicações geralmente envolve sua implementação para posterior execução e teste frente a cenários críticos projetados pelos engenheiros de software. Por demandar que as soluções sejam construídas, tal abordagem traz consigo custos (tempo, recurso) costumam ser elevados (Frantz,2008).

Atualmente, as tecnologias que possibilitam desenvolvem modelos conceituais de soluções de integração são baseadas na troca de mensagens, por possuir boa capacidade de adequação a sistemas heterogêneos, são ideais para ambientes que exigem flexibilidade. Podem ser citadas tecnologias como Camel, Mule, Spring e Guaraná. Cada tecnologia tem sua linguagem de domínio específico (DSL) para modelagem da solução de integração, dentro do contexto que cada uma trata (Hohpe e Woolf, 2004).

A linguagem da tecnologia guaraná possibilita desenvolver modelos conceituais com nível elevado de abstração por meio de uma DSL gráfica. Os modelos conceituais desenvolvidos no Guaraná são caracterizados pelo seu alto nível de detalhamento de soluções de integração, e podem ser classificados como estocásticos, dinâmicos e discretos.

O Guaraná DSL é uma tecnologia que possibilita desenvolver modelos conceituais de soluções de integração de aplicações empresariais baseado em mensagem mantendo nível elevado de abstração. As mensagens são informações reunidas em um arquivo de texto que fluem no sentido da solução de integração. Modelos conceituais projetados com o Guaraná DSL são independentes de plataforma e essa autonomia possibilita ser aplicados para diferentes tecnologias de desenvolvimento (Roos-Frantz, 2015).

A simulação de modelos tem a finalidade de possibilitar o estudo de sistemas de forma abstrata, com a facilidade de realizar modificações em sua estrutura e avaliar seus resultados, ser submetidos a situações adversas, detectar possíveis falhas, tudo sem a necessidade de construí-lo. Os modelos conceituais desenvolvidos no Guaraná são classificados como sistemas de eventos discretos (SED), por que seu mecanismo de execução considera a discretização do tempo. Por isso, é possível modelá-los por meio de ferramentas matemáticas executáveis por um simulador computacional por algum software com a perspectiva de entender o comportamento das soluções de integração (Aguirre, 2007; Frantz 2011).

As Redes de Petri (RdP) são ferramentas matemáticas gráficas que oferecem um ambiente propício para modelagem, análise e simulação de sistemas de eventos discretos de forma a possibilitar a visualização estrutural e comportamental de forma simultânea. Redes de Petri estocásticas são extensões das Redes de Petri, tem como sua principal característica a associação de tempos de execução que ocorrem no sistema (Marranghello ,2005). As RdPs são executáveis em simuladores e

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

por meio de softwares como PIPE com estrutura gráfica simplificada representam SEDs (Barros,1996).

Diante da problemática abordada, os modelos conceituais possuem característica que os possibilitam ser simulados. Para isso é preciso a representação por uma ferramenta matemática que ofereça condições para modelagem, análise e simulação de sistemas de eventos discretos. Tendo como caso de estudo um modelo conceitual de uma solução de integração real, o objetivo do presente trabalho é o estudo da representação do modelo conceitual desenvolvido com a linguagem Guaraná em um modelo de simulação equivalente em Redes de Petri estocásticas, executável por meio de simulador. É estudada também a possibilidade do uso de funções de distribuição probabilística para avaliação de características dinâmicas do modelo.

#### Metodologia

A realização desta pesquisa foi dividida em etapas. Inicialmente realizou-se uma revisão da literatura sobre integração de aplicações empresariais, simulação, Redes de Petri estocásticas e um estudo detalhado da tecnologia Guaraná. Posteriormente foi determinado o estudo de caso, e o modelo conceitual de solução de integração para o problema estudado, foi traduzido para um modelo equivalente em RdP.

#### Discussão e resultados:

A seção abordará inicialmente o estudo realizado sobre a tecnologia guaraná, o modelo conceitual do caso de estudo e Redes de Petri estocásticas. Na sequência é proposto uma comparação entre elementos da tecnologia guaraná e as RdPs e se propõe a construção de um modelo de simulação equivalente ao modelo conceitual.

O Guaraná DSL propõe um modelo de execução com base em tarefas que permite as tarefas serem executadas, logo que há uma mensagem à sua disposição. Casos de correlação de processamento de mensagens é realizado dentro do processo por uma tarefa com esta função específica. O recuso do hardware para uso das tarefas para executar suas mensagens são equivalentes as threads, responsáveis pela execução das tarefas pelo sistema externo solução. O processamento de tarefas é assíncrono, tarefas que estão aptas para serem executadas aguardam a disponibilidade da thread e são executadas aleatoriamente.

A notação gráfica do Guaraná DSL divide-se em um conjunto de tarefas para uso geral, representadas por símbolos gráficos que induzem à função de cada elemento da solução de integração. Um modelo conceitual de solução de integração é composto basicamente de processos, aplicações, slots, tarefas e portas. Os processos são blocos que agrupam um determinado conjunto de tarefas que compõe a solução de integração e as portas de conexão com as demais aplicações integradas e promove processamento e direcionamento do fluxo de informações. Os slots são unidades de armazenamento temporário levam mensagens e atuam como elo entre portas e tarefas e entre tarefas. As tarefas são os elementos que compõem os processos, realizam o processamento e modificação das mensagens. Basicamente a tarefa lê uma mensagem do slot de entrada, processa (de acordo com sua semântica) e a escreve no slot seguinte, deixando-a disponível para próxima tarefa do fluxo de integração (Frantz, 2008).

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

O caso de estudo foi apresentado por Frantz(2012) e apresenta um problema de integração não trivial, com o objetivo de automatizar a cobrança sob telefonemas pessoais realizados por funcionários da Universidade, conforme Figura 1.

A solução de integração proposta envolve cinco aplicações: central telefônica, sistema de recursos humanos, sistema de folha de pagamento, servidor de e-mail e o notificador Serviço de Mensagens, executados em plataformas diferentes e desenvolvidos sem a preocupação de integração. A identificação do funcionário que realiza a chamada é feita por meio de uma senha pessoal que é inserida antes do início da chamada, a senha pessoal é utilizada para correlacionar as despesas com chamadas telefônicas com dados do sistema de recursos humanos e da folha de pagamento. Do sistema de recursos humanos são adquiridas as informações pessoais dos funcionários e o sistema de folha de pagamento calcula as deduções. As notificações são enviadas pelo servidor de e-mail e pelo Notificador via SMS.

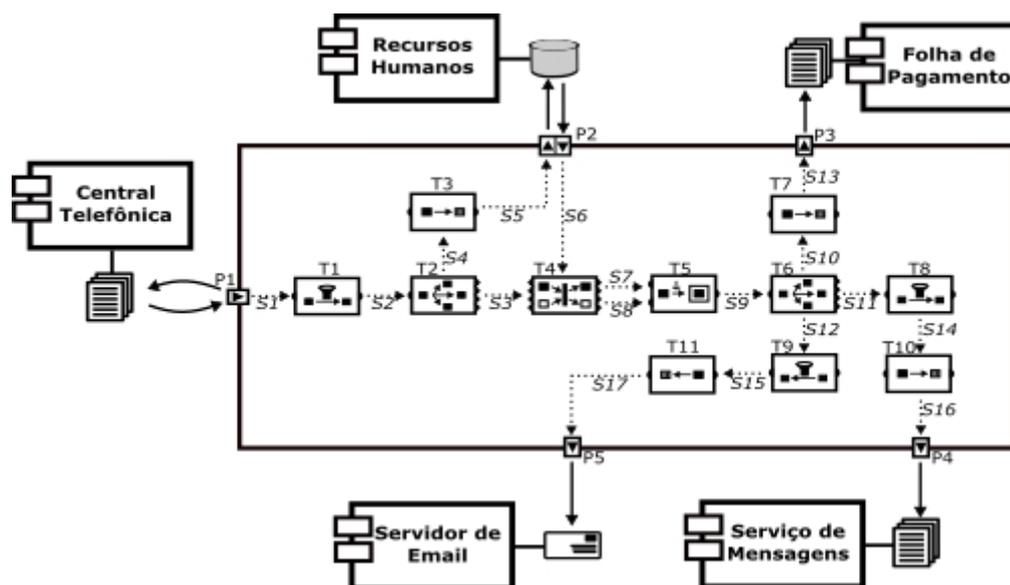


Figura 1: Modelo conceitual de solução de integração

O início do fluxo de trabalho da aplicação de integração dá-se na porta P1, que faz buscas constantes na Central telefônica em busca de novas chamadas. Uma nova chamada telefônica resulta em uma mensagem, que é escrita em formato XML, formato das mensagens que andam no fluxo da solução de integração. A tarefa T3(filtro) tem a função de remover do fluxo mensagens sem custo. Em seguida a tarefa T2(replicador) faz cópias da mensagem, uma das cópias é enviada por meio da porta P2 para busca informações do realizador da chamada no sistema de recursos humanos. A mensagem que retorna do sistema de recursos humanos é correlacionada com a outra cópia e a tarefa T4 enriquece seu conteúdo com o acréscimo das informações fornecidas dos recursos humanos. Posteriormente a nova mensagem é replicada três vezes na tarefa T5. Uma das

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

cópias é encaminhada ao Sistema de Folha de Pagamento para gerar ordem de débito a folha de pagamento. E é verificado se há endereços de e-mail e número de celular através dos filtros T9 e T8 respectivamente, para comunicar o efetuador sob a ligação.

As RdPs são grafos bipartidos formados por dois tipos de nós chamados de lugares e transições, equivalem respectivamente as variáveis de estado de um sistema e às ações realizadas pelo mesmo. Lugares e transições são ligados por arcos, que ligam transições a lugares. Uma RdP pode possuir tokens (marcas) que encontram-se nos lugares. As transições quando são ativadas consomem tokens dos lugares que as alimentam e os geram nos lugares alimentados por elas. O número de tokens consumidos por uma transição é igual ao valor do peso dado ao arco de entrada. As transições se tornam habilitadas para disparar quando todos os lugares de entrada da rede contiverem pelo menos o número de tokens igual ao peso do arco, como ilustra a figura 2. O disparo de eventos nas Redes de Petri não prevê nem impõe uma ordem de ocorrência (Costa, 2011).

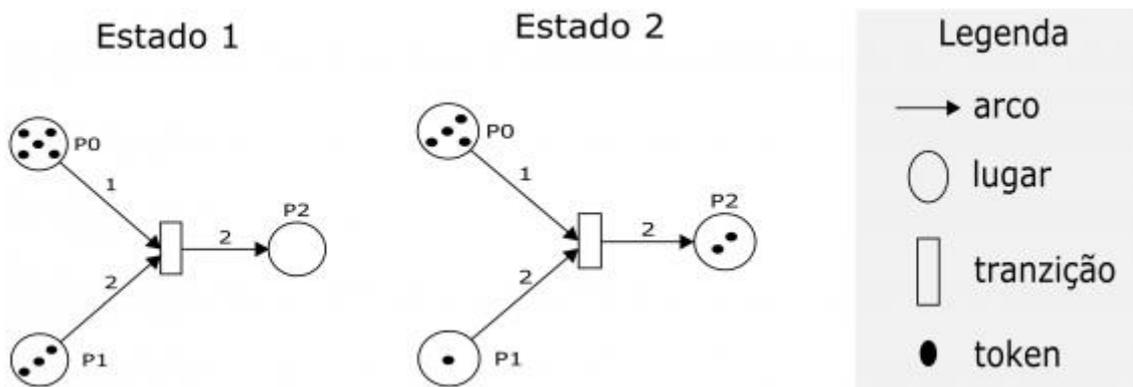


Figura 2: Representação de disparo da Rede de Petri

A proposta de tradução de modelos conceituais de solução de integração em modelos em RdP é possível pela analogia entre seus componentes e pela semelhança do modelo de execução. Os tokens das RdP são análogos às mensagens da solução de integração, e os lugares são equivalentes aos slots, que atuam como buffers. Mesmo havendo uma equivalência entre componentes, cada tarefa do Guaraná tem uma semântica implementada que não pode ser traduzida. Desta maneira é representado abstratamente sua funcionalidade. A Figura 3 apresenta a tarefa filtro e sua representação equivalente em RdP. A tarefa filtro que tem a função de remover mensagens do fluxo da solução de integração de acordo com a semântica implementada. A representação traduzida preservou a funcionalidade onde tokens são removidos do fluxo do modelo se a transição T1a disparar e segue no fluxo caso haja o disparo da transição T1b, não traduzindo sua semântica de análise de mensagens.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

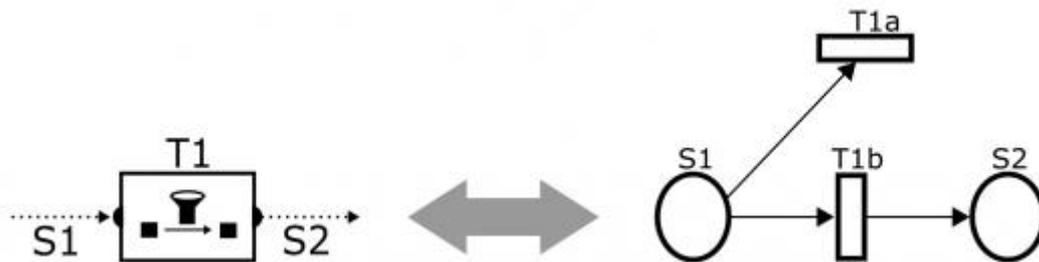


Figura 3: equivalência de elementos do guaraná em RdP

Devido ao fato da semântica implementada nas tarefas não ser traduzida, a transcrição de todos os componentes do Guaraná é possível, porém muitos elementos são mapeados para RdP idênticos conforme aborda (Roos-Frantz,2015). De acordo com suas abordagens é proposto um modelo de simulação em redes de Petri representado na Figura 4,análogo ao modelo de solução de integração proposto na Figura1.

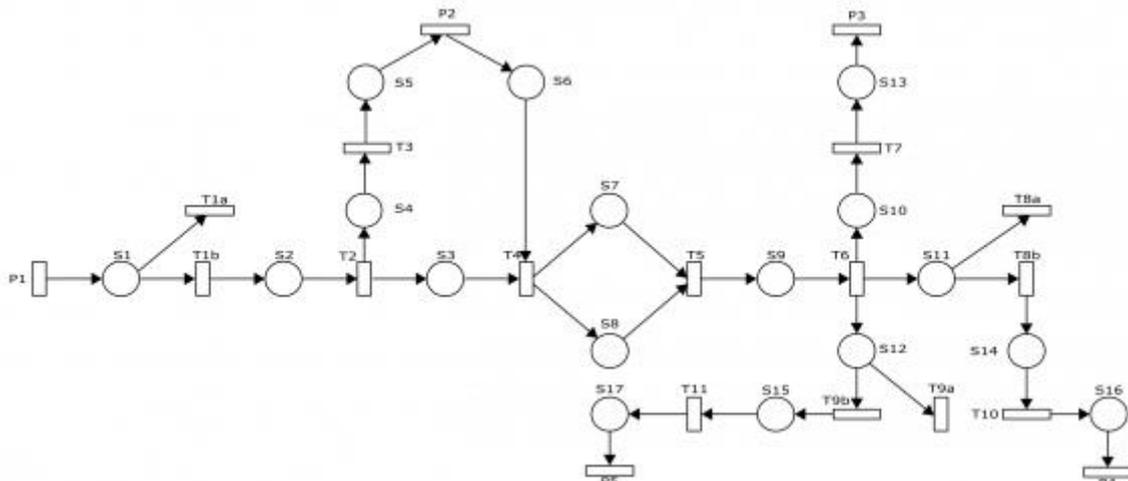


Figura 4: modelo em RdP equivalente a modelo conceitual.

O formalismo das RdP permitem modelar apenas a estrutura lógica de sistemas, pois tal formalismo não inclui nenhum conceito de tempo. O conceito de tempo aliado ao formalismo das RdP permite a descrição de um comportamento dinâmico de um sistema. Redes de Petri Estocásticas tem como sua principal característica a associação de um atraso para cada transição do modelo.

Conclusões e Trabalhos Futuros.

Soluções de integração são desenvolvidas de acordo com necessidades específicas do sistema que irá compor. Com isso cresce o risco de haver gargalos de performance em seus componentes. Os modelos conceituais desenvolvidos no Guaraná podem ser traduzidos em modelos de simulação em

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Jornada de Pesquisa

Redes de Petri estocásticas equivalentes e por sua vez aplicáveis a um software de simulação para melhor entendimento e visualização estrutural e comportamental de forma simultânea.

As RdP representam a estrutura lógica das soluções de integração, uma vês que estas possuem semântica que não pode ser traduzida. Desta forma o modelo de simulação em RdP representa o fluxo de mensagens de uma solução de integração.

Como trabalho futuro é proposto aplicar o modelo em RdP equivalente ao modelo conceitual a um simulador de redes de Petri Estocástica, alimentado por funções de distribuição probabilística que simulam entradas e simular sob senários de diferentes cargas de entrada a fim de possibilitar a identificação de gargalos de desempenho que possam vir a ocorrer na solução em senários de grande demanda. As Redes de Petri Estocásticas consideram o tempo de atraso gerada pelo mecanismo de disparo aleatório das transições aptas a disparar. Com uma função de distribuição de probabilidade é possível estimar características como o numero de disparos realizados pelas tarefas e o tempo gasto para cada disparo. Estas estimativas também são muito importantes para identificação de gargalos de desempenho e farão parte nos Trabalhos sequentes.

Referencias Bibliográficas:

AGUIRRE, Luís Antônio. Introdução a identificação de sistemas: técnicas lineares e não lineares aplicadas a sistemas reais. 3. Ed. Editora UFMG, 2007.

BARROS, João Paulo, CppNeTS: uma Classe de Redes de Petri de Alto-nível Implementação de um sistema de suporte à sua aplicação e análise. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática)- Universidade Nova de Lisboa, Lisboa 1996.

COSTA, Eduard Montgomery Meira. Redes De Petri E Aplicações Aos Sistemas A Eventos Discretos. Clube de Autores, 2007.

FRANTZ, Rafael Z.; CORCHUELO, Rafael; GONZÁLEZ, Jesús. Advances in a DSL for Application Integration. Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, v. 2, n. 2, 2008.

FRANTZ, Rafael Z.; REINA QUINTERO, Antonia M.; CORCHUELO, Rafael. A domain-specific language to design enterprise application integration solutions. International Journal of Cooperative Information Systems, v. 20, n. 02, p. 143-176, 2011.

HOHPE, Gregor; WOOLF, Bobby. Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions. Addison-Wesley Professional, 2004.

LINTHICUM, David S. Enterprise application integration. Addison-Wesley Professional, 2000.

ROOS-FRANTZ, Fabricia et al. Using Petri Nets to Enable the Simulation of Application Integration Solutions Conceptual Models.

FRANTZ, Rafael Z., Enterprise Application Integration: An Easy-to-maintain Model-Driven Engineering Approach. 1ª ed. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2012. 232p.