

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**AVALIAÇÃO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS
UTILIZANDO TEORIA DE DECISÃO E REDES DE PETRI
COLORIDAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Daniel Biasoli

Santa Maria, RS, Brasil

2012

AVALIAÇÃO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS UTILIZANDO TEORIA DE DECISÃO E REDES DE PETRI COLORIDAS

Daniel Biasoli

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Informática, Área de Concentração em Computação Aplicada, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

Orientadora: Prof.^a Dra. Lisandra Manzoni Fontoura

Santa Maria, RS, Brasil

2012

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

BIASOLI, DANIEL
AVALIAÇÃO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS
UTILIZANDO TEORIA DE DECISÃO E REDES DE PETRI
COLORIDAS / DANIEL BIASOLI.-2012.
93 p.; 30cm

Orientadora: LISANDRA MANZONI FONTOURA
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-
Graduação em Informática, RS, 2012

1. Gerência de Riscos 2. Redes de Petri Coloridas 3.
Teorema de Bayes 4. Avaliação de Processos 5. Teoria de
Decisão I. MANZONI FONTOURA, LISANDRA II. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS
UTILIZANDO TEORIA DE DECISÃO E REDES DE PETRI
COLORIDAS**

elaborada por

Daniel Biasoli

como requisito parcial de obtenção de grau de

Mestre em Ciência da Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Lisandra Manzoni Fontoura, Dra.

(Presidente/Orientadora)

Luis Felipe Dias Lopes, Dr (UFSM)

**Rodrigo dos Santos Keller, Dr
(ULBRA – CACHOEIRA DO SUL)**

Santa Maria, 18 de abril de 2012

Agradecimento

Aos meus pais Osmar e Elenir (*in memoriam*), pelo carinho e atenção que recebi durante toda a minha vida e, em especial, ao meu pai, nesta importante fase, pela compreensão em não poder visitá-lo assiduamente.

À minha irmã, Adriana Biasoli, pela força que sempre me deu.

Ao meu grande amigo e quase irmão Antônio Carlos Schneider Beck Filho, pela sua amizade, auxílio e força em todos os momentos difíceis.

Ao meu primo Rafael Flores Zavareze e sua esposa, Luciana Theis, pela força e incentivo.

À professora Lisandra, pelo exemplo, amizade, “mega” orientação e pelo ingresso no curso.

Ao meu amigo e “chefe” José Antônio Budel, por compreender a importância deste curso para mim e aceitar compensações de horas “malucas” em prol do sucesso deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luis Felipe Lopes, amigo que sempre me deu força.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Keller, que aceitou o convite para a banca.

A todos os amigos que souberam compreender os motivos de um “não” ao me convidarem para uma “cervejada” durante o período do curso.

Obrigado!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Informática
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS UTILIZANDO TEORIA DE DECISÃO E REDES DE PETRI COLORIDAS

AUTOR: DANIEL BIASOLI
ORIENTADORA: LISANDRA MANZONI FONTOURA
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de abril de 2012.

O gerenciamento de riscos em projetos de software envolve a definição de ações para prevenir riscos identificados para o projeto, visando minimizar seus efeitos ou eliminá-los. A definição de ações preventivas e, principalmente, a avaliação da eficácia destas na eliminação de um risco, não é uma tarefa trivial. O objetivo desta pesquisa é identificar e propor um método de avaliação de ações preventivas para mitigar ou eliminar riscos, em projetos de software. Esta avaliação tem como base de sustentação uma análise quantitativa orientada pela Teoria de Decisão e modelada e simulada por meio de redes de Petri coloridas. A opção pelo tema revela a importância de prever o impacto e a eficácia da utilização de ações preventivas em projetos de software, antecipando seus possíveis resultados e potencializando suas utilizações. A elaboração desta pesquisa implicou em três etapas de estudos distintas, complementares entre si e realizadas em períodos distintos: a) definir uma abordagem para modelar e simular processos que fosse amplamente aceita pela comunidade científica; b) identificar uma base teórica que fosse capaz de estabelecer um critério para apoiar o processo decisório e, conseqüentemente avaliar o impacto de ações preventivas de riscos em projetos de desenvolvimento de software; c) avaliar os resultados da simulação baseados na modelagem de ações preventivas de riscos utilizando a base teórica previamente estabelecida. O estudo realizado é de natureza exploratória, analítica e descritiva, combinado com análise documental em fontes bibliográficas, a partir de documentos e informações extraídas na literatura. O método proposto consiste da introdução de uma etapa formal ao processo de avaliação de ações preventivas de riscos. A simulação com redes de Petri coloridas, auxiliada pela Teoria de Decisão por meio do Teorema de Bayes, além de ter tornado os processos mais compreensíveis, proporcionou uma participação mais efetiva por parte de especialistas envolvidos, além de permitir uma representação matemática formal acoplada a mecanismos de análise para inspecionar riscos em processos adaptados.

Palavras-Chave: Gerência de riscos; redes de Petri coloridas; Teorema de Bayes; redes de Petri; avaliação de processos; probabilidade; teoria de decisão.

ABSTRACT

Master Course Dissertation
Computer Graduation Program
Universidade Federal de Santa Maria

EVALUATION OF PREVENTIVE ACTIONS USING THEORY OF RISK AND DECISION COLORED PETRI NETS

AUTHOR: DANIEL BIASOLI

ADVISER: LISANDRA MANZONI FONTOURA

Defense Place and Date: Santa Maria, april 18, 2012.

Risk management in software projects involves the definition of actions to prevent risks identified for the project in order to minimize their effects or eliminate them. The definition of preventive actions, and especially to assess their efficacy in eliminating a risk is not a trivial task. The objective of this research is to identify and propose a method for evaluation of preventive actions to mitigate or eliminate risks in software projects. This assessment is based on supporting a quantitative analysis driven Decision Theory and modeled and simulated by means of colored Petri nets. The choice of theme reveals the importance of predicting the impact and efficacy of preventive measures in software projects, anticipating their possible outcomes and enhancing their uses. The development of this research resulted in three distinct stages of study, mutually complementary and performed in different periods: a) define an approach to model and simulate processes that were widely accepted by the scientific community, b) identify a theoretical basis that was able to establish a criterion to support the decision making process and therefore evaluate the impact of preventive risk in software development projects; c) evaluating the results of simulation based on the modeling of preventive risk using the previously established theoretical basis. The study is an exploratory, descriptive and analytical, combined with documentary analysis of literature sources, from documents and information from the literature. The proposed method consists of introducing a formal step in the evaluation process of preventive risk. The simulation with colored Petri nets, aided by the Theory of Decision by the Bayes Theorem, and has made the process more understandable, provided a more effective participation by experts involved, and allow formal mathematical representation coupled to mechanisms analysis to inspect risks adapted processes.

Key words: Risk management; colored Petri nets; Petri nets; process evaluation; probability; decision theory.

LISTA DE ABREVIATURAS

CPN-ML	<i>Colored Petri Nets Markup Language</i>
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
PMBOK	<i>Project management Body of Knowledge</i>
PRiMA	<i>Project Risk Management Approach</i>
RdPC	Redes de Petri Coloridas
VEIP	Valor Esperado da Informação Perfeita
VME	Valor Monetário Esperado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de decisão com valores condicionais.....	40
Tabela 2 - Tabela de análise de sensibilidade.....	43
Tabela 3 - Tabela de confiabilidade da escolha de ação preventiva adequada.....	44
Tabela 4 - Tabela revisões das probabilidades, dado uma escolha positiva.....	45
Tabela 5 - Tabulação de dados de ações preventivas	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Simulando RdPC com a Ferramenta <i>CPNTools</i>	24
Figura 2 - Ações Sequenciais (STAINES, 2008)	27
Figura 3 - Ações em Paralelo (STAINES, 2008)	28
Figura 4 - Diagrama de Atividades da Disciplina de Requisitos (FONTOURA, 2006) 29	
Figura 5 - Modelagem em RdPC do processo padrão da disciplina de requisitos	29
Figura 6 - Passos para gerência de risco de software (BOEHM, 1989)	32
Figura 7 - Utilização do procedimento de Bayes (RENDER Et al, 2010)	43
Figura 8 - Diagrama de atividades da disciplina desenvolvimento do plano de requisitos	53
Figura 9 - Diagrama de atividades da disciplina de desenvolvimento do plano de requisitos adaptado com o processo de criação de um dicionário (glossário) de termos	54
Figura 10 - Modelo adaptado em redes de Petri coloridas	55
Figura 11 - Início da atividade “desenvolver um novo plano de requisitos”	58
Figura 12 - Simulação da probabilidade de sucesso das ações preventivas em redes de Petri coloridas.....	59
Figura 13 - Processo padrão da organização estudada	63
Figura 14 - Processo padrão adaptado.....	68
Figura 15 - Processo de engenharia de requisitos adaptado em RdPC.....	69
Figura 16 - Início das atividades em paralelo.....	71
Figura 17 - Resultado da simulação da ação preventiva Glossário de Termos	72
Figura 18 - Ações sendo executadas em paralelo.....	73
Figura 19 - Continuação do fluxo do processo em RdPC	73
Figura 20 - Resultado da simulação da ação preventiva Quebra de itens em tarefas de 16h (Max).....	74
Figura 21 - Resultado da simulação da ação preventiva “Criação de um Storyboard”..	75
Figura 22 - Resultado da simulação da ação preventiva “Revisar funcionalidades com o cliente”.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Definição do Problema	14
1.2	Escopo e Contribuições da Pesquisa.....	15
1.3	Estrutura da Dissertação	15
2	PROCESSOS DE SOFTWARE.....	17
2.1	Conceitos de Processos de Software.....	17
2.2	Representação dos Processos.....	19
2.3	Adaptação de Processos.....	20
3	MODELAGEM E SIMULAÇÃO.....	21
3.1	Perspectivas em Modelagem e Simulação.....	22
3.2	Ferramenta <i>CPNTools</i>	23
3.2.1	Redes de Petri.....	25
3.2.2	Redes de Petri Coloridas (RdPC).....	25
3.3	Conversão de Diagramas de Atividades em Modelos RdPC.....	27
4	GERÊNCIA DE RISCOS.....	31
4.1	Identificação dos Riscos	32
4.2	Análise de Riscos.....	33
4.3	Priorização dos Riscos	33
4.4	Planejamento de Gerência de Riscos	34
4.5	Resolução dos Riscos.....	34
4.6	Monitoramento dos Riscos	35
4.7	Contribuições deste Trabalho Para o Gerenciamento de Riscos	35
4.8	Trabalhos com Redes de Petri e Análise de Riscos	36
5	ANÁLISE DE DECISÃO	37
5.1	Etapas da Tomada de Decisão	37
5.1.1	Tipos de Ambiente de Tomada de Decisão.....	38
5.2	Tomada de Decisão Sob Risco	38
5.2.1	Valor Monetário Esperado (VME):.....	39
5.2.2	Valor Esperado da Informação Perfeita	41
5.2.3	Análise de sensibilidade	42
5.3	Estimativa de Valores de Probabilidade Pela Análise Bayesiana.....	43
6	AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS ...	47

6.1	Modelagem de Processos e Processos Adaptados	50
6.2	Simulação de Modelos de Decisão em Processos Adaptados Utilizando Redes de Petri Coloridas.....	51
7	ESTUDOS DE CASO	61
7.1	Metodologia do Estudo de Caso	61
7.2	Configuração do Estudo de Caso.....	62
7.2.1	Mapeamento do Processo Padrão da Organização.....	62
7.2.2	Priorização dos Riscos	64
7.2.2.1	Riscos Priorizados	64
7.2.3	Resgate de Dados Históricos.....	65
7.2.4	Modelagem e Simulação	68
7.2.5	Execução da Simulação.....	71
7.3	Resultados	76
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
8.1	Trabalhos Relacionados	80
8.2	Contribuições	81
8.2.1	Método para avaliação preventiva de riscos	81
8.2.2	Redes de Petri Coloridas e Teoria de Decisão	81
8.2.3	Estudo de Caso	82
8.3	Perspectivas Futuras	82
9	REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

Projetos de software envolvem riscos. Segundo Demarco e Lister (2003), se um projeto não possui riscos, não se deve fazê-lo. Os benefícios e os riscos caminham lado a lado, o que significa que, se o projeto não tem riscos, também não terá benefícios. Por meio do acompanhamento dos fatores de riscos, o gerente de projeto pode tomar ações preventivas e corretivas durante o projeto; evitando comprometer prazo, qualidade, custo e funcionalidades.

A gerência de riscos em uma organização pode ser implementada por meio da adaptação de processos de software, inserindo ações preventivas para cada risco priorizado no processo de software para determinado projeto.

Visando contribuir com a solução desse problema, este trabalho tem o objetivo de propor uma representação lógica e probabilística, estruturada por meio de uma modelagem de processos elaborada pelo uso de redes de Petri coloridas. A intenção dessa prática é prever o impacto de ações preventivas para minimizar ou eliminar riscos em projetos de desenvolvimento de software. Considera-se a utilização da base teórica e matemática da teoria de decisão, por meio do Teorema de Bayes, assuntos abordados no Capítulo 5, para sustentar a modelagem do processo adaptado e, por simulação, avaliar o impacto de intervenções humanas, com base no conhecimento do fluxo das atividades envolvidas.

Adaptar um processo pode ser uma tarefa complexa e trabalhosa, envolvendo a seleção, elaboração e combinação de técnicas e processos. As características e necessidades do projeto devem ser muito bem compreendidas e, nesse sentido, torna-se indispensável à pesquisa de abordagens sistemáticas e ferramentas que apoiem o projetista de processos a executar esse trabalho (FONTOURA, 2006).

Segundo Render et al. (2010), teoria de decisão é uma maneira analítica e sistemática de resolver um problema. Sob essa perspectiva, a diferença entre decisões boas e ruins baseia-se no fato de que uma decisão boa é aquela baseada na lógica, que considera todos os dados disponíveis e as alternativas possíveis e aplica a abordagem quantitativa. Ocasionalmente, uma boa decisão resulta em uma saída inesperada ou desfavorável. Mas, se for tomada de modo adequado, ela ainda é uma boa decisão. Uma decisão ruim não é baseada na lógica, não utiliza toda a informação disponível, não considera todas as alternativas e não emprega técnicas quantitativas apropriadas. Se um

gerente de projetos adotar uma decisão ruim, mas por sorte tiver um resultado favorável, este ainda adotou uma decisão ruim. Embora, ocasionalmente, decisões boas possam gerar resultados ruins, em longo prazo, usar a teoria da decisão irá gerar resultados bem sucedidos (RENDER et al., 2010).

Com o auxílio da formalização de redes de Petri coloridas (RdPCs), deseja-se simular o impacto de ações preventivas de riscos em projetos de software, utilizando a base teórica do Teorema de Bayes aplicado à Teoria de Decisão, antecipando a probabilidade de sucesso destas ações frente à ocorrência de riscos, de tal forma que o trabalho da organização se torne mais produtivo e eficiente.

Espera-se que com base na simulação por meio de RdPCs seja possível automatizar cálculos probabilísticos, bem como fazer com que a equipe possa entender com maior nível de clareza todas as ações deliberadas por meio do Gerente de Projetos para mitigar ou eliminar riscos utilizando simulação.

1.1 Definição do Problema

Um risco nunca é uma certeza de ocorrência. Se um evento realmente ocorrer com probabilidade de 100%, então isso é um problema e não um risco. Um risco pode ser tratado preventivamente, não ocorrendo o mesmo com um problema. Um risco deve ser evitado porque normalmente pode causar algum tipo de desvio anormal num projeto ou num processo. Um projeto tem um ciclo de vida que pode ser alterado pela ocorrência de um evento, que no início do projeto foi caracterizado como risco, impedindo sua continuidade normal. A constante melhora em processos de desenvolvimento de software nem sempre é relevante para eliminar riscos, devido ao fato de inexistirem técnicas capazes de avaliar ações preventivas de riscos antes de elas serem executadas.

Isso acontece porque as medidas exigidas como dados de entrada para a elaboração de uma análise quantitativa são baseadas em dados que são praticamente impossíveis de serem recolhidos com precisão. Esses dados exigem uma compreensão completa das ameaças e os impactos detalhados sobre uma base de gestão de conhecimento para que se consiga evitar riscos.

Um outro problema diz respeito às avaliações de vulnerabilidade e análises de riscos, que geralmente são realizados com pouca frequência em grandes empresas. Isso

significa que essas avaliações e análises são, na melhor das hipóteses, momentâneas e podem não serem repetidas durante longos períodos.

1.2 Escopo e Contribuições da Pesquisa

Por meio de uma priorização de riscos, deseja-se avaliar métodos de prevenção utilizando-se de recursos disponíveis no âmbito da teoria de decisão, como o Teorema de Bayes, para auxiliar o processo de simulação de modelos de processos adaptados utilizando redes de Petri coloridas, avaliando-se, assim, o impacto de ações preventivas de riscos em projetos de desenvolvimento de software.

Pretende-se com a simulação, prover um mecanismo de gerenciamento contínuo de riscos, mantendo a avaliação de técnicas para eliminar ou mitigar riscos, sem o custo penoso da análise física contínua dos sistemas de informação de médio e grande porte. Pretende-se, também, alcançar este patamar com o uso das redes de Petri coloridas, que proporcionam uma modelagem sofisticada, permitindo uma simulação e análise de comportamento de sistemas complexos, provendo informações confiáveis e um formalismo científico altamente comprovado.

Além disso, as redes de Petri coloridas têm a vantagem de serem representações gráficas que permitem construir, modificar e apresentar modelos gerenciáveis complexos sem a necessidade de formação avançada de métodos formais. Finalmente, tais representações gráficas são idealmente adequadas para apresentação ao público leigo, como gerentes executivos e financeiros.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida em capítulos seccionados. Sob essa perspectiva, o Capítulo 2 aborda uma breve definição de processos de software. O Capítulo 3 aborda o tema Modelagem e Simulação, explicando, também, os motivos da escolha do autor deste trabalho pela utilização de redes de Petri coloridas para elaborar os modelos simuláveis para avaliar ações preventivas de riscos. O Capítulo 4 aborda de forma sucinta o tema Gerência de Riscos. O Capítulo 5 explica métodos de tomadas de

decisão, bem como os exemplifica. Neste mesmo capítulo também é demonstrado como é possível calcular probabilisticamente o impacto de ações preventivas utilizando o Teorema de Bayes. O Capítulo 6 faz explica como avaliar ações preventivas utilizando os recursos propostos por esta dissertação. É neste capítulo que é demonstrada a técnica de avaliação de ações preventivas utilizando-se do Teorema de Bayes como recurso para a tomada de decisões por meio de modelagem e simulação utilizando-se das redes de Petri coloridas. O Capítulo 7 traz um estudo de caso e, finalmente, no Capítulo 8, explanam-se as conclusões e os resultados obtidos nesta pesquisa.

2 PROCESSOS DE SOFTWARE

Como este trabalho tem por finalidade avaliar ações preventivas por meio da adaptação de processos de software, torna-se necessário compreender os conceitos de processos de software.

O termo processo se refere a um conjunto de atividades que devem ser executadas em certa ordem definida para se atingir um dado objetivo dentro da cadeia de valor de uma organização (MACORATTI, 2011).

Para uma empresa, o entendimento de seus processos é fundamental. Cada processo precisa ter um objetivo definido dentro de todas as estratégias de uma empresa, ser acompanhado e ter seus resultados verificados a fim de que ações corretivas sejam pré-estabelecidas o mais rápido possível.

À medida que o tamanho de um software atinge dimensões consideráveis, o número de problemas enfrentados durante o desenvolvimento também aumenta. Nesse sentido, a área de desenvolvimento de software passou a ser vista como uma importante área de negócio que precisa ser cuidadosamente analisada e constantemente aprimorada (ARAÚJO et al., 2004).

Como em qualquer área de negócio, a área de desenvolvimento de sistemas necessita de um melhor conhecimento do seu negócio para poder gerenciá-lo de forma adequada. Com essa finalidade surgem os conceitos de modelagem de negócios, que nada mais são do que iniciativas de definição de processos de software e, sob uma visão mais ampla, uma boa fonte de gestão do conhecimento e melhoria contínua.

Assim, há várias técnicas para modelar os processos segundo suas atividades. Todas descrevem produção como um fluxo de recursos que entram na organização e são processados e transformados.

2.1 Conceitos de Processos de Software

A ISO 9000 define processo como “um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas, que transformam entradas em saídas”.

Segundo Sass (2005), um processo de software é um conjunto de atividades, ligadas por padrões de relacionamento entre elas, pelas quais se as atividades operarem

corretamente e de acordo com os padrões requeridos, o resultado desejado é produzido. Em geral, este resultado é um software de alta qualidade e baixo custo. Um processo que não aumenta a produção ou não suporta a produção de software com boa qualidade não é um processo adequado.

Nessas condições, segundo Macoratti (2011), um processo de software padrão pode ser visto como um conjunto de atividades, métodos, ferramentas e práticas que são utilizadas para construir um produto de software. Na definição de um processo de software devem ser consideradas as seguintes informações: atividades a serem realizadas, recursos necessários, artefato requeridos e produzidos, procedimentos adotados e o modelo de ciclo de vida utilizado.

Segundo Davenport (1994), um processo é um conjunto de atividades estruturadas e medidas, destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado. É uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim.

Com base nos conceitos encontrados na literatura, pode-se definir um processo de software como o conjunto de atividades cujo objetivo é o desenvolvimento ou evolução do software de sua documentação.

Segundo Sommerville (2003), embora existam vários processos para desenvolvimento de software, existem atividades fundamentais comuns a todos eles:

- Especificação de Software: definição dos requisitos (funcionalidades) e das restrições do software. Geralmente, nesta fase, o desenvolvedor conversa com o cliente, definindo características do novo software.

- Projeto e Implementação de Software: nesta atividade, produz-se software de acordo com as especificações. Aqui são propostos modelos através de diagramas. Estes modelos são implementados em alguma linguagem de programação.

- Validação de Software: A fim de garantir que as funcionalidades especificadas foram implementadas, o software construído é validado.

- Evolução de Software: Para que continue sendo útil ao cliente, o software precisa evoluir.

Diversas empresas desenvolvem software sem usar nenhum tipo de processo. Comumente isso ocorre devido aos processos tradicionais não serem adequados às realidades das organizações. Em muitos casos, pequenas e médias instituições não possuem recursos suficientes para adotar o uso de processos pesados (SOARES, 2004).

O resultado de uma falta de sistemática na produção de software é baixa qualidade do produto final, dificultando o cumprimento de prazos e custos pré-estabelecidos, tornando praticamente inviável uma futura evolução do software.

Na literatura, encontram-se diversos processos de software definidos. Muitas organizações criam seus próprios processos ou mesmo adaptam algum processo às suas realidades. Dentre os vários processos existentes, existem as metodologias tradicionais, que são orientadas à documentação, e as metodologias ágeis, que procuram desenvolver software com o mínimo de documentação.

Informações adicionais sobre processos tradicionais podem ser obtidas em Fowler (2012), Pressman (2006), IBM (2007), Rational (1998) e SHUJA (2007). Já descrições detalhadas a respeito de metodologias ágeis são encontradas em Schwaber (2009), Beck (2003, 2004), Highsmith (2004) e Microsoft (2011).

2.2 Representação dos Processos

Segundo Taylor e Probst (2003), utilizar linguagem natural para expressar processos não é prudente, pois elas são desestruturadas, ambíguas e não apresentam uma forma consistente de representação. Assim, as ferramentas de gerenciamento de processo fazem uso de linguagens de modelagem específicas para representar processos. Estas linguagens são conhecidas como metamodelos de processos.

Segundo Loja (2011), a fase de definição do processo é apoiada pelas normas gráficas, pois nelas o processo é representado através de um modelo visual. Já as normas de transição proveem suporte à fase de configuração, quando a representação do processo é convertida em uma linguagem de execução. A fase de execução é apoiada pelas normas de execução responsáveis por criar processos que possam ser interpretados e executados pela máquina. Finalmente, a fase de diagnóstico é apoiada pelas linguagens de consulta e análise de processo.

Para se representar um modelo de forma clara e concisa é conveniente que se use notação gráfica. Um metamodelo é responsável por definir a sintaxe de uma notação. O trabalho em questão selecionou, como notação para modelar sistemas orientados a processos, RdPC, que apesar de gráficas, também possuem uma linguagem própria para

transição (CPN-ML), execução e diagnóstico de processos, baseados em simulação de modelos de processos.

Desse modo, as RdPC podem dar subsídio não apenas à representação do processo, como forma de abstração. Estas redes são capazes de executar a definição do processo por meio de uma máquina de orquestração, descrevendo uma sequência de atividades com base em uma configuração específica do modelo de um processo modelado em RdPC, descrevendo tanto aspectos estáticos quanto dinâmicos de um processo.

RdPC é um assunto abordado com maiores detalhes nos Capítulo 3 desta dissertação.

2.3 Adaptação de Processos

O desenvolvimento do trabalho aqui apresentado está inserido no contexto da avaliação de processos adaptados, de forma que seja possível avaliar um processo antes mesmo de sua utilização. Por meio de modelagem e simulação, deseja-se elaborar uma avaliação prévia da eficácia de ações preventivas para mitigar ou eliminar riscos em projetos de desenvolvimento software.

Este trabalho propõe uma melhoria na tese de título “PRiMA: *Project Risk Management Approach*” (FONTOURA, 2006). Esta tese propõe uma abordagem sistemática para gerenciar riscos em projetos de software, por meio da adaptação de processos. Esta abordagem sugere ações preventivas para riscos priorizados em um determinado projeto de software, que são inseridas no processo padrão de uma organização originando o processo específico para o projeto. O trabalho pode ser estendido para novos riscos, padrões e processos, de acordo com as necessidades da organização. É altamente desejável poder simular o processo específico para o projeto, adaptado por PRiMA - antes de seu uso em um projeto real visando avaliar a eficácia das ações preventivas.

3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

A simulação é uma técnica admissível por ocorrer em ambientes em que os experimentos possam se repetir várias vezes sem prejuízo aos atores envolvidos, provocados pelas situações de incerteza, servindo para refinar sistemas existentes e prever o funcionamento dos novos. Ainda, a simulação permite conferir diversas alternativas, analisando cenários futuros, efeitos de mudanças políticas, econômicas e sociais, além de ser capaz de modelar relações lineares e não lineares, bem como fenômenos estocásticos¹.

De acordo com Brustoline e Silva (2007), as ferramentas de simulação permitem representar um sistema real, respeitando todas as regras e condições reais, prevendo o comportamento dos processos e comparando as mais diversas possibilidades sobre diferentes cenários propostos, tendo por conotação parâmetros técnicos e/ou econômicos. Assim, a simulação torna possível o estudo, a análise e a avaliação de inúmeras conjunturas que não poderiam ser conhecidas de antemão fazendo-se uso de outras técnicas. Adotando-se essa prática, a análise da geração de diferentes cenários pode orientar o processo de tomada de decisão, proceder a análises e avaliações de sistemas e propor soluções para a melhoria de desempenho.

A fim de que a simulação seja empregada na área de gerência de riscos (um dos objetivos deste trabalho) é imprescindível que seja realizada, anteriormente, a modelagem do sistema de produção. Assim, a modelagem é a prática para se construir modelos que representem o sistema real e que possibilitem experimentos, enquanto que, a simulação é a técnica utilizada para analisar e validar o modelo em questão, ou seja, a execução de um modelo dá-se o nome de simulação (MELLO, 2007).

Segundo Prado (1999), para obterem-se resultados confiáveis, duas etapas devem ser seguidas: a construção do modelo da situação atual e a inclusão de alterações no modelo da situação atual para refletir a situação futura desejada.

Taviera (1997) define que os principais modelos de simulação são:

- Os determinísticos ou estocásticos, ou seja, quando todas as variáveis do modelo são fixas (determinísticas) ou quando envolvem distribuições de probabilidade;

¹ Fenômenos Estocásticos (ou probabilísticos)–São fenômenos cujos resultados não podem ser previstos com exatidão. Mas pode-se saber qual a probabilidade de que cada resultado se manifeste. Exemplo: o resultado obtido no lançamento de um dado (HAMILTON, 1994).

- Os estáticos ou dinâmicos, ou seja, quando o modelo se altera ou não ao longo do tempo;

- Os discretos ou contínuos, ou seja, quando as alterações de estado do modelo são feitas em pontos do tempo (discretos), ou se desenvolvendo de maneira contínua.

Com base nestas definições, o objeto de estudo classifica-se como um modelo dinâmico, pois pode ser alterado no decorrer do seu tempo de vida. O modelo deve seguir uma lógica para representar o processo, reconhecendo as variáveis de entrada e suas variações estatísticas ao longo do tempo. Assim, através da simulação, serão observados os resultados obtidos e estes serão comparados com os resultados reais do processo, conforme sugerem (FOGARTY; BLACKSTONE Jr. e HOFFMANN, 1991).

3.1 Perspectivas em Modelagem e Simulação

A fim de diminuir o grau de incerteza proveniente de julgamentos subjetivos na área de modelagem e simulação e, conseqüentemente na área de riscos, um dos focos deste trabalho se encontra no ramo da “Teoria de Decisão” (também encontrada na literatura como “Análise de Decisão”) que suporta uma base de apoio à tomada de decisões racionais e consistentes em situações de incerteza. Pela Teoria de Decisão é possível fornecer um conjunto de conceitos e técnicas para apoiar escolhas do gerente de projetos em relação às situações de riscos.

Antes de apresentar a técnica para prover os resultados deste trabalho, com modelagem e simulação, focando exclusivamente na modelagem de processos para avaliar o desempenho de ações preventivas de riscos, pesquisaram-se as direções futuras na área de Modelagem e Simulação.

Sob essa perspectiva, a pesquisa de Liu et al. (2009), serve para indicar direções futuras no que diz respeito à modelagem e simulação em processos de desenvolvimento de software, mais especificamente na área de gestão de riscos. Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que o número de publicações científicas na área de modelagem e simulação cresce gradualmente e, mais especificamente na área de gerência de riscos, está se tornando uma tendência.

Liu et al. (2009) indica que o potencial oferecido pelas técnicas de modelagem e simulação ainda não foi suficientemente explorado e são necessárias mais pesquisas a respeito. Nesse contexto, destaca-se que a simulação híbrida é cada vez mais adotada

para simular riscos de software de gestão. Os softwares que permitem simulação híbrida são aqueles em que as variáveis dependentes podem variar discretamente, continuamente ou continuamente com saltos discretos sobrepostos. Nesse caso, o tempo pode ser discreto ou contínuo. Com estas características esta pesquisa destaca a ferramenta *CPNTools*, adotada por este trabalho para modelar e simular redes de Petri coloridas.

Liu et al. (2009) conclui sua pesquisa afirmando que a maioria das abordagens existentes na área de modelagem e simulação de processos não foram aplicadas para cálculos de riscos reais em práticas de gestão e há a necessidade de mais cooperação dos engenheiros de software nesse tipo de pesquisa. Nesse contexto, sugere-se que há uma lacuna na área de simulação de processos que não foi devidamente preenchida.

A seção 3.2 deste trabalho dedica-se, exclusivamente, à apresentação da ferramentas de modelagem e simulação *CPNTools*, já comentada anteriormente e que será utilizada no decorrer deste estudo.

3.2 Ferramenta *CPNTools*

O desenvolvimento de um modelo simulável para a área de gerência de processos requer uma ferramenta que seja capaz de analisar situações complexas de maneira formal. Pádua et al (2003) afirma que é importante aplicar um certo nível de formalismo na modelagem para diminuir riscos de decisões equivocadas em relação ao projeto do modelo de negócios e muitos dos métodos existentes de modelagem não têm um grau de formalismo suficiente no que se refere à sintaxe e à semântica, trazendo dificuldades para análises complexas dos modelos.

A simplicidade de redes de Petri coloridas, que serão demonstradas na seção 3.2.1 deste trabalho, proporciona participação efetiva dos diferentes especialistas envolvidos e possibilita troca de informações padronizadas entre eles nas diferentes fases do projeto. Outra vantagem é o formalismo que torna a rede de Petri colorida uma poderosa técnica de modelagem na representação dos processos, permitindo a exibição de concorrência, paralelismo, sincronização, não-determinismo e exclusão mútua.

A grande conveniência em utilizar redes de Petri coloridas na modelagem de processos de negócios, entretanto, é a possibilidade de um rastreamento minucioso e não-ambíguo de cada etapa da operação.

Além disso, redes de Petri coloridas possibilitam uma representação matemática formal e disponibilizam mecanismos de análise que tornam possíveis verificar a correção do modelo e checar suas propriedades, diferentemente de outras ferramentas. A deficiência na apresentação visual, que antes poderia ser considerada uma desvantagem no uso da técnica, atualmente está ultrapassada, uma vez que apresentam ambientes e interfaces amigáveis para criação e edição das redes de Petri coloridas.

No meio acadêmico, atualmente, a ferramenta mais utilizada para se trabalhar com RdPC é a *CPNTools*. Por este motivo, adotou-se este recurso como ferramenta de modelagem e simulação para incorporar os estudos desta pesquisa.

CPNTools (Figura 1) é um software que serve para editar, simular e analisar redes de RdPCs e trata-se do resultado do projeto de pesquisa CPN2000, da universidade de Aarhus, patrocinada pelo *Danish National Centre for IT Research (CIT)*, *George Mason University*, *Hewlett-Packard*, *Nokia* e *Microsoft*. Ela pode ser obtida através do endereço [HTTP://www.daimi.au.dk/CPnets/CPN2000/](http://www.daimi.au.dk/CPnets/CPN2000/).

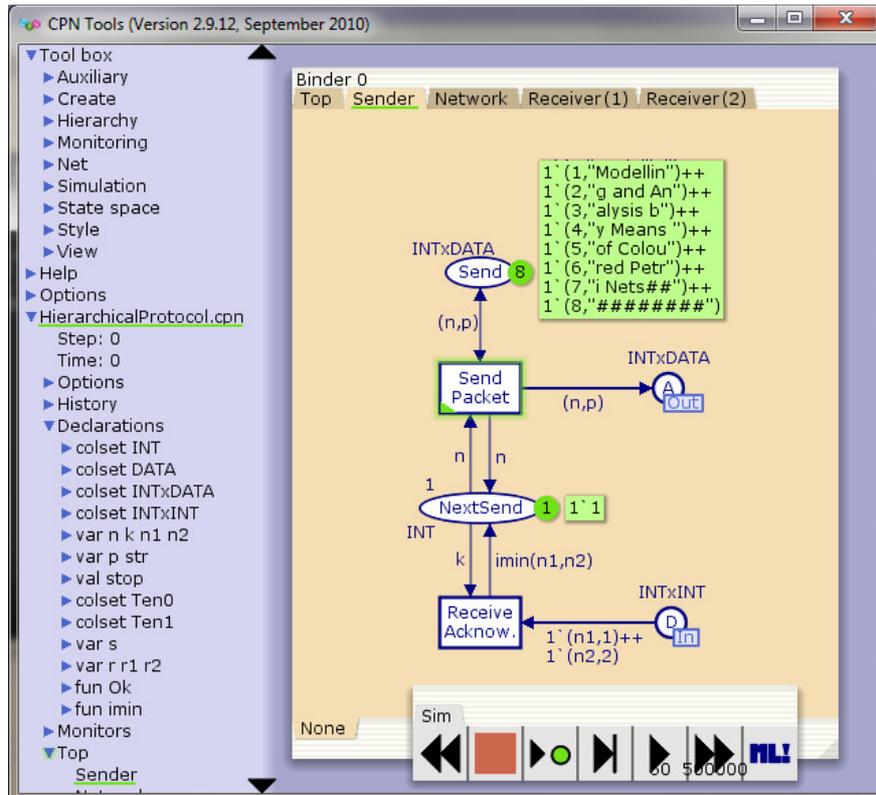


Figura 1- Simulando RdPC com a Ferramenta *CPNTools*

Com base nos estudos previamente estabelecidos, serão adotadas redes de Petri coloridas para o desenvolvimento das próximas etapas deste trabalho.

3.2.1 Redes de Petri

Rede de Petri é uma técnica de descrição formal que faz uso de uma modelagem matemática e gráfica desenvolvida por Carl Adam Petri, com o intuito de representar sistemas concorrentes, controle, conflitos de sincronização e compartilhamento.

Mais informações a respeito de dados históricos de redes de Petri podem ser encontradas em MARRANGHELLO (2005), PETERSON (1977) e MURATA (1989).

Conforme AALST (1998) e YU *et al* (2009), as redes de Petri podem ser utilizadas como um modo de comunicação visual, auxiliando na modelagem de sistemas, de forma similar a fluxogramas, diagramas de blocos e de redes. Além disso, são utilizadas em redes de simulação de atividades dinâmicas e em simulação de sistemas.

Segundo PETERSON (1977), redes de Petri são um poderoso método para descrever e analisar o fluxo de informações e controle de sistemas, principalmente aqueles que apresentam comunicação síncrona, assíncrona, atividades concorrentes e paralelas.

De acordo com KHADKA et al. (2007), redes de Petri suportam simulações de sistemas com simultaneidade em diferentes fases da sua execução.

Diversos trabalhos têm valorizado a estrutura formal das redes de Petri para representar e potencializar a modelagem e a análise de sistemas reais. PÁDUA et al. (2003), OLIVEIRA (2008) e GEHLOT et al. (1985) são boas referências para iniciar um estudo nesse sentido.

Atualmente existem diversas extensões de redes de Petri. Dentre elas, podem-se destacar as coloridas (RdPC), as temporizadas e as estocásticas.

Este trabalho aborda somente redes de Petri coloridas por estas serem capazes de modelar sistemas suficientemente complexos, devido à quantidade de recursos de que dispõem, possibilitando uma redução no tamanho dos modelos.

3.2.2 Redes de Petri Coloridas (RdPC)

Para Yu et al. (2009), redes de Petri são ferramentas de modelagem gráfica e matemática aplicáveis a vários sistemas, mas tendem a aumentar rapidamente de tamanho quando a complexidade dos sistemas estudados é ampliada. Dessa forma, redes de Petri muito grandes tornam-se inconvenientes para uso, tornando-se impraticável a utilização deste recurso para modelagem de sistemas complexos. A fim de solucionar problemas como este, Yu et al. (2009) destaca que é possível reduzir o tamanho do modelo com a utilização de redes de Petri Coloridas (RdPC).

No trabalho de Francês (2003) é possível perceber visualmente a redução do tamanho do modelo por meio da utilização de RdPC através da modelagem da situação clássica de geração de impasse: o jantar dos filósofos. Nessa pesquisa, Francês faz uma comparação entre um modelo em Redes de Petri e outro em Redes de Petri Coloridas. O resultado final é a compactação da rede, demonstrando que RdPC reduzem o tamanho do modelo, diminuindo sua complexidade e tornando a simulação do processo, visualmente, mais compreensível.

Gehlot et al. (2009) propõe redes de Petri coloridas aplicadas à simulação de serviços WEB para que se possa avaliar a simultaneidade, bem como recursos de comunicação e suas restrições, além da qualidade de serviços que possam utilizar tanto comunicação síncrona quanto assíncrona, podendo, ainda, descrever o impacto de aspectos não-funcionais como, por exemplo, a granularidade de serviços. Verifica-se, no trabalho em questão, um grande potencial no que diz respeito à formalização de modelagem e análise de processos de negócio utilizando-se de redes de Petri Coloridas, pois o resolvidor proposto pode ser adaptado.

Kristensen et al. (2004) produziu estudos de Redes de Petri Coloridas e teve bons resultados quanto à formalização e ao planejamento de requisitos em projetos de desenvolvimento de software.

Para encontrar uma técnica capaz de analisar situações complexas de maneira formal, foram adotadas redes de Petri coloridas, pois além de reduzirem o tamanho do modelo, permitem uma formalização de um roteiro de atividades, além de possibilitarem uma maior inserção das características necessárias para a produção de um processo, podendo este ser analisado, facilitando descobertas de problemas ainda na fase de modelagem.

Para um maior detalhamento quanto a definições formais a respeito de redes de Petri coloridas sugere-se os trabalhos de Chiola et al. (1997), Gehlot et al. (2009) e Francês (2003).

3.3 Conversão de Diagramas de Atividades em Modelos RdPC

Um diagrama de atividades pode ser a base fundamental para a modelagem de qualquer tipo de processo e, posteriormente, servir de base para a criação de um fluxo de atividades em RdPC.

Staines (2008) propõe a criação de redes de Petri coloridas por meio de uma transformação mapeada de diagramas de atividades. Em sua pesquisa foram identificados padrões comuns entre a notação de um diagrama de atividades e redes de Petri, fundando-se na premissa de que os diagramas de atividades são baseados na semântica de redes de Petri. Isto permite traduzir intuitivamente diagramas de atividade em notações de redes de Petri.

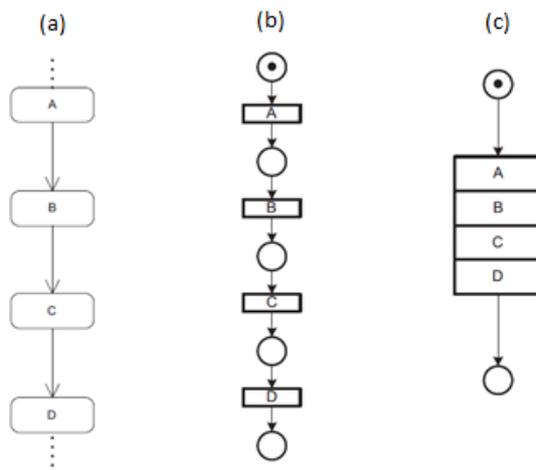


Figura 2 - Ações Sequenciais

Fonte: STAINES, 2008.

O diagrama (a), exibido na Figura 2 corresponde a um processo modelado em um diagrama de atividades. O modelo (b) representa o diagrama de atividades (a) convertido em redes de Petri. O modelo (c) representa o modelo em redes de Petri convertido em redes de Petri coloridas.

De maneira análoga, a pesquisa de Staines (2008) propõe métodos de conversão de diagramas de atividades com ações em Paralelo (Figura 3), tomadas de decisões, convergências e exceções.

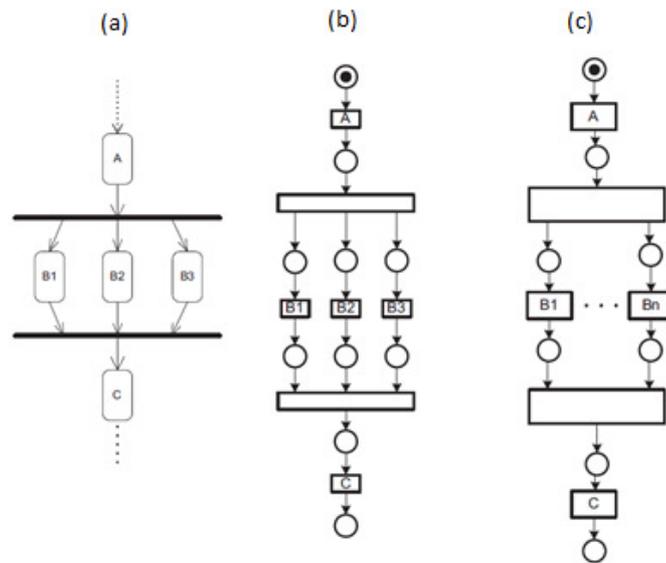


Figura 3 - Ações em Paralelo

Fonte: STAINES, 2008.

Um exemplo de mapeamento de atividades pode ser dado pela transformação do diagrama de atividades do processo padrão da disciplina de requisitos do trabalho de Fontoura (2006), da Figura 4, em RdPC (Figura 5), baseando-se pelo método intuitivo de Staines (2008):

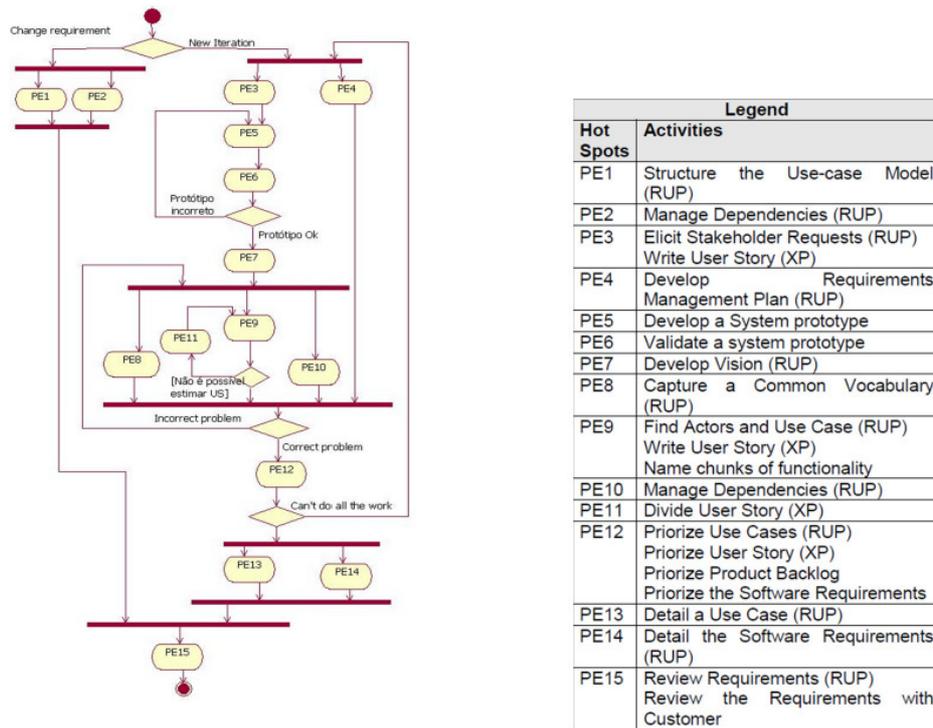


Figura 4 - Diagrama de Atividades da Disciplina de Requisitos

Fonte: FONTOURA, 2006.

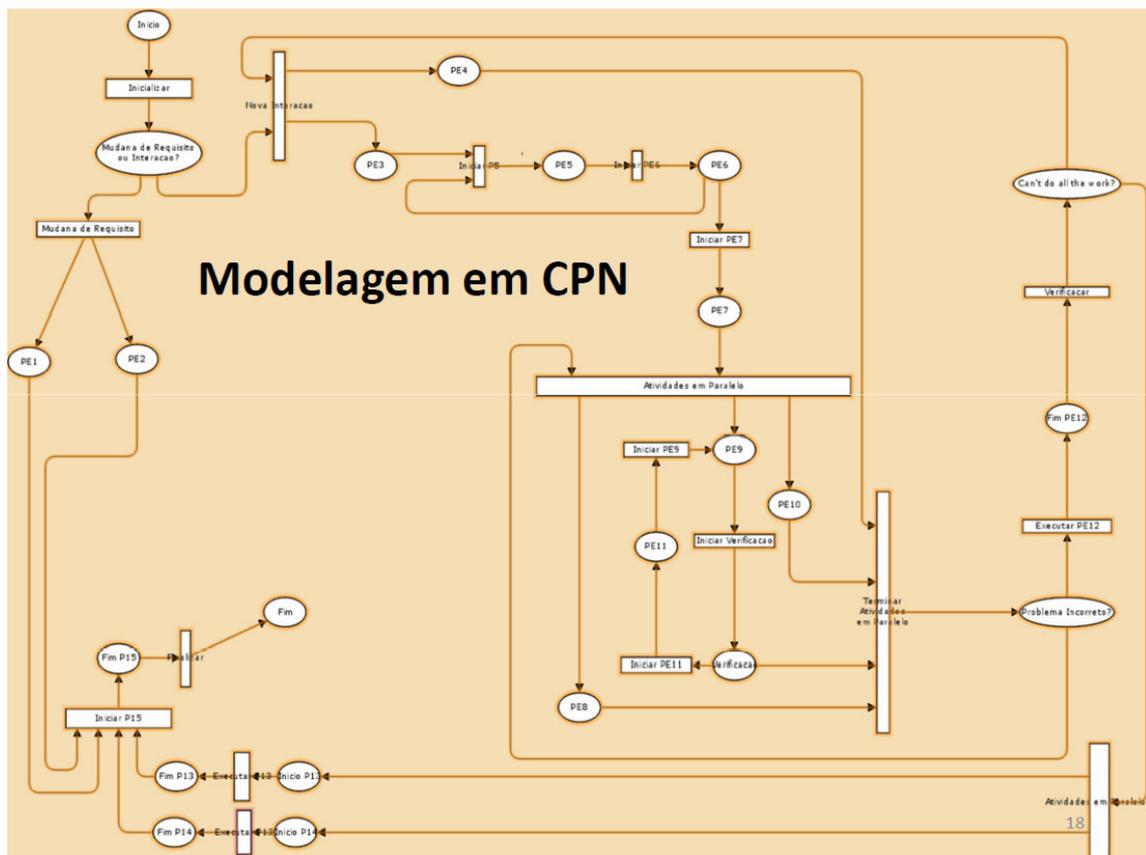


Figura 5 - Modelagem em RdPC do processo padrão da disciplina de requisitos

Esta técnica é aplicada nos modelos de processos construídos em RdPC para este trabalho a fim de facilitar a compreensão da criação de redes de Petri coloridas baseadas no processo padrão da organização.

4 GERÊNCIA DE RISCOS

Desenvolver software é uma atividade complexa, de difícil controle, que envolve diversos fatores que podem ser imprevisíveis, altamente suscetíveis a mudanças constantes em requisitos dos clientes, podendo ainda contar com altos índices de inovações tecnológicas. Todas estas variáveis fazem com que muitos dos projetos da área de desenvolvimento de software excedam o prazo e o orçamento previstos, não atendendo às expectativas do cliente, muitas vezes em diversos aspectos como qualidade e funcionalidades.

Assim, um gerenciamento ativo é de vital importância para o sucesso de qualquer projeto de software. Sabendo-se que em praticamente todo o projeto de software existem incertezas, o gerenciamento de riscos torna-se cada vez mais relevante neste contexto.

Gerenciar riscos significa trabalhar com incerteza, procurando identificar problemas potenciais antes que eles ocorram, com o objetivo de eliminar ou mitigar a probabilidade de ocorrência e o impacto de eventos negativos para projetos, potencializando os resultados da ocorrência de eventos positivos.

Para Sommerville (2003, p. 70) é possível pensar em risco como uma probabilidade de que alguma circunstância adversa realmente venha acontecer.

O PMBOK (2004) define risco como um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto.

Segundo Hall (1998), antes de ocorrer, o risco é apenas uma abstração, podendo ou não afetar o projeto. Gerenciar riscos é o processo de pensar nas ações corretivas antes que os riscos se materializem, enquanto eles são apenas abstrações.

Faz-se necessário gerenciar riscos devido à consciência da existência de fatores internos ou externos em projetos, cujos resultados, ao longo dos seus ciclos de vida, podem alterar os objetivos dos mesmos.

Identificar estes fatores e suas causas é parte fundamental de qualquer metodologia de gestão de riscos. O tipo de risco e sua probabilidade de ocorrência, além do seu impacto podem variar ao longo do ciclo de vida de um projeto, sendo necessário identificar riscos em todas as suas fases.

Segundo Boehm (1989), “Gerentes de Projetos de sucesso foram bons gerentes de risco”. Isso conduz a um conceito de que a gerência de risco deveria estar integrada à prática de todos os gerentes de projetos.

O autor descreveu a gerência de risco como uma prática com dois passos principais: Avaliar Riscos e controlar riscos.

Avaliar riscos é um processo de descoberta para identificar fontes de riscos e avaliar seus possíveis efeitos.

Controlar riscos é o processo de desenvolvimento de planos de resolução de riscos, monitoramento da situação do risco, implementação dos planos de resolução dos riscos e correção dos desvios dos planos.

A Figura 6 mostra os passos de gerência de risco de software descritos por Boehm:

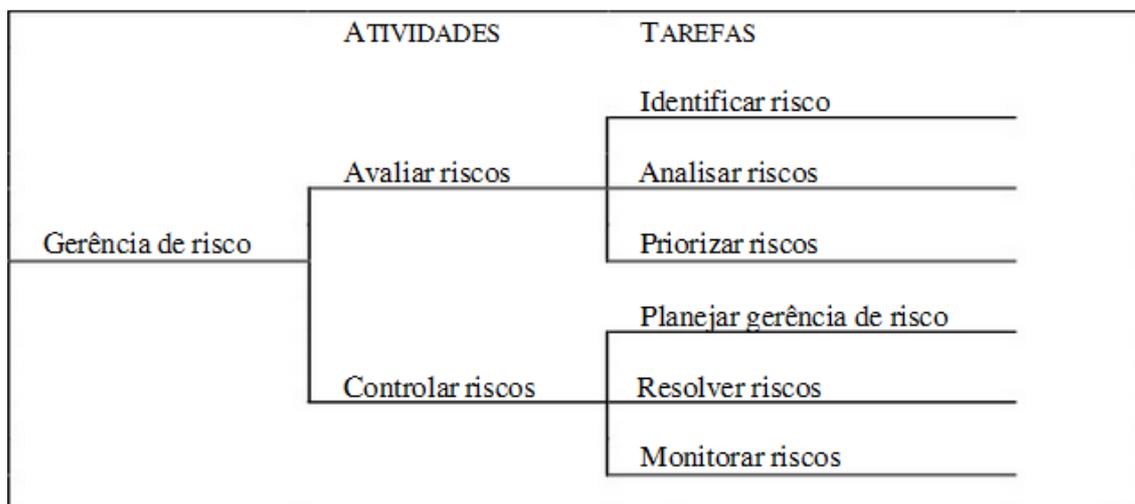


Figura 6 - Passos para gerência de risco de software

Fonte: BOEHM, 1989

4.1 Identificação dos Riscos

Identificar riscos trata-se da atividade inicial de um projeto de software e objetiva um levantamento preliminar de todas as possibilidades de riscos existentes em um projeto. O aspecto mais importante desta atividade é compor uma documentação formalizando os dados coletados.

Pressman (2006) destaca que, em projetos, se pode usar uma *checklist* de itens de risco no auxílio à identificação e alguns subconjuntos de riscos podem ser analisados, como: tamanho do produto, impacto no negócio (riscos associados com restrições impostas pela gerência), características do cliente (riscos associados à sofisticação do

cliente e a forma de comunicação com o desenvolvedor), definição do processo, ambiente de desenvolvimento (qualidades de ferramentas a serem utilizadas em novos produtos), tecnologia para a construção, tamanho e experiência da equipe.

Existe uma ampla variedade de métodos para a identificação de riscos. De acordo com Hall (1995) e PMBOK (2010), pode-se destacar: Entrevistas, Análise Casual, *Brainstorm*, Comparação Análoga, dentre outras. Em Hall (1995), Pritchard (1997) e PMBOK (2010) é possível obter um detalhamento destes métodos.

4.2 Análise de Riscos

A análise de riscos é iniciada somente após os riscos serem identificados, ou seja, quando fatores que podem causar inconformidades forem reconhecidos. Neste passo, riscos da mesma natureza são agrupados e avalia-se a probabilidade de ocorrência e o impacto que cada risco pode causar, quando identificado, classificando-o por grau de criticidade.

Murthi apud Fontoura (2006) propõe uma abordagem de gerência de riscos preventiva, baseada em práticas flexíveis. Nesta abordagem, a equipe identifica, avalia e desenvolve estratégias de mitigação durante o desenvolvimento.

As atividades do processo de análise de riscos são fundamentais para transformar riscos identificados em uma lista de riscos priorizada.

4.3 Priorização dos Riscos

Hall (1998) afirma que os riscos podem ser agrupados por critérios de avaliação. Assim, a priorização de riscos tem por objetivo estabelecer um ranking por grau de criticidade de riscos, em que riscos com exposição mais alta são os primeiros a serem avaliados.

Fontoura (2006) utilizou a técnica de Quantificação da Exposição ao Risco para definir a probabilidade de ocorrência de um resultado não satisfatório ocorrer, bem como calcular a perda associada a esse resultado não satisfatório. Outras técnicas podem ser aplicadas, tais como: árvores de decisão (Render 2010), Metodologia GUT -

Gravidade Urgência e Tendência – (COLENGHI, 2007), além de outras práticas inseridas na teoria de decisão, que será relatada no Capítulo 5.

4.4 Planejamento de Gerência de Riscos

O planejamento de gerência de riscos tem por objetivo a elaboração de um planejamento de como deverão ser gerenciados os riscos identificados qualificados e priorizados para que fiquem sob controle. Nesta etapa elaborase um plano de ação de riscos, que inclui (Hall, 1998):

- Metodologia: Define abordagens, ferramentas e as mais diversas fontes de dados que possam ser utilizadas para executar o gerenciamento de riscos no projeto;

- Funções e Responsabilidades: nomeia pessoas para funções de gerenciamento de riscos e esclarece suas responsabilidades;

- Orçamentação: estima custos necessários para o gerenciamento de riscos, bem como designa recursos para tal;

- Tempo: Define a frequência e o momento em que o processo de gerenciamento de riscos deverá ser executado durante o ciclo de vida do projeto;

- Categorias de risco: trata-se de uma composição que identifica sistematicamente os riscos até um nível consistente de detalhes e contribui para a eficácia e qualidade da identificação de riscos;

- Definições de probabilidade e impacto de riscos: Demarcação de uma matriz de probabilidade e impacto para interpretar e comparar riscos entre projetos. A escala de impacto desta matriz refletirá a importância do impacto, negativa para ameaças ou positiva para oportunidades, em cada objetivo do projeto, quando ocorrer um risco;

4.5 Resolução dos Riscos

A resolução de riscos objetiva definir ações para eliminar a probabilidade de ocorrência de um risco ou minimizar os seus impactos para os objetivos do projeto. Hall (1998) afirma que alternativas de estratégias de resolução de riscos abrangem aceitação, impedimentos, redução ou mesmo transferência de um risco. Cada estratégia deve conter objetivos, restrições e alternativas.

4.6 Monitoramento dos Riscos

O monitoramento de riscos objetiva controlar o progresso do projeto, tendo por base o controle efetivo dos riscos do projeto por meio de ações corretivas, sempre que necessário. Este controle provê informações precisas e contínuas para habilitar a gerência de risco a atuar de forma preventiva a eventos desfavoráveis. Esta atividade proporciona uma melhor compreensão do andamento do projeto por parte de toda a equipe de desenvolvimento.

Nesta etapa, avalia-se a situação corrente para determinar eventuais desvios de planejamento. Se necessário, as estratégias de mitigação de riscos deverão ser alteradas e ações de contingência previamente planejadas deverão ser executadas. A utilização de cronogramas é essencial para a atividade de monitoramento de riscos, pois agendar tarefas para mitigar riscos facilita o acompanhamento do progresso e da eficácia de planos de gerenciamento de riscos (Hall, 1998).

4.7 Contribuições deste Trabalho Para o Gerenciamento de Riscos

Neste trabalho, aplicam-se técnicas de modelagem e simulação auxiliadas pela base teórica da Teoria de Decisão, amparada pelo Teorema de Bayes (abordados no Capítulo 5 desta dissertação) para avaliar ações preventivas de riscos. Auxiliados por uma base histórica de sucessos e insucessos de ações preventivas em projetos de software, busca-se antecipar resultados de ações preventivas de riscos em um processo, tão logo seja possível.

Por meio da simulação, o processo gerência de um projeto pode tornar-se mais confiável quanto à tomada de decisões. Consequentemente consegue-se, após a realização da simulação de um processo, antecipar problemas, a incidência de riscos e, até mesmo, a probabilidade destes ocorrerem.

Quanto a eventuais desvios de planejamento, a utilização da simulação no monitoramento de processos faz com que o gerente de projetos possa visualizar onde o processo deveria estar e comparar com a situação real do projeto.

4.8 Trabalhos com Redes de Petri e Análise de Riscos

Todas as pesquisas encontradas na literatura, baseadas em redes de Petri ou redes de Petri coloridas, que tivessem o foco estabelecido na área de Gerência de Riscos, expuseram resultados da modelagem e simulação baseados nos processos já existentes, ou seja, a partir do processo padrão de cada organização. As pesquisas sugerem a necessidade de efetuar mudanças, quando necessário. No entanto, nem sempre existe uma maneira eficiente de antever os resultados de uma mudança para um projeto em específico, ou seja, avaliar uma ação preventiva que minimize ou mesmo elimine um risco. Nesse sentido, parece haver uma lacuna quanto à avaliação do impacto de ações preventivas de riscos nos ambientes simulados por estes trabalhos.

Sob essas considerações, Vermez et al. (2003) destaca que devido ao potencial das RdPC, estas devem assumir um papel significativo na análise de riscos.

Olizeski et al. (2010), que utilizaram redes de Petri para gerenciar riscos na gestão de projetos agroindustriais. Ao encontrar riscos, sugere uma reestruturação da rede previamente construída, efetuando testes até que os riscos sugeridos pela simulação sejam eliminados. Esta dissertação, ao contrário do trabalho de Olizeski et al. (2010) propõe um método baseado em Teoria de Decisão para antecipar a probabilidade de sucesso de uma ação preventiva para um projeto, eliminando, assim, etapas de um método baseado em tentativa e erro, como Olizeski et al. (2010).

O capítulo 5 desta dissertação explica o critério de avaliação do impacto de ações preventivas de riscos utilizados por este trabalho, que é baseado em Teoria de Decisão.

5 ANÁLISE DE DECISÃO

A Teoria da Decisão é uma abordagem analítica e sistemática para o estudo da tomada de decisão. Existem vários modelos matemáticos úteis para auxiliar profissionais de todas as áreas a tomarem melhores decisões possíveis (RENDER et al., 2010).

Segundo Render et al. (2010), o que faz a diferença entre decisões boas ou ruins passa pelo pressuposto de que uma decisão boa é baseada na lógica, que considera todos os dados disponíveis e as alternativas possíveis e aplica a abordagem quantitativa. É possível que uma boa decisão resulte em uma egressão inesperada ou adversa. Mas se for adotada de modo apropriado, ela ainda é uma boa decisão. Decisões ruins não são baseadas em lógica, não utilizam todas as informações disponíveis, não consideram todas as alternativas e não emprega técnicas quantitativas apropriadas. Se mesmo assim uma decisão ruim for adotada, mas por sorte houver resultados favoráveis, ainda sim será uma decisão ruim. Ainda que decisões boas gerem maus resultados, em longo prazo, usar a teoria da decisão irá gerar resultados bem-sucedidos.

Neste trabalho, a teoria de decisão servirá como base para uma análise probabilística segundo o Teorema de Bayes. Como será apresentado na seção 5.4, a utilização do Teorema de Bayes é justificada pela incorporação de informações adicionais, tão logo elas estejam disponíveis para ajudar a determinar probabilidades revisadas ou posteriores. Isso significa que é possível utilizar dados recentes e então revisar e melhorar probabilidades estimadas em um evento. Como todo o projeto que envolve riscos envolve também decisões, neste caso, o Teorema de Bayes permite, ao gerente de projetos, revisar suas estimativas de probabilidades iniciais ou a *priori*, com base em novas informações, gerando uma nova perspectiva para o projeto em curso e, implicitamente, avaliando o sucesso ou não de ações preventivas de riscos.

5.1 Etapas da Tomada de Decisão

Para Render et al. (2010), há basicamente seis etapas para se tomar uma boa decisão. Essas etapas servem tanto para se construir uma fábrica multimilionária quanto comprar uma nova máquina fotográfica, ou seja, qualquer situação:

Etapa 1: Definir claramente o problema;

Etapa 2: Listar as alternativas possíveis;

Etapa 3: Identificar os possíveis resultados ou estados da natureza;

Etapa 4: Listar o resultado ou lucro de cada combinação das alternativas e saída;

Etapa 5: Selecionar um dos modelos matemáticos da teoria da decisão;

Etapa 6: Aplicar o modelo e tomar a decisão.

Quanto às etapas 5 e 6, destaca-se que a seleção do modelo depende do ambiente em que se está operando e o montante de risco e incerteza envolvidos.

5.1.1 Tipos de Ambiente de Tomada de Decisão

Os tipos de ambientes para uma tomada de decisão variam de acordo com o nível de conhecimento e informação que se tem sobre determinada situação (THOMPSON Jr, 1995).

- Tomada de decisão sob certeza: estado de conhecimento em que o tomador de decisão tem informações completas sobre o problema decisório.

- Tomada de decisão sob incerteza: estado de conhecimento onde o tomador de decisão não está consciente a respeito da totalidade dos planos de ação. Além disso, ele não é capaz de formular probabilidades confiáveis sobre os resultados de cada plano de ação.

- Tomada de decisão sob risco: Estado de conhecimento onde o tomador de decisão está consciente dos planos de ação, mas não tem certeza a respeito dos possíveis resultados.

Este capítulo tratará apenas da tomada de decisão sob o risco, pois é por meio deste tipo de ambiente para tomadas de decisões, que o trabalho se enquadra.

5.2 Tomada de Decisão Sob Risco

A tomada de decisão sob o risco trata situações em que vários estados de natureza podem ocorrer. As probabilidades destes estados são conhecidas (MARGUERON e CARPIO, 2005).

Um dos métodos populares mais conhecidos para a tomada de decisão sob o risco chama-se valor monetário mais alto (ou simplesmente o valor esperado).

5.2.1 Valor Monetário Esperado (VME)

A análise do valor monetário esperado (VME ou EMV) é um conceito estatístico que calcula o resultado médio quando o futuro inclui cenários que podem ocorrer ou não. O VME é calculado multiplicando o valor de cada resultado possível pela sua probabilidade de ocorrência e somando esses produtos (PMBOK, 2010).

Dada uma tabela de decisão com valores condicionais que são valores monetários e probabilidades determinadas para todos os estados da natureza, é possível determinar o valor monetário esperado para cada alternativa. O valor esperado, ou o valor médio, é o valor da média a longo prazo daquela decisão (RENDER et al., 2010).

$$\text{VME (alternativa)} = (\text{resultado do primeiro estado de natureza}) \times (\text{probabilidade do primeiro estado de natureza}) + (\text{resultado do segundo estado de natureza}) \times (\text{probabilidade do segundo estado de natureza}) + \dots + (\text{resultado do último estado de natureza}) \times (\text{probabilidade do último estado da natureza}).$$

Trazendo para a área de riscos no desenvolvimento de software, pode-se criar a seguinte analogia:

Supõe-se que seja possível contabilizar perdas e ganhos financeiros referentes à ocorrência ou não de riscos de atrasos em projetos de desenvolvimento de software. Sob essa perspectiva, a definição de requisitos incorretos causa diversos problemas no tempo final de desenvolvimento de um sistema. Como, geralmente no desenvolvimento de software, tempo relaciona-se diretamente com custo, cogita-se adicionara ação preventiva “criar dicionário de termos padrões” para a atividade de “licitação de requisitos dos *stakeholders*”.

A principal diferença entre uma ação e uma atividade é que uma ação representa uma ação dentro de um fluxo de controle; é atômico, ou seja, não pode ser decomposto em sub-processos. Uma ação não possui ações internas e sua execução é considerada tão rápida que não pode ser interrompida. Uma atividade costuma possuir diversos estados de ação.

Segundo Render et al. (2010), utilizando as etapas da tomada de decisão, tem-se:

1. Definição do problema: necessita-se definir mais claramente os significados dos termos utilizados para nomear conceitos, propriedades, papéis e relações adotadas na conceituação da gestão de conhecimento do projeto.
2. Lista de Alternativas possíveis: gerente de projetos pode decidir-se por (1) construir o dicionário de termos, (2) construir dicionário de palavras informais ou (3) não construir o dicionário de termos.
3. Identificar possíveis resultados ou estados de natureza: existem apenas duas opções possíveis: ou o custo com as horas trabalhadas para a criação de um dicionário compensa, ou não compensa.
4. Listar o resultado ou lucro de cada combinação das alternativas: o custo Homens/hora é de 200 Reais. Em média, dispende-se oito horas de trabalho de quatro *stakeholders* para a criação de um dicionário de dados, totalizando 4.800 Reais em custos. Para a criação de um dicionário com apenas palavras informais se gasta um terço deste valor (1.600 Reais), em média. Dados históricos mostram que a construção de um dicionário com palavras informais (2) diminui o tempo de término de um projeto em 2%. Já a utilização de um dicionário de termos (1) diminui o tempo de término de um projeto em 4%. Supondo que um projeto tenha um orçamento de R\$ 500.000,00, a utilização de um dicionário informal favorece o lucro de 10 mil Reais e a utilização de um dicionário de termos favorece o lucro de 20 mil Reais.

A partir destes dados, chega-se à seguinte tabela de decisão com valores condicionais:

Tabela 1- Tabela de decisão com valores condicionais

Alternativa	Estado da Natureza	
	Havendo Risco (R\$)	Não havendo Risco (R\$)
Construir Dicionário de Termos (1)	20.000	-4.800
Construir dicionário informal (2)	10.000	-1.600
Não fazer nada	0	0

A alternativa com o máximo VME é, então, escolhida. Supondo que a probabilidade de haver riscos é exatamente igual à probabilidade de não haver risco de duplicidade de termos em uma declaração de requisitos; Para isso é preciso supor que

cada estado de natureza tenha 50% de probabilidade de ocorrer. A alternativa que resultará o maior lucro para a empresa é dada pelos seguintes cálculos:

$$\text{VME (dicionário de termos)} = (0,5) (20.000) + (0,5)(-4.800) = \text{R\$ } 7.600,00;$$

$$\text{VME (dicionário informal)} = (0,5) (10.000) + (0,5)(-1.600) = \text{R\$ } 4.200,00;$$

$$\text{VME (não fazer nada)} = (0,5) (0) + (0,5) (0) = \text{R\$ } 0,00.$$

O Maior valor esperado resulta da primeira alternativa, “construir dicionário de termos”.

5.2.2 Valor Esperado da Informação Perfeita

O valor esperado com informação perfeita trata-se do retorno médio ou esperado, a longo prazo, se tivermos a informação perfeita antes que a decisão precise ser tomada. Esse cálculo é elaborado por meio da escolha da melhor alternativa para cada estado da natureza (RENDER et al., 2010).

Valor esperado com a informação perfeita (VEIP):

$$\text{VEIP} = \text{MR1} \times \text{PROB1} + \text{MR2} \times \text{Prob2} + \text{MR3} \times \text{PROB3} + \dots + \text{MRn} \times \text{PROBn}$$

Onde:

MR1 = melhor resultado ou consequência para o primeiro estado de natureza

PROB1 = probabilidade do primeiro estado da natureza;

MR2 = melhor resultado ou consequência para o segundo estado da natureza;

PROB2 = probabilidade do segundo estado da natureza;

MR3 = melhor resultado ou consequência para o terceiro estado da natureza;

PROB3 = probabilidade do terceiro estado da natureza;

MRn = melhor resultado ou consequência para o enésimo estado da natureza;

PROB3 = probabilidade do enésimo estado da natureza.

O valor esperado da informação perfeita, VEIP, é o valor esperado com a informação menos o valor esperado sem a informação perfeita.

$$\text{VEIP} = \text{Valor esperado com informação perfeita} - \text{VME máximo}$$

Utilizando os valores da Tabela 2 e os valores para VME encontrados, é possível calcular o valor máximo esperado pela informação perfeita, ou seja, VEIP. O procedimento para a obtenção desta informação é detalhado a seguir:

1. Melhor alternativa para o estado de natureza “havendo riscos” é “construir um dicionário de termos” com um lucro de 10.000 Reais. A melhor alternativa para o estado da natureza “não havendo riscos” é “nada a fazer”, com uma receita de R\$ 0.

$$VEcIP = (20.000) (0,5) + (0) (0,5) = R\$ 10.000$$

Tendo a informação perfeita, o resultado seria um lucro médio de 5.000 reais.

O VME máximo sem informação adicional é R\$ 7.600. Desse modo, o Valor esperado com a informação perfeita é 2.400 Reais:

$$VEIP = (\text{valor esperado com informação perfeita}) - (\text{VME máximo})$$

$$= 10.000 - 7.600$$

$$= 2.400 \text{ Reais}$$

Portanto, 2.400 Reais seria o máximo que alguém, para este projeto, pagaria por uma informação perfeita.

5.2.3 Análise de sensibilidade

Determinar a melhor decisão com probabilidades conhecidas tornou a criação de um dicionário de termos um ganho para a empresa de 2.400 Reais. A análise de sensibilidade investiga a variação de uma decisão dada alguma mudança nos dados do problema. Segundo RENDER et al. (2010), para investigar o impacto que uma mudança nos valores da probabilidade teria na decisão do Gerente de Projetos, define-se, primeiramente a variável P = probabilidade de haver risco.

Neste caso, a probabilidade de não haver risco deve ser $1 - P$.

$$VME (\text{dicionário de termos}) = R\$ 20.000P - R\$ 4800 (1 - P)$$

$$= R\$ 20000P - R\$ 4800 - R\$ 4800P$$

$$= R\$ 24800P - R\$ 4800$$

$$P = R\$ 4800 / R\$ 24800 = 0,194$$

$$VME (\text{dicionário informal}) = R\$ 5.000P - 2400 (1 - P)$$

$$= 5.000P - 2.400 + 2400P$$

$$= 7400P - 2400$$

$$P = 2.400 / 7.400 = 0,324$$

Os resultados de análise de sensibilidade podem ser dados pela Tabela 2:

Tabela 2 - Tabela de análise de sensibilidade

Melhor Alternativa	Faixa dos valores de P
Nada a fazer	Menor do que 0,194
Construir dicionário de termos	0,194 – 0,324
Construir dicionário informal	Maior do que 0,324

5.3 Estimativa de Valores de Probabilidade Pela Análise Bayesiana

Há diversas maneiras de colher dados de probabilidade para um problema com o relatado na seção 4.3.

Estes dados podem ser estimados por um gerente de projetos, administrador ou por qualquer membro do time de desenvolvimento baseados em experiências e intuições. Estes dados podem derivar de dados históricos ou podem ser calculados de outros dados disponíveis utilizando o Teorema de Bayes (RENDER et al, 2010).

A abordagem do Teorema de Bayes pressupõe que o tomador de decisão não sabe com certeza qual estado da natureza irá ocorrer. Essa abordagem permite ao gerente de projetos revisar suas estimativas de probabilidades iniciais ou a *priori* com base na nova informação. Probabilidades revisadas chamam-se *probabilidades posteriores*, conforme demonstra a Figura 7:



Figura 7- Utilização do procedimento de Bayes (RENDER Et al, 2010)

Em situações normais, uma estimativa de um gerente de projetos pode ser positiva ou negativa. Sob esse aspecto, é possível, após várias estimativas e alguns projetos, elaborar, quantitativamente uma percentagem de acertos quanto à possibilidade da existência de riscos.

Exemplo:

Historicamente, em uma empresa de desenvolvimento de software, quando determinado tipo de risco era eminente, o gerente de projetos obteve sucesso na escolha de uma ação preventiva em 70% dos casos. Em 30% das vezes suas ações preventivas não foram eficazes a ponto de evitar determinado tipo de risco. Por outro lado, quando o risco não era eminente, suas escolhas falharam 20% das vezes.

Tabela 3 - Tabela de confiabilidade da escolha de ação preventiva adequada

Alternativa	Estado da Natureza	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 0,70	P (escolha positiva/EP) = 0,20
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 0,30	P (escolha negativa/EN) = 0,80

Supondo que para um projeto atual, o Gerente de projetos estipule, para o sucesso de uma ação preventiva:

$$P(\text{HR}) = 0,50 \text{ (50\%);}$$

$$P(\text{SR}) = 0,50 \text{ (50 \%)}.$$

Estas probabilidades são chamadas *probabilidades a priori*. São dados baseados na intuição do Gerente.

Com os dados da *priori* definidos, calculam-se as probabilidades revisadas para o sucesso de uma ação preventiva ou a *posteriori*, neste caso.

Segundo Berger (1985), A forma geral do teorema de Bayes é dada por:

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i).P(A_i)}{\sum_{j=1}^N P(B|A_j).P(A_j)}$$

Onde:

A_i é a hipótese cuja probabilidade se quer calcular, dado que o evento B tenha ocorrido;

A_i representa, de uma forma genérica, uma das partições do espaço amostral;

$P(A_i | B)$ é a probabilidade que a hipótese A_i seja verdadeira dada a evidência B;

$P(B | A_i)$ é a probabilidade que a evidência B seja observada se a hipótese A_i for verdadeira;

$P(A_i)$, por dedução, é a probabilidade da hipótese que A é verdadeira na ausência de qualquer evidência específica;

N é o número de hipóteses possíveis.

O modelo bayesiano interpreta a probabilidade de uma proposição como o grau de crença de um agente na veracidade dessa proposição.

Para o problema apresentado, tem-se a seguinte variação:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A).P(A)}{P(B|A).P(A) + P(B|A')P(A')}$$

Onde:

A, B = dois eventos qualquer

A' = complemento de A

A representa a ocorrência de um risco e B representa uma escolha positiva. Substituindo pelos números apropriados nessa equação, obtém-se as probabilidades condicionais, dado que a escolha do gerente de projetos seja positiva:

$$\begin{aligned} P(\text{HR} | \text{Escolha Positiva}) &= \frac{P(\text{escolha positiva} | \text{HR})P(\text{HR})}{P(\text{escolha positiva} | \text{HR})P(\text{HR}) + P(\text{escolha positiva} | \text{SR})P(\text{SR})} \\ &= \frac{(0,70)(0,50)}{(0,70)(0,50) + (0,20)(0,50)} = 0,35/0,45 = 0,78 \end{aligned}$$

Esta informação sugere que probabilidade de haver sucesso em uma escolha, se esta for positiva, quanto ao uso de uma ação preventiva, caso o risco ocorra, é de 78%.

$$\begin{aligned} P(\text{SR} | \text{Escolha Positiva}) &= \frac{P(\text{escolha positiva} | \text{SR})P(\text{SR})}{P(\text{escolha positiva} | \text{SR})P(\text{SR}) + P(\text{escolha positiva} | \text{HR})P(\text{HR})} \\ &= \frac{(0,20)(0,50)}{(0,20)(0,50) + (0,70)(0,50)} = 0,10/0,45 = 0,22 \end{aligned}$$

Esta informação sugere que probabilidade de haver sucesso em uma escolha, se esta for positiva, quanto ao uso de uma ação preventiva, caso o risco não ocorra, é de 22%.

O denominador (0,45), nos cálculos acima, representa uma escolha positiva quanto à utilização ou não de uma ação preventiva.

Uma outra possibilidade para realizar estes cálculos é utilizar uma tabela de probabilidades como mostra a Tabela 4:

Tabela 4 - Tabela revisões das probabilidades, dado uma escolha positiva

Estado de Natureza	Probabilidade Condicional P(pesquisa positiva/estado de natureza)	Probabilidade a Priori	Probabilidade conjunta	Probabilidade Posterior ou a Posteriori
HR	0,70	X 0,50	= 0,35	0,35/0,45 = 0,78
SR	0,20	X 0,50	= 0,10	0,10/0,45 = 0,22
			= 0,35 + 0,10 = 0,45	0,78 + 0,22 = 1,00

$$P(\text{HR} \mid \text{Escolha Negativa}) = \frac{P(\text{escolha negativa} \mid \text{HR})P(\text{HR})}{P(\text{escolha negativa} \mid \text{HR})P(\text{HR}) + P(\text{escolha negativa} \mid \text{SR})P(\text{SR})}$$

$$= \frac{(0,30)(0,50)}{(0,30)(0,50) + (0,80)(0,50)} = 0,15/0,55 = 0,27$$

Esta informação sugere que probabilidade de haver sucesso em uma escolha, se esta for negativa quanto ao uso de uma ação preventiva, caso o risco ocorra, é de 27%.

$$P(\text{SR} \mid \text{Escolha Negativa}) = \frac{P(\text{escolha negativa} \mid \text{SR})P(\text{SR})}{P(\text{escolha negativa} \mid \text{SR})P(\text{SR}) + P(\text{escolha negativa} \mid \text{HR})P(\text{HR})}$$

$$= \frac{(0,80)(0,50)}{(0,80)(0,50) + (0,30)(0,50)} = 0,40/0,55 = 0,73$$

Esta informação sugere que probabilidade de haver sucesso em uma escolha, se esta for negativa quanto ao uso de uma ação preventiva, caso o risco não ocorra, é de 73%.

Nestes cálculos, o denominador 0,55 é a probabilidade de uma escolha ser negativa.

As probabilidades a *posteriori* fornecem estimativas para cada estado da natureza se os resultados da escolha forem positivos ou negativos. A probabilidade inicial para a utilização de uma ação preventiva, com sucesso era de 50%. Agora sabe-se que a probabilidade de obter sucesso com a escolha desta ação é de 78%. A probabilidade de obtenção de sucesso na escolha da ação preventiva é de 27% se a escolha da ação preventiva for negativa.

6 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE AÇÕES PREVENTIVAS DE RISCOS

As RdPCs, além de suportarem o modelo a ser simulado, viabilizam a simulação do fluxo do processo, podendo-se, assim, efetuar cálculos probabilísticos em cada atividade modelada na rede.

Os cálculos probabilísticos, neste trabalho são efetuados a cada presença de uma ação preventiva num modelo de RdPCs, utilizando-se do Teorema de Bayes, explicado na seção 5.4. A utilização do Teorema de Bayes é justificada pela incorporação de informações adicionais, tão logo elas estejam disponíveis para ajudar a determinar probabilidades revisadas ou posteriores. Isso significa que é possível utilizar dados recentes e então revisar e melhorar probabilidades estimadas em um evento. Como todo o projeto que envolve riscos envolve também decisões, neste caso, o Teorema de Bayes permite, ao gerente de projetos, revisar suas estimativas de probabilidades iniciais ou *a priori*, com base em novas informações, gerando uma nova perspectiva para o projeto em curso e, implicitamente, avaliando o sucesso ou não de ações preventivas de riscos.

A acurácia de utilização do Teorema de Bayes para avaliar qualquer tipo de tomada de decisão passa pela manutenção de alguns elementos específicos extraídos de outros projetos organizacionais, como:

- a) Disponibilidade de dados históricos para avaliação de projetos passados;
- b) Aplicação de técnicas de coletas de dados, tais como avaliação de vulnerabilidade, análise de fluxo de dados, dados, informações de controle de acesso, etc;
- c) Aplicação de ferramentas adequadas de análise estatística para caracterizar os dados atuais, em comparação com dados históricos (Teorema de Bayes);
- d) Aplicação de uma combinação de análise estatística e de processo, a partir de RdPCs, para determinar os riscos, suas ações preventivas e as probabilidades de risco após estas ações terem sido aplicadas;
- e) Atualizar o status atual do projeto em comparação com o status histórico de projetos anteriores;

Ainda que a avaliação de cada tipo de ação preventiva tenha suas peculiaridades, há diversos aspectos comuns. De maneira geral, é necessário identificar características comuns entre as ações preventivas de riscos adotadas em projetos anteriores com as

características de ações que estão sendo avaliadas num projeto atual qualquer, medir essas características, analisar os resultados das medições, concluir sobre a necessidade de ajustes, estabelecer ações para tratar os problemas e acompanhá-las até suas efetivas conclusões.

Sob essa perspectiva é de extrema importância capturar um conceito comum envolvido no domínio do tipo de risco para cada ação preventiva, identificando atividades de diferentes processos e catalogando-as quando houver conceitos importantes em comum. Por meio desta percepção é possível pensar em uma mineração de dados baseados na experiência de projetos realizados no passado.

Para isto deve-se ter em mente que avaliar um processo adaptado não é uma atividade trivial. Algumas perguntas podem deixar mais clara a veracidade desta afirmação:

- 1) Como avaliar o sucesso de uma ação preventiva antes mesmo de ela ter sido adotada?
- 2) Como prever a inutilidade de uma ação preventiva quando um risco não necessariamente tem chance de ocorrer?
- 3) Como saber se uma ação preventiva é eficaz, por meio de projetos anteriores, já que um risco pode não ocorrer, mesmo que não seja utilizada uma ação preventiva? Assim, como minerar dados probabilísticos para avaliar uma ação preventiva?

Esta pesquisa visa responder essas perguntas. Talvez a pergunta mais simples de ser respondida seja a de como minerar dados probabilísticos para avaliar uma ação preventiva. Para isto é possível fazer uma analogia com a Resolução nº 277, de 28 de maio de 2008, da legislação brasileira, que dispõe sobre o transporte de menores de 10 anos e a utilização do dispositivo de retenção para o transporte de crianças em veículos. Esta resolução, teoricamente, procura minimizar riscos aos usuários em casos de colisão ou de desaceleração repentina do veículo, limitando o deslocamento do corpo da criança com idade até sete anos e meio, por meio da utilização da “cadeirinha”.

Segundo dados de 2011, do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), o uso obrigatório da “cadeirinha” diminuiu em 41,18% o índice de mortes de crianças com até sete anos e meio no primeiro semestre de 2011, em comparação com o mesmo período de 2010, ano em que a resolução tornou-se obrigatória. Ou seja, foram minerados dados antes e depois da aplicação de uma ação preventiva.

É possível criar uma analogia no ambiente de desenvolvimento de software. No entanto, a mineração de dados não é tão trivial como o exemplo do uso da cadeirinha. Isto porque para minimizar ou eliminar completamente a existência de um risco, um gerente de projetos pode utilizar várias ações preventivas. Por este motivo, é de extrema importância classificar os tipos de riscos, priorizá-los e, após, definir as ações preventivas a serem adotadas. Assim, identifica-se o impacto da existência ou não de ações preventivas em projetos passados, verificando se ainda sim, o risco existiu ou não.

Esta avaliação impacta num índice de acerto decisório de um gerente para cada tipo de prevenção de riscos. Desse modo, os dados devem ser minerados da seguinte forma:

- Projetos em que não existam preventivas, mas que haja registro de acontecimento de riscos;
- Projetos em que não existam ações preventivas, mas que os riscos não tenham acontecido;
- Projetos em que existam ações preventivas, mas que os riscos tenham acontecido;
- Projetos em que existam ações preventivas, mas que os riscos não tenham acontecido.

Como a utilização ou não de um ato de prevenção passa muito pela experiência de quem o aplica, o ato de avaliar o sucesso de uma ação preventiva passa muito pela avaliação da tomada de decisão de um Gerente de Projetos. A seção 5.4 deste trabalho mostra uma maneira básica de como é possível calcular a probabilidade de sucesso de uma ação preventiva utilizando o Teorema de Bayes. Assim, a análise Bayesiana pode ser utilizada para revisar ou atualizar valores probabilísticos usando as probabilidades *a priori* ou outras probabilidades relacionadas à precisão da fonte de informação.

Para se identificar os pontos de uma incursão de ação preventiva em um projeto de desenvolvimento de software, faz-se necessário que se conheça bem todo o processo de desenvolvimento. O não conhecimento do processo pode reproduzir resultados não compatíveis com a realidade. Assim, é necessário identificar todos os dados necessários sobre o processo a ser executado. Esse é o primeiro passo a ser realizado quando se deseja realizar adaptações que possam interferir nos prazos, custos e até na qualidade do produto final. Um modelo deve reproduzir dados referentes às atividades que compõem o processo, suas condições de início, finalização, regras para sua execução, documentos manipulados em cada atividade, aplicações a serem utilizadas, entre outros.

A partir de um modelo padrão adotado para cada projeto da organização, adapta-se o processo de tal forma que haja incursões de ações que previnam ou, ainda, minimizem

o impacto quando haja a ocorrência de um risco. Nesse contexto, a utilização de modelagem torna-se fundamental para este trabalho.

Já que modelagem possibilita uma melhor visualização de um processo como um todo, a prática da simulação antecipa resultados e perspectivas futuras em um projeto. Mais especificamente na área de riscos, pode tornar o processo de decisão quanto à utilização ou não de uma ação preventiva mais ágil, auxiliando, também, o modelo final do processo adaptado.

6.1 Modelagem de Processos e Processos Adaptados

Em muitas organizações há uma parte separada e identificável da função produção, que é dedicada exclusivamente ao gerenciamento da qualidade. Em geral, bens e serviços de alta qualidade podem dar a uma organização considerável vantagem competitiva.

Mesmo quando uma operação de software é projetada e suas atividades planejadas e controladas, a tarefa do gerente de projetos não está acabada. A busca pela melhoria contínua dos processos de software é uma atividade contínua na gestão de projetos. Deve-se buscar resultados cada vez melhores. Neste contexto, os processos de controle de qualidade de processos, que meçam de forma mais eficaz o desempenho da organização, cumprem um papel bastante relevante.

Assim, o planejamento eficiente de qualquer organização exige um conhecimento amplo dos processos que ela realiza para que o gerenciamento dos fluxos de recursos ocorra da melhor forma possível. Por meio de um amplo conhecimento da visão de processos, é possível consolidar a aplicação de técnicas de adaptação.

Adaptar um processo pode ser uma tarefa complexa e trabalhosa, envolvendo a seleção, elaboração e combinação de técnicas e processos. As características e necessidades do projeto devem ser muito bem compreendidas e, nesse sentido, torna-se indispensável à pesquisa de abordagens sistemáticas e ferramentas que apoiem o projetista de processos a executar este trabalho (FONTOURA, 2006).

A modelagem de processos é suportada por diferentes métodos que, por sua vez, estão condicionados ao objetivo de modelagem. O conjunto de informações a ser levantado, o nível de detalhamento dos modelos, a ferramenta a ser utilizada, a forma de

condução da modelagem, entre outros aspectos, podem ser definidos a partir dos fins da modelagem dos processos.

No âmbito deste trabalho, a modelagem de processos é uma forma de representar e, conseqüentemente, compreender a realidade analisada, isto é, o conjunto de processos para controlar riscos. Busca-se, então, aplicar uma metodologia de modelagem para a geração dos modelos, de modo que os mesmos sirvam como instrumento de análise e proposição de melhorias. Espera-se, portanto, utilizar os conceitos, ferramentas e métodos da Engenharia de Processos como forma de representar e contribuir às atividades de melhoria realizadas por um controle de qualidade.

Em geral, o mapeamento de processos gera benefícios diretos para uma organização. Dentre eles destaca-se um maior conhecimento dos processos realizados, não apenas pelos profissionais, como também pela organização como um todo, áreas específicas que podem vir a contribuir diretamente para um melhor desempenho, demonstrado em trabalho de Biasoli e Fontoura (2011).

6.2 Simulação de Modelos de Decisão em Processos Adaptados Utilizando Redes de Petri Coloridas

Conforme já mencionado, para que seja possível chegar a dados próximos da realidade, é indispensável que uma organização possua uma boa base de dados históricos de projetos anteriores, que possam ser classificados e utilizados como referências em projetos futuros. Dessa forma, deve ser possível abastecer um algoritmo probabilístico de modo que se possa identificar os dados mais favoráveis.

A primeira coisa a ser feita possuindo uma base histórica de dados é classificar o tipo de risco que se deseja minimizar ou eliminar, por meio de uma priorização de riscos.

É possível que uma organização não possua dados tão detalhados de projetos anteriores, a ponto de saber se houve ou não uma falha pela decorrência ou não de uma ação preventiva. O que se pode elaborar é uma investigação baseada na revisão final de cada projeto, a ponto de validar a existência ou não de duplicidade ou informalidade nas informações dos requisitos, por exemplo.

Supondo que dos vinte (20) projetos elaborados por uma organização, em dez (10) deles o gerente de projetos tenha optado pela não utilização de um dicionário de termos. Nos outros dez (10), tenha optado pelo emprego do dicionário.

Utilizando-se das informações da seção 5.4, supõe-se que a opção do gerente de projetos pela utilização de tal ação preventiva tenha obtido sucesso em 70% das vezes, ou seja, em sete projetos. Nas outras 30% das vezes em que utilizou tal recurso, o risco foi eminente, pois o dicionário não foi suficiente para eliminar algumas duplicidades nos requisitos.

Por outro lado, quando o risco não se mostrou aparente, a escolha do gerente de projetos pela não utilização da ação preventiva falhou em 20% das vezes, ou seja, o gerente obteve sucesso em oito projetos, sem que houvesse problemas quanto à duplicidade de informações provocada pela falta de um dicionário de termos.

O exemplo citado da seção 5.4 caracteriza o cálculo das probabilidades de sucesso quanto à utilização da ação preventiva “glossário de termos padrões para a declaração de requisitos” à atividade “elicitação de requisitos dos *stakeholders*”.

O que se deseja saber é se uma dada ação preventiva é realmente necessária para um projeto atual, levando-se em consideração dados históricos e a perspectiva do gerente de projetos para o projeto corrente.

Um ponto importante a ser considerado é o fato de que em gerência de riscos é aceitável admitir que mesmo após uma ação preventiva para mitigação ou eliminação de um risco, este ainda pode continuar existindo.

É claro que para modelar todo o processo de software de uma organização há muitas ações preventivas a serem avaliadas e modeladas. No entanto, para efeito de entendimento, adotar-se-á apenas a modelagem de uma parte do processo padrão da organização, nesta seção, até por não se tratar de um estudo de caso e sim de um exemplo.

Como via de exemplificação, em um ambiente experimental, pode-se resumir basicamente que o processo de desenvolvimento da atividade de um plano de requisitos resume-se ao diagrama de atividades demonstrado na Figura 8:

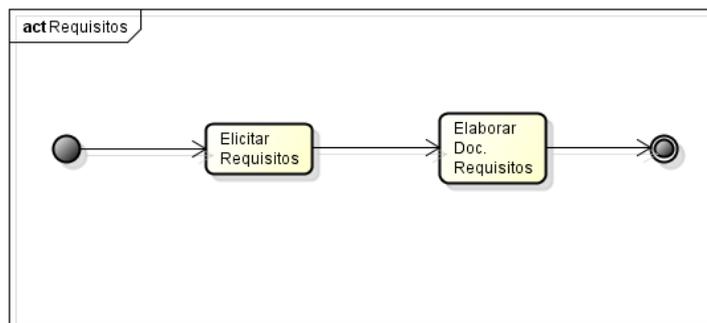


Figura 8- Diagrama de atividades da disciplina desenvolvimento do plano de requisitos

A elaboração inicial de um diagrama de atividades deve ser um esforço do gerente de projetos. Isso o torna confiante e comprometido com o andamento do processo padrão da empresa.

Ao elaborar um diagrama de atividades, pode-se escolher uma ferramenta de apoio para monitorar, inspecionar e, até mesmo validar o processo de desenvolvimento, permitindo adaptá-lo, quando forem identificadas necessidades de melhorias. Muitas ferramentas estão disponíveis no mercado. Nenhuma é perfeita, por cada projeto ser único por natureza. Neste trabalho utilizou-se RdPC.

O diagrama de atividades da Figura 8 representa uma forma muito simplificada do desenvolvimento de um plano de requisitos. Segundo Pressman (2006), entender os requisitos de um problema está entre as tarefas mais difíceis enfrentadas por um engenheiro de software.

No processo de gerenciamento de requisitos, deve-se ter em mente que mesmo que os clientes e usuários finais sejam explícitos quanto às suas necessidades, essas vão se modificar ao longo do projeto. A engenharia de requisitos é difícil (PRESSMAN, 2006).

Nesse sentido, é preciso que sejam adotadas estratégias para que os projetos sejam elaborados em conformidades com as ações previstas durante o processo de elaboração. Assim, implementam-se ações para eliminar causas de possíveis não conformidades, defeitos ou outras situações indesejáveis, a fim de prevenir sua ocorrência (NBR ISO 8402).

Voltando ao exemplo da seção 5.4 (criação de um dicionário de termos), pretende-se demonstrar como avaliar o uso de determinada ação preventiva utilizando-se modelagem e simulação com redes de Petri coloridas.

A criação de um dicionário de termos pode representar a compreensão dos significados mais variados, expressões e palavras usadas pelos envolvidos no desenvolvimento de um planejamento de requisitos. Trata-se de uma coletânea de

expressões que podem ser usadas para evitar interpretações de duplo significado, podendo levar um projeto a ser desenvolvido com inconformidades quanto à expectativa de um cliente.

Aplicando-se esta ação ao processo padrão da organização, o diagrama de atividades da Figura 8, que demonstra o processo de criação de um plano de requisitos, pode ser substituído pelo diagrama da Figura 9:

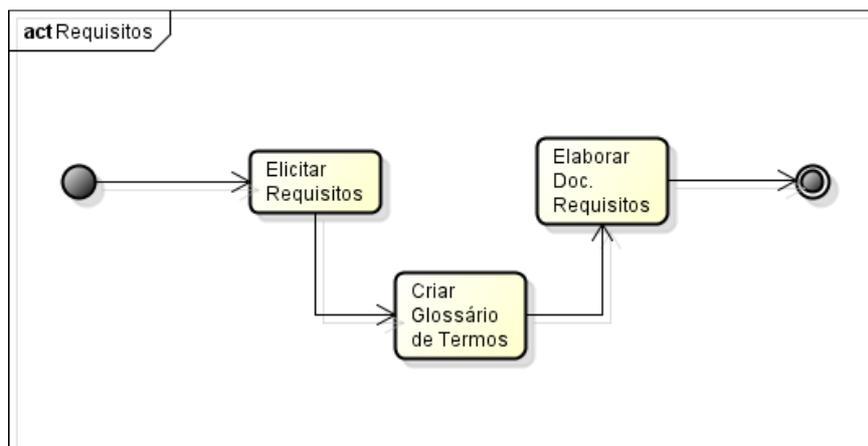


Figura 9 - Diagrama de atividades da disciplina de desenvolvimento do plano de requisitos adaptado com o processo de criação de um dicionário (glossário) de termos

O fluxo do processo é de fácil compreensão. Devido a isso, o recurso será utilizado como base para a modelagem do processo de uma rede de Petri colorida para a ação discutida.

Nesta etapa de desenvolvimento, faz-se uso da ferramenta *CPNTools* versão 3.0.3, já apresentada na seção 3.2 deste trabalho.

Na RdPC da Figura 10, foram utilizados os recursos apresentados nas seções 3.3 desta pesquisa. Os lugares que representam atividades do processo foram chamados de “Disciplina”. Para se diferenciar uma disciplina de uma ação preventiva, alguns lugares recebem valores diferentes para cada tipo de ação preventiva. Neste exemplo, demonstra-se o estado “Glossario”. Esse tipo de ação preventiva recebeu marcações para que fosse possível avaliar os riscos para um determinado projeto, em específico, durante o seu andamento.

Como um estado, em RdPC não pode ser do tipo decimal, truncaram-se as probabilidades utilizando-se números inteiros.

No modelo, cada mudança de estado de uma disciplina ou ação preventiva é representada por transições. Assume-se que seja possível executar ações preventivas em

paralelo, bem como qualquer outro estado que seja implementado em paralelo na rede. Neste caso, se pode destacar o cálculo da probabilidade de sucesso de utilização de uma ação preventiva quando o risco ocorrer e o cálculo da probabilidade de sucesso de utilização de uma ação preventiva quando um risco não ocorrer, já apresentadas na seção 5.4.

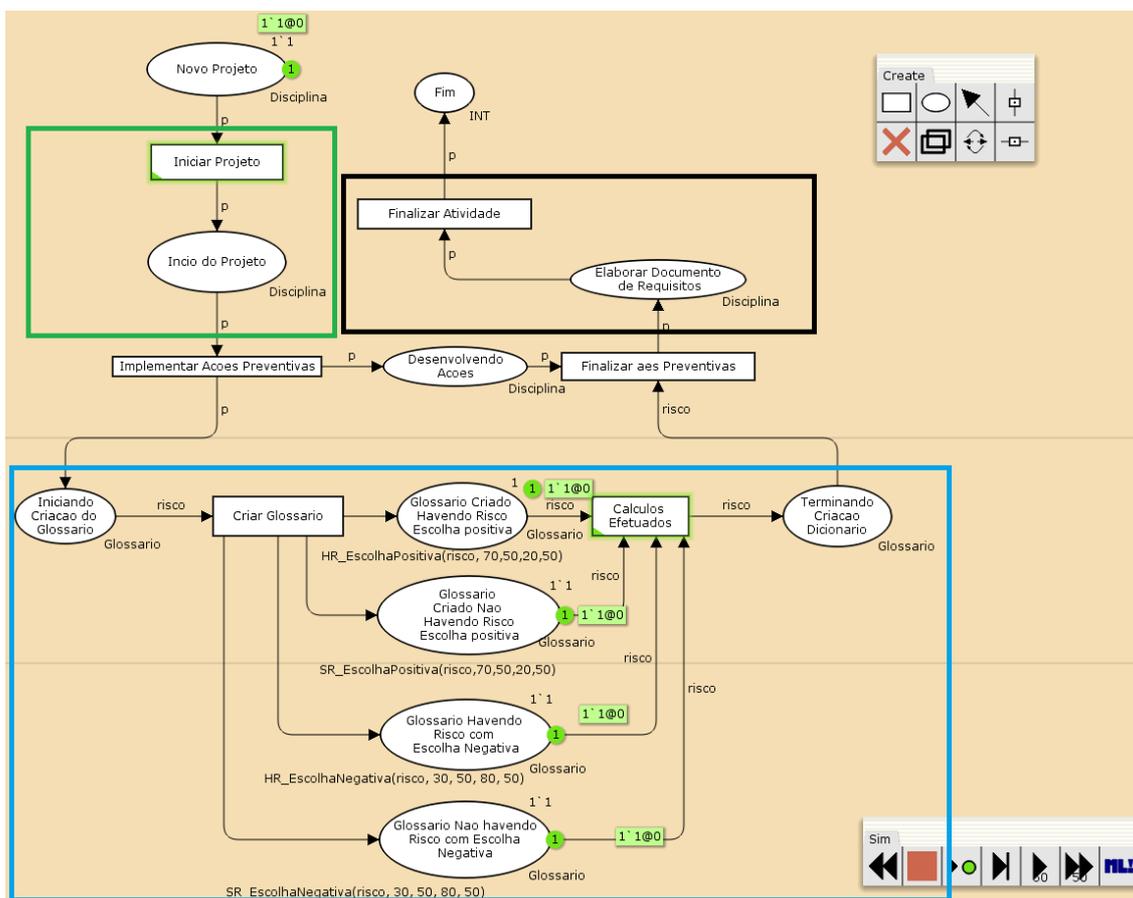


Figura 10 - Modelo adaptado em redes de Petri coloridas

Ao se comparar a Figura 9 com o diagrama de atividades representado pela figura 10, é possível observar, de maneira intuitiva, a conversão do diagrama para um modelo em RdPC, bem como demonstrado no trabalho de Staines (2008).

Uma particularidade, em relação à ação preventiva é que houve a criação de quatro estados:

- “Glossario Criado Havendo Risco Escolha Positiva”;
- “Glossario Criado Nao Havendo Risco Escolha Positiva”;
- “Glossario Havendo Risco com Escolha Negativa”;
- “Glossario Não Havendo Risco com Escolha Negativa”;

Estes estados foram criados, para que se pudesse modelar a análise bayesiana de tal forma que na representação gráfica em RdPC fosse possível efetuar e mostrar a análise probabilística.

Na Figura 10, o retângulo verde representa a ação “Iniciar Projeto”, do diagrama de atividades da Figura 9. O retângulo preto representa a ação “Elaborar Documento de Requisitos”. E, por fim, o retângulo azul representa a ação “Criar Glossário de Termos” do diagrama de atividades da Figura 9, modelado em redes de Petri coloridas.

Sob esses aspectos, Para explicar a RdPC da Figura 10, tem-se que ma transição é dita habilitada para ocorrer quando:

- i) For possível associar valores às variáveis das expressões dos arcos conectados à transição;
- ii) Sua guarda é avaliada como verdadeira.

Sabendo-se que:

$$1. P(HR | Escolha Positiva) = \frac{P(\text{escolha positiva} | HR)P(HR)}{P(\text{escolha positiva} | HR) P(HR) + P(\text{escolha positiva} | SR)P(SR)}, \text{ a}$$

função “HR_EscolhaPositiva (a, b, c, d, e)” recebe os seguintes parâmetros:

- a) Variável que armazenará o cálculo probabilístico (risco) real para o projeto, em específico;
- b) Probabilidade de escolhas positivas em situações similares havendo riscos;
- c) *Priori*, havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;
- d) Probabilidade de escolhas positivas em situações similares não ocorrendo riscos;
- e) *Priori*, não havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;

$$2. P(SR | Escolha Positiva) = \frac{P(\text{escolha positiva} | SR)P(SR)}{P(\text{escolha positiva} | SR) P(SR) + P(\text{escolha positiva} | HR)P(HR)}, \text{ a}$$

função “SR_EscolhaPositiva (a, b, c, d, e)” recebe parâmetros idênticos a P(HR | Escolha Positiva):

- a) Variável que armazenará o cálculo probabilístico (risco) real para o projeto, em específico;
- b) Probabilidade de escolhas positivas em situações similares havendo riscos;
- c) *Priori*, havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;

- d) Probabilidade de escolhas positivas em situações similares não ocorrendo riscos;
- e) *Priori*, não havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;

$$3. P(HR \mid \text{Escolha Negativa}) = \frac{P(\text{escolha negativa} \mid HR)P(HR)}{P(\text{escolha negativa} \mid HR)P(HR) + P(\text{escolha negativa} \mid SR)P(SR)}$$

a função “HR_EscolhaNegativa (a, b, c, d, e)” recebe os seguintes parâmetros:

- a) Variável que armazenará o cálculo probabilístico (risco) real para o projeto, em específico;
- b) Probabilidade de escolhas negativas em situações similares havendo riscos;
- c) *Priori*, havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;
- d) Probabilidade de escolhas negativas em situações similares não ocorrendo riscos;
- e) *Priori*, não havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;

$$4. P(SR \mid \text{Escolha Negativa}) = \frac{P(\text{escolha negativa} \mid SR)P(SR)}{P(\text{escolha negativa} \mid SR)P(SR) + P(\text{escolha negativa} \mid HR)P(HR)}$$

a função “SR_EscolhaNegativa(a, b, c, d, e)” recebe, por parâmetro, os seguintes valores (respectivamente):

- a) Variável que armazenará o cálculo probabilístico (risco) real para o projeto, em específico;
- b) Probabilidade de escolhas negativas em situações similares havendo riscos;
- c) *Priori*, havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;
- d) Probabilidade de escolhas negativas em situações similares não ocorrendo riscos;
- e) *Priori*, não havendo riscos, pressupondo a experiência do gerente de projetos para o projeto atual;

Os cálculos probabilísticos são armazenados nas marcações dos estados relativos às ações preventivas. No exemplo desta seção, os estados “Glossario Criado Havendo Risco Escolha positiva”, “Glossario Criado Não Havendo Risco Escolha Positiva”, “Glossario Havendo Risco com Escolha Negativa” e “Glossario Não havendo Risco com Escolha Negativa” recebem os valores probabilísticos calculados, podendo

armazenar valores, como por exemplo, o tempo total de criação de um glossário, a fim de simular o tempo final de execução de todo o processo.

As atividades são modeladas de acordo com a quantidade de ações preventivas a serem simuladas, para que se possa calcular a probabilidade de sucesso destas.

O modelo inicia sua simulação com a eleição de um novo projeto a ser desenvolvido. As atividades são iniciadas e deseja-se desenvolver um novo plano de requisitos para este projeto, como pode ser visto na Figura 11:

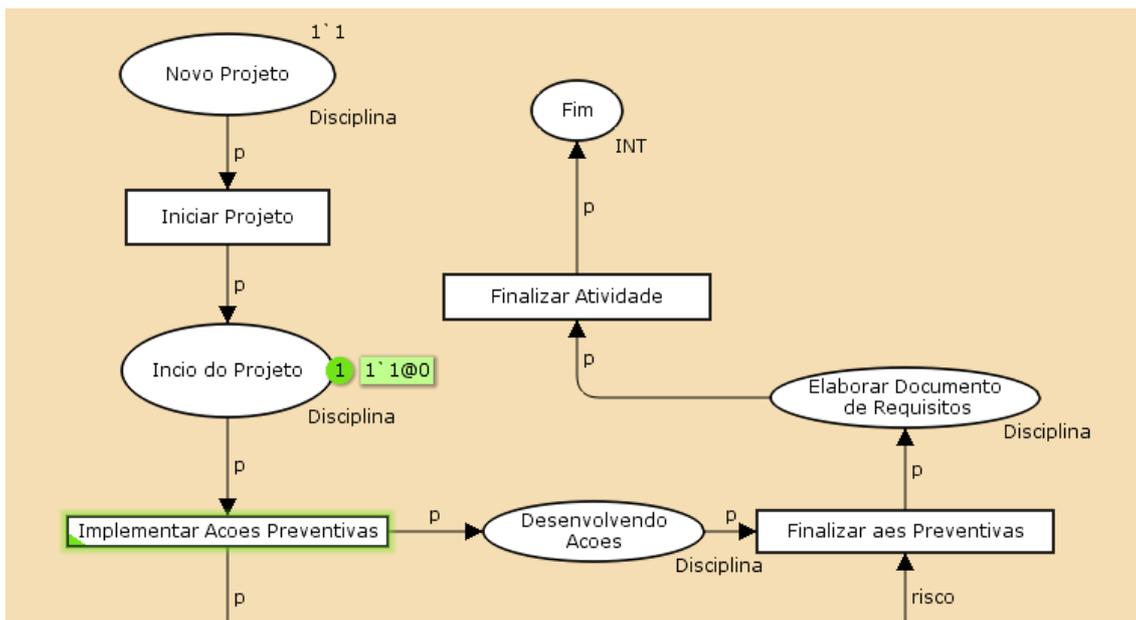


Figura 11 - Início da atividade “desenvolver um novo plano de requisitos”

De acordo com a simulação, antes de desenvolver o plano de requisitos, algumas ações preventivas foram implementadas. Nota-se que nas marcações não está sendo trabalhada uma simulação temporal, ou seja, não elenca-se uma quantidade de horas para a execução de cada ação, a fim de calcular o tempo total de execução do projeto, embora o diagrama permita tal cálculo. Desse modo, após o símbolo “@”, sempre a simulação interpretará tempo igual a zero (0).

Após o estado “Desenvolver Plano de Requisitos”, a simulação segue o fluxo do modelo, a fim de interpretar as probabilidades de ocorrência de riscos ao implementar ações preventivas para o desenvolvimento do plano de requisitos. A Figura 12 mostra o exato momento em que o sucesso de uma ação preventiva é calculado para:

- a) A ocorrência de um risco, se a escolha da ação preventiva for positiva;
- b) A ocorrência de um risco, se a escolha da ação preventiva for negativa;

- c) A não ocorrência de um risco, se a escolha da ação preventiva for positiva;
 d) A não ocorrência de um risco se a escolha da ação preventiva for negativa;

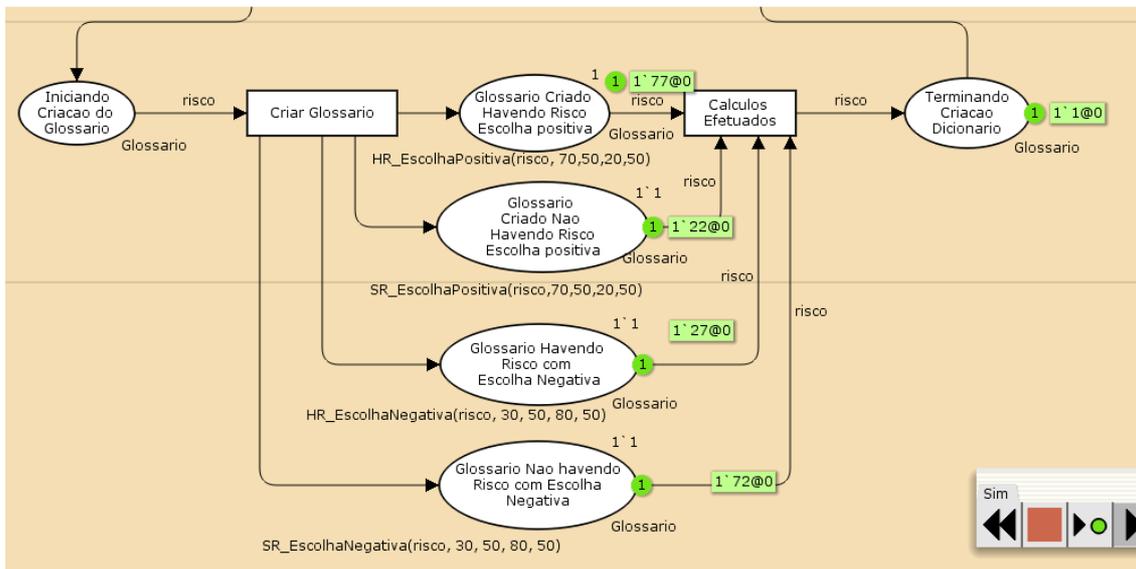


Figura 12 - Simulação da probabilidade de sucesso das ações preventivas em redes de Petri coloridas

De acordo com os cálculos da seção 5.3, a simulação obtém dados muito próximos daqueles previamente calculados para esta situação, como é possível observar. No entanto, como as marcações permitem, atualmente, apenas cálculos com valores inteiros, os valores percentuais são truncados, como já mencionado.

Observa-se, também, que além das marcações temporais, para este projeto, é possível simular o cálculo do sucesso das ações preventivas para todo o projeto, baseando-se nas probabilidades fornecidas pela simulação das ações preventivas, como informações para o cálculo da “*priori*”.

Neste caso, é possível simular a dependência do projeto em relação às ações preventivas para eliminação ou mitigação de riscos. Observa-se, também, que além da simulação de processos adaptados para avaliar o impacto de ações preventivas de riscos, se o processo falhar durante a execução de qualquer uma das atividades modeladas ou não completar todo o processo que lhe é conferido, este não é concluído, uma vez que uma atividade pode depender de outra. Aqui fica evidente a importância da simulação e a fidelidade do modelo para o devido sucesso desta técnica em um ambiente de desenvolvimento.

Ao terminar a execução da simulação do modelo no programa *CPNTools*, pode-se estimar o tempo de desenvolvimento de todo o processo, além de se obter uma relação probabilística de quais as ações podem ser benéficas para o sucesso do projeto.

O próximo capítulo discute a aplicação desta técnica em um estudo de caso, em partes de um projeto de uma empresa de desenvolvimento de software para clubes sociais.

7 ESTUDOS DE CASO

O objetivo do estudo de caso refere-se a uma análise mais intensa do processo de simulação com RdPC utilizando o Teorema de Bayes. Este estudo se trata de um exame detalhado do ambiente, das situações e dos fenômenos que podem por em risco o andamento dos processos de uma organização.

Neste capítulo é discutida a construção e simulação de um modelo usando a base teórica do Teorema de Bayes apresentada no Capítulo 5 desta dissertação, registrando as percepções, eventos previamente inesperados e inesperados, além de fornecer informações sobre os fenômenos que podem ocorrer.

Para isto, escolheu-se como objeto de estudo, o processo de desenvolvimento de um software para administração de clubes sociais de uma empresa do ramo de tecnologia da informação. A escolha pelo processo se deve ao fato de o autor conhecer aos processos internos da empresa e o processo de desenvolvimento de software conter riscos, conforme proposto por este trabalho.

7.1 Metodologia do Estudo de Caso

Para o desenvolvimento do estudo de caso proposto, o gerente de projetos identifica e prioriza os riscos envolvidos no projeto em uma lista de riscos priorizados.

Posteriormente, baseando-se em dados históricos da organização é resgatado o índice de sucesso de ações preventivas adotadas pelo gerente de projetos em projetos anteriores. O modelo deste *checklist* está no Anexo A deste trabalho. Os níveis de relevância apresentados no *checklist* foram: Sim (houve risco) e Não (não houve risco).

A partir deste ponto, o gerente de projetos realiza uma avaliação de sua atuação quanto à escolha de ações preventivas, efetuando uma média ponderada de sucesso e insucesso de suas escolhas, considerando os dados de projetos anteriores.

De posse dessa avaliação de sucessos e insucessos, esses dados são considerados dados da *priori* para a análise de decisão utilizando o Teorema de Bayes, apresentada na seção 5.4 desta dissertação.

Assim, com um modelo do processo padrão da organização em RdPC, adapta-se o processo, inserindo-se as ações preventivas a serem avaliadas. Durante a simulação do processo, as fórmulas matemáticas implementadas na RdPC, já apresentadas na

seção 5.4 e simuladas na seção 6.2 deste trabalho, são executadas e as probabilidades de sucesso e insucesso quanto à utilização das ações preventivas são expostas na tela do usuário.

Com base nos resultados da simulação do processo, o gerente de projetos poderá, assim, utilizar estes dados para a sua tomada de decisão.

7.2 Configuração do Estudo de Caso

Para efeitos de compreensão e, também, a fim de limitar o escopo do estudo de caso, serão avaliados apenas riscos referentes aos requisitos de software.

Nesse sentido, a primeira etapa do desenvolvimento do estudo de caso é o mapeamento do processo padrão da empresa referente às atividades do processo de engenharia de requisitos.

A recomendação inicial é que o mapeamento do processo padrão seja elaborado por meio de um diagrama de atividades, conforme mostrado na seção 3.3 deste trabalho. Este mapeamento também pode ser elaborado com o auxílio de ferramentas como o PRiMA (FONTOURA, 2006). É importante lembrar que o sucesso do mapeamento do processo potencializará o sucesso da adaptação quando houver a necessidade de minimizar riscos em projetos.

7.2.1 Mapeamento do Processo Padrão da Organização

Quando uma equipe de desenvolvimento tem à disposição um diagrama de atividades descrevendo os processos internos de uma organização, pode-se escolher uma ferramenta de apoio para monitorar, inspecionar e, até mesmo, validar o processo de desenvolvimento. Como mencionado em capítulos anteriores, a ferramenta de apoio escolhida foi o *CPNTools*, que por meio de *RdPC* proporciona mapear processos validando projeções por intermédio da simulação.

Sob essa perspectiva, o processo para a criação de novos requisitos da empresa fora mapeado da seguinte forma:

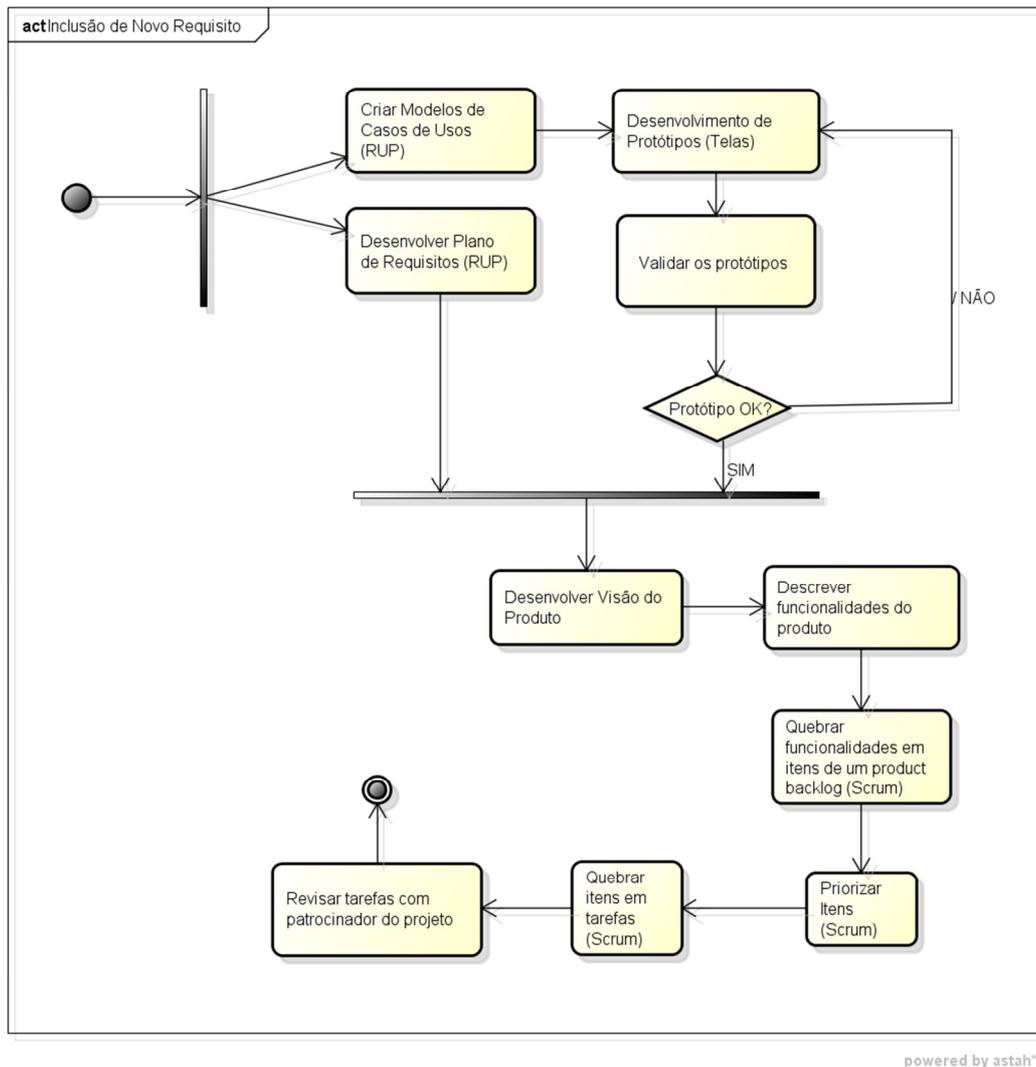


Figura 13 - Processo padrão da organização estudada

Uma particularidade é que o processo elaborado não trata a iteração, pois para o estudo de caso fechou-se o escopo do trabalho na primeira iteração do projeto. Outra questão diz respeito a não utilização de estórias e sim casos de uso. A adoção dos casos de uso se deve ao fato de que a visualização de um caso de uso por parte dos clientes e da alta administração da empresa vai muito além das estórias vislumbradas por eles. Geralmente os casos de uso apresentam alternativas que não são pensadas por alguns dos *stakeholders*, sendo apresentados em uma linguagem que todos podem entender. Além disso, nem sempre a alta administração e os clientes estão disponíveis para escreverem mensagens ou funcionalidades do sistema e para serem debatidos em *workshops*.

As atividades comuns entre RUP e Scrum foram definidas com base nos trabalhos de SCHWABER (1995), IBM (2007) e FONTOURA (2006).

No *framework* do processo padrão da organização, as atividades definidas são baseadas na dinâmica de trabalho da empresa analisada. Considerando o processo padrão descrito pelo diagrama de atividades da Figura 13, desenvolveu-se um estudo para listar os riscos priorizados para o projeto.

7.2.2 Priorização dos Riscos

A retrospectiva da empresa serve para atualizar os dados históricos de projetos a fim de que possam ser utilizados como base de conhecimento em projetos futuros. Para isso, foi criado um modelo de documento para resgatar dados históricos de projetos da empresa referentes ao Software para Administração de Clubes (SAC).

Ao término da execução de um processo, a equipe elabora uma retrospectiva para averiguar conformidades entre os processos pré-estabelecidos e o andamento dos trabalhos. Nesta retrospectiva, é repassado um questionário que condiciona a equipe a relatar riscos ocorridos no projeto.

No início de cada projeto é necessário priorizar os riscos.

7.2.2.1 Riscos Priorizados

Após a definição do processo padrão é necessário, por meio de um questionário verificar a possibilidade de existência ou não de riscos. O resultado da priorização dos riscos elaborado exclusivamente para este estudo de caso é fornecido abaixo:

- Falta de compromisso com a gerência do projeto;
- Prazos extrapolados;
- Falta de envolvimento dos usuários com o projeto;
- Duplicidade de informações;
- Expectativa frustrada do cliente
- Escopo não-claro;
- Acréscimo de funcionalidades idealizadas pela equipe sem o aval do cliente;

7.2.3 Resgate de Dados Históricos

O SAC contém muitos módulos em sua totalidade. Cada módulo representa, praticamente, uma aplicação em separado, o que pode ser encarado como um projeto à parte.

Como a empresa não possui uma boa base de dados históricos, a atuação e as escolhas do gerente de projetos quanto à prevenção de riscos nos projetos da empresa foi simulada. Obviamente houve um esforço para que estes dados fossem próximos aos reais. É importante salientar que estes dados deveriam ter sido extraídos do histórico das retrospectivas dos projetos realizados, procurando encontrar dados referentes ao processo de requisitos da empresa e às ações preventivas utilizadas no processo.

Os dez projetos resgatados foram os seguintes:

- Financeiro;
- Reservas de Dependências de Clubes;
- Reservas de Mesas em Eventos (Módulo para a WEB);
- Programa de Fidelidade dos Associados;
- Biblioteca;
- Convênios de Celulares;
- Controle de Acesso;
- Locação de Armários;
- Campeonatos de Futebol (Módulo para a WEB);
- Captura Fotográfica e Emissão de Documento do Clube.

Para cada projeto, elaborou-se um questionário disponível no ANEXO A desta dissertação, o qual foi respondido para cada projeto. É importante salientar que esta é uma atividade que deve ser feita pelo gerente de projetos da organização, pois trata-se de uma avaliação pessoal. As perguntas fazem referência ao risco e à suposta ação que se deseja avaliar.

Como já mencionado neste trabalho, a avaliação do sucesso ou não de uma ação preventiva passa pelo sucesso das escolhas efetuadas pela gerência em projetos realizados em tempos passados.

O questionário do ANEXO A trata-se de um *checklist* para cada projeto. O resultado desse *checklist* incrementa a uma base de conhecimento de tal forma que seja possível avaliar as ações do gerente de projetos quanto aos riscos listados na seção 7.2.2.

O resultado da avaliação simulada da atuação do gerente de projetos nos módulos listados nesta seção produzem os resultados apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 - Tabulação de dados de ações preventivas

Risco: Falta de Compromisso com a gerência do projeto	Ação preventiva: Criação de um <i>Storyboard</i>	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 60%	P (escolha positiva/EP) = 30%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 40%	P (escolha Negativa/EN) = 70%
Risco: Prazos Extrapolados	Ação preventiva: Quebra de itens em tarefas de 16h (máx)	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 80%	P (escolha positiva/EP) = 10%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 20%	P (escolha Negativa/EN) = 90%
Risco: Falta de Envolvimento dos usuários do projeto	Ação preventiva: Revisão de funcionalidades com o cliente	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 90%	P (escolha positiva/EP) = 10%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 10%	P (escolha Negativa/EN) = 90%
Risco: Duplicidade de Informações	Ação preventiva: Criação do Glossário de Termos	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 70%	P (escolha positiva/EP) = 20%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 30%	P (escolha Negativa/EN) = 80%
Risco: Expectativa Frustrada do cliente	Ação preventiva: Desenvolvimento do Protótipo do Cliente	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 100%	P (escolha positiva/EP) = 100%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 0%	P (escolha Negativa/EN) = 0%
Risco: Escopo não claro	Ação preventiva: Detalhar visão do produto	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 100%	P (escolha positiva/EP) = 100%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 0%	P (escolha Negativa/EN) = 0%
Risco: Acréscimo de funcionalidades idealizadas pela equipe sem aval do cliente	Ação preventiva: Revisar funcionalidades com o cliente	
	Havendo Risco (HR)	Não havendo Risco (SR)
Escolha Positiva	P (escolha positiva/EP) = 80%	P (escolha positiva/EP) = 40%
Escolha Negativa	P (escolha negativa/EN) = 20%	P (escolha Negativa/EN) = 60%

Baseando-se no processo padrão da organização, é possível perceber que o “desenvolvimento de protótipos” e o “desenvolvimento da visão do produto” fazem parte desse processo, sendo sempre executados. No entanto, é perceptível que o padrão de trabalho da empresa já minimiza riscos como “expectativa frustrada do cliente” e/ou “escopo não-claro”, pois ao mesmo tempo em que há demandas dos clientes, o software é arquitetado segundo a experiência com clubes dos analistas de negócio da própria organização. Ou seja, na maioria das vezes, há uma presença constante e alta disponibilidade do “cliente” para com os projetos. A presença devotada do cliente só não ocorre quando algum projeto está fortemente acoplado a algum clube (cliente) em específico.

De acordo com os dados tabulados, encontraram-se maiores problemas quanto aos riscos:

- Falta de compromisso com a gerência do projeto;
- Prazos extrapolados;
- Duplicidade de informações;
- Acréscimo de funcionalidades idealizadas pela equipe sem o aval do cliente;

Assim, adaptou-se o modelo do diagrama de atividades inicial para contemplar as atividades sugeridas para minimizar riscos, priorizando-os como pode ser conferido na Figura 14:

As funções de cálculos probabilísticos receberam os dados tabulados de uma planilha que calcula automaticamente os resultados dos formulários respondidos pelo Gerente de Projetos. A partir da modelagem realizada tem-se uma adaptação do processo, com possibilidade de simulação de valores probabilísticos por parte da alta gerência.

Assim, para todos os projetos subsequentes a empresa poderá utilizar-se deste modelo para avaliar a utilização ou não de ações preventivas.

O valores das *prioris* baseados na experiência do Gerente de Projetos para um projeto novo, denominado “Reservas de Quadras Esportivas” foram definidos como:

- Falta de compromisso com a gerência do projeto:

Probabilidade de ocorrência de risco: 30%

Probabilidade de não haver risco: 70%

Ação preventiva: Criação do *Storyboard*;

- Prazos extrapolados:

Probabilidade de ocorrência de risco: 60%

Probabilidade de não haver risco: 40%

Ação preventiva: Tarefas menores do que 16h;

- Duplicidade de informações:

Probabilidade de ocorrência de risco: 25%

Probabilidade de não haver risco: 75%

Ação preventiva: Criação do Glossário de Termos;

- Acréscimo de funcionalidades idealizadas pela equipe sem o aval do cliente:

Probabilidade de ocorrência de risco: 80%

Probabilidade de não haver risco: 20%

Ação preventiva: Revisão das funcionalidades com o cliente;

Salienta-se que este dado é fornecido para o projeto em andamento e um “chute” baseado na experiência em projetos anteriores por parte do Gerente. Conforme descrito no Capítulo 5, mais precisamente na seção 5.4, estes dados serão inseridos em funções que, utilizando-se, também, de dados históricos, fornecem a perspectiva de utilização ou não de uma ação preventiva para o projeto atual.

7.2.5 Execução da Simulação

Ao simular o modelo elaborado em RdPC, percebe-se uma flexibilidade substancial para que se possa, além de elaborar cálculos probabilísticos para decidir quais as melhores alternativas para o projeto, compreender ainda mais o fluxo do processo de engenharia de requisitos.

A criação do fluxograma em redes de Petri coloridas ajuda substancialmente a absorver o caminho e, eventualmente, ponderar detalhes específicos do projeto.

Analisando a simulação do modelo da Figura 15, e, conseqüentemente o fluxo do processo, observa-se que o processo tem seu início com duas atividades paralelas, conforme pode ser visto na Figura 16, que são: modelos de caso de uso e desenvolvimento do plano de requisitos.

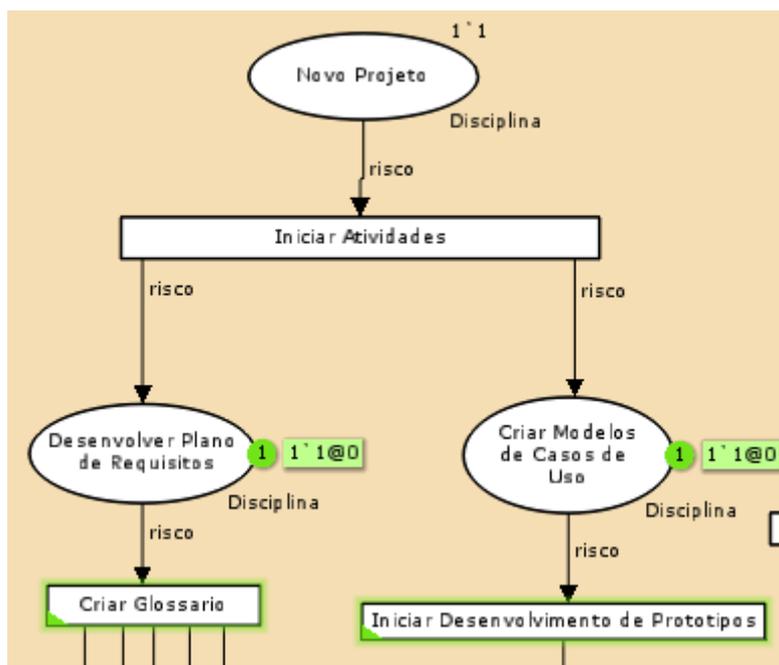


Figura 16 - Início das atividades em paralelo

As duas atividades fazem parte, também, do processo padrão de engenharia de requisitos da organização. A marcação inicial (*token*) que percorre o fluxo da RdPC, a cada passo da simulação dispara os primeiros cálculos probabilísticos na região modelada do Glossário de Termos.

As funções modeladas são as mesmas previamente modeladas para explicar a metodologia deste trabalho, na seção 7.1. No entanto os valores são diferentes. Para o projeto “Reservas de Quadras Esportivas” o Gerente de Projetos acredita que há apenas 25% de chance de ocorrer risco. O resultado da simulação é dado pela Figura 16:

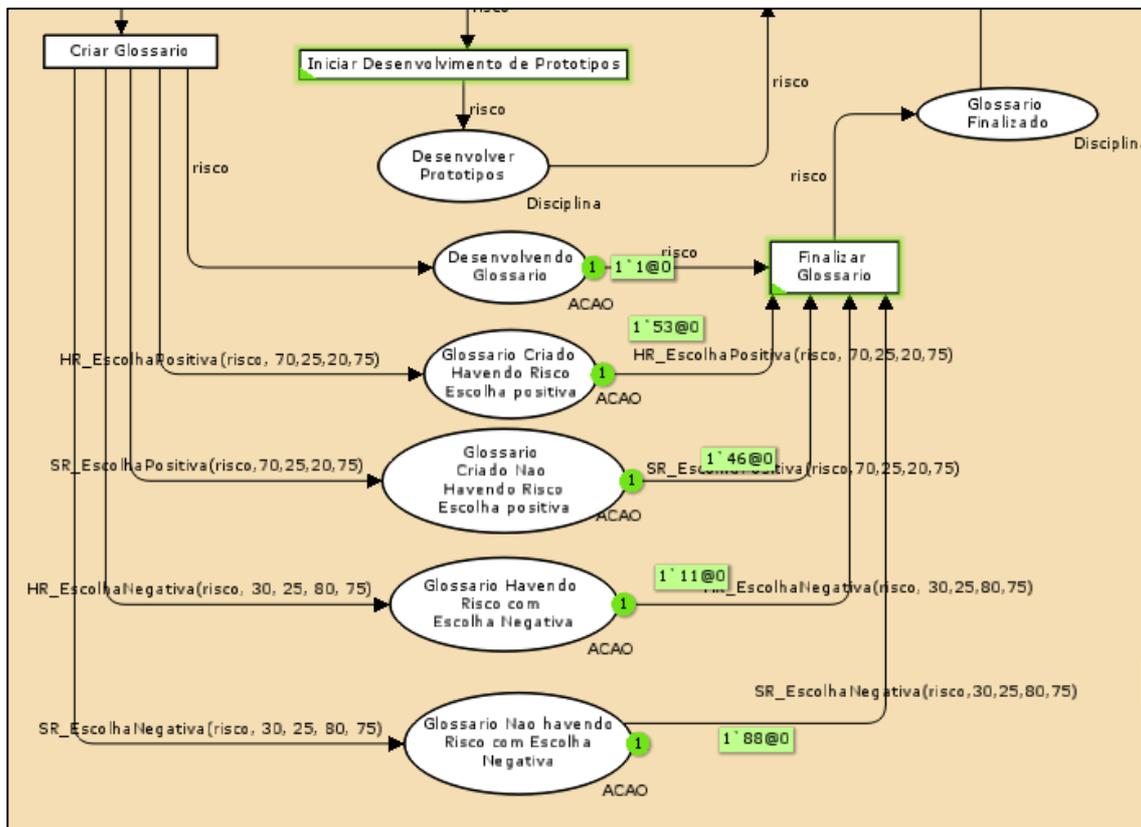


Figura 17 - Resultado da simulação da ação preventiva Glossário de Termos

A simulação apresentou os seguintes resultados para a criação do glossário de termos para o projeto:

Havendo Risco e escolha positiva: 53%

Não Havendo Risco e escolha positiva: 46%

Havendo Risco e escolha negativa: 11%

Não Havendo Risco e escolha negativa: 88%

Efetivamente, o que a simulação mostra com esses resultados é que há 53% de chances de haver risco no projeto e a escolha do Gerente ser Positiva, ou seja, optando pela utilização desta ação. Geralmente quando há riscos e a escolha é positiva, interpreta-se que deve haver prevenção. Deve-se enfatizar que, quando uma ação preventiva é executada sem a devida necessidade, os recursos ocupados com a demanda de trabalho referente ao processo de execução desta ação deixam de otimizar o fluxo do processo, causando desaceleração e, conseqüentemente atrasos no projeto.

Ao finalizar a simulação da ação do “Glossário de Termos” o *token* segue o fluxo natural do modelo, conforme demonstra a Figura 18:

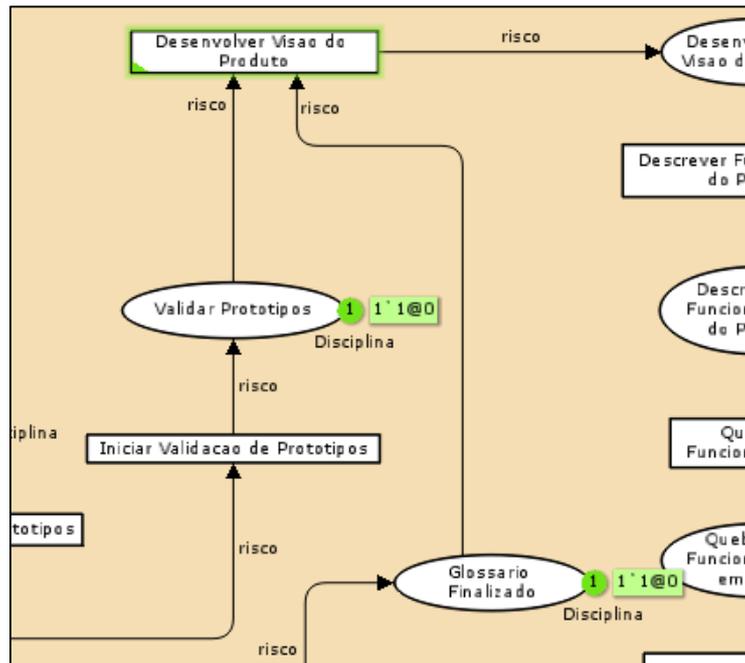


Figura 18 - Ações sendo executadas em paralelo

Na Figura 18 observa-se que o *token* percorre a RdPC avançando pelos estados “Validar Protótipos” e “Glossário Finalizado”. O símbolo @ ao lado do *token* representa o tempo total de execução do processo até o estado apontado pelo *token*. Como o objetivo deste trabalho não é apontar detalhes temporais referentes ao fluxo do processo, considerou-se que o tempo é zero para todos os estados do modelo. No entanto, em trabalhos anteriores obteve-se resultados referentes a este tipo de trabalho simulando efeitos de um modelo em RdPC para uma equipe de desenvolvimento que utilizava a metodologia Scrum (BIASOLI e FONTOURA, 2011).

Continuando a simulação, o *token* percorre a rede, seguindo o caminho natural do processo modelado, conforme pode ser observado na Figura 19:

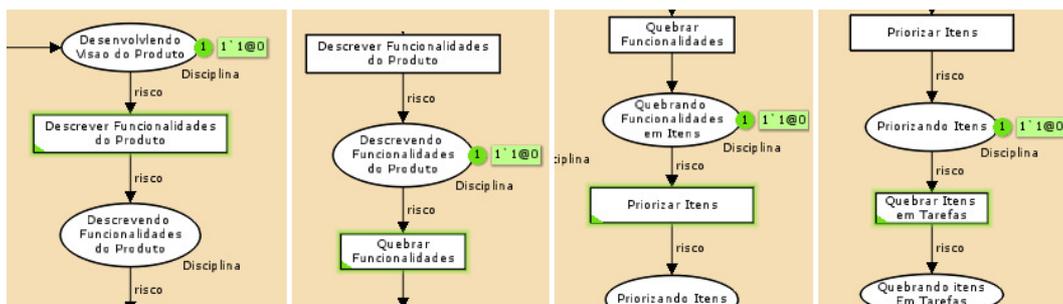


Figura 19 - Continuação do fluxo do processo em RdPC

A próxima ação preventiva a ser avaliada pela simulação é a divisão de tarefas em tarefas menores (de até 16 horas). Scrum Masters experientes afirmam que tarefas superiores a 16 horas de trabalho provocam a “síndrome do estudante”. Isso quer dizer que há um retardo natural da demanda de trabalho, podendo provocar, inclusive, atrasos nos projetos.

Os resultados da simulação, conforme os dados tabulados e as escolhas do Gerente de Projetos podem ser visualizados pela Figura 20:

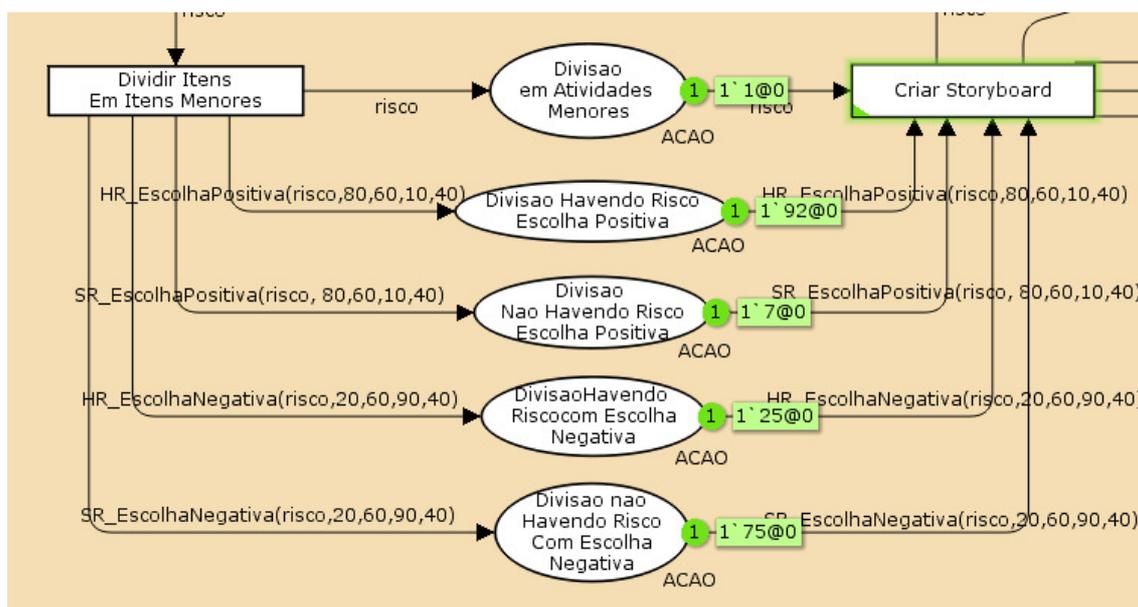


Figura 20 - Resultado da simulação da ação preventiva Quebra de itens em tarefas de 16h (Max)

A simulação apresentou os seguintes resultados:

Havendo Risco e escolha positiva: 92%

Não Havendo Risco e escolha positiva: 7%

Havendo Risco e escolha negativa: 25%

Não Havendo Risco e escolha negativa: 75%

Percebe-se que nem sempre há o fechamento da totalidade dos 100% entre uma ou outra escolha. Conforme já relatado na seção 4.4, as operações matemáticas em RdPC não permitem a utilização de pontos flutuantes. Isso quer dizer que há um truncamento de dados. Considerou-se irrelevante para a simulação do processo o descarte de 1% nos resultados das operações probabilísticas.

Efetivamente, o que a simulação mostra com esses resultados é que há 92% de chances de haver risco no projeto e a escolha do Gerente ser positiva. De modo análogo

ao assunto já tratado anteriormente, geralmente quando há riscos e a escolha é positiva, interpreta-se que deve haver prevenção.

O fluxo da simulação continua e as duas próximas ações preventivas a serem avaliadas pelo modelo simulado são a “criação do *storyboard*”, conforme demonstra a Figura 21, e “Revisar funcionalidades com o cliente”, demonstrada pela Figura 22:

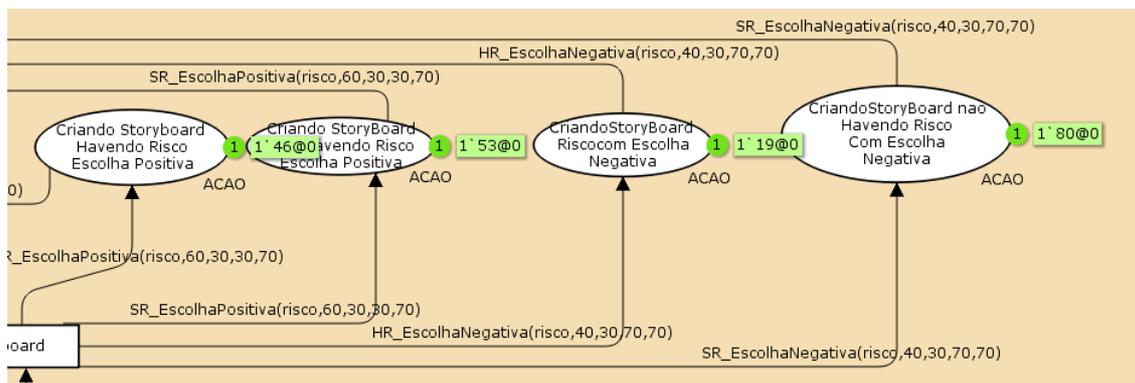


Figura 21 - Resultado da simulação da ação preventiva “Criação de um Storyboard”

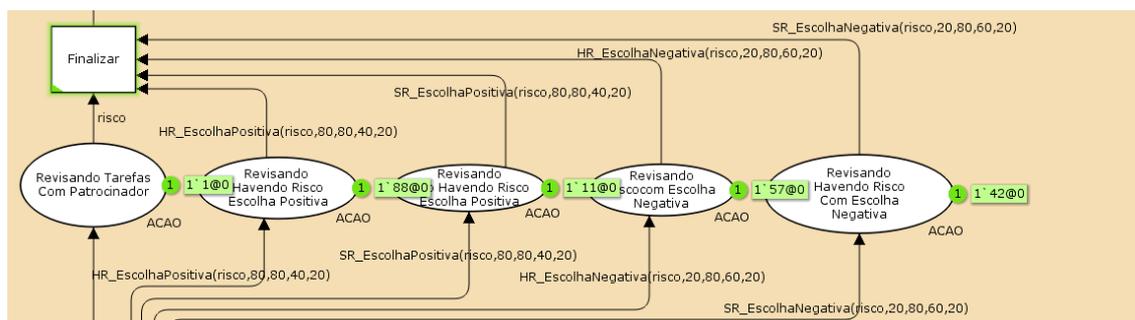


Figura 22 - Resultado da simulação da ação preventiva “Revisar funcionalidades com o cliente”

Avaliando os passos da simulação, de acordo com a Figura 21, observam-se os seguintes resultados:

Havendo Risco e escolha positiva: 46%;

Não Havendo Risco e escolha positiva: 53%;

Havendo Risco e escolha negativa: 19%;

Não Havendo Risco e escolha negativa: 80%.

Os resultados da simulação da criação do *storyboard* para o projeto “Reservas de Quadras Esportivas” aponta que há 53% de chances de o risco não ocorrer e a ação preventiva “Criação de um *Storyboard*” não ser tão necessária ao projeto.

Já a avaliação dos passos da simulação de acordo com a Figura 22, apontam que em 88% dos casos o risco poderá ocorrer e a utilização de uma “revisão de funcionalidades com o cliente” será benéfica ao projeto.

7.3 Resultados

O modelo elaborado não é tão complexo e há poucas ações preventivas sendo avaliadas. No entanto, deve-se considerar que o processo padrão da disciplina de requisitos para todos os projetos da empresa é um trabalho prévio, ficando a cargo da gerência reutilizar o modelo em simulações futuras, principalmente no que diz respeito à adaptação do processo. Quanto à simulação, os resultados obtidos foram levados em consideração pela alta administração da empresa.

Com base nos resultados probabilísticos foram tomadas decisões consideradas acertadas, o que, para próximos projetos, aumenta a acurácia dos dados históricos com relação às probabilidades a serem calculadas.

O fluxo do “*token*” pela RdPC despertou o interesse de membros da equipe de desenvolvimento, proporcionando, inclusive, um melhor entendimento dos fluxos do processo de engenharia de requisitos da empresa.

O uso de modelagem formal e simulação em apreciação, análise e gerenciamento de riscos de sistemas de informação oferecem, sem dúvidas, benefícios estratégicos, táticos, operacionais e, porque não dizer, financeiros.

A utilização de RdPC como modelagem formal é apropriada por uma variedade de razões. Uma delas diz respeito ao suporte de ferramentas livres distribuídas na Web, como o *CPNTools*, que proporciona saída de dados gráfica, tornando as simulações acessíveis, inclusive, a leigos na área de simulação.

Um ponto negativo com relação à simulação em RdPC foi a ausência de dados do tipo ponto flutuante, que, em muitos casos, devido ao truncamento de casas decimais, pode gerar uma variação em até 1% nos resultados calculados por meio da utilização do Teorema de Bayes.

A respeito da análise de decisão, pode-se observar que através de um processo sistemático pode-se melhor entender e resolver problemas, estabelecendo-se os principais objetivos e definindo-se soluções mais adequadas.

Tais processos, entretanto, não suprem o conhecimento e a experiência de um especialista no assunto tratado, ou mesmo a intuição do decisor; eles apenas expõem os elementos de incerteza com maior clareza.

A avaliação de ações preventivas de riscos utilizando análise de decisão caracterizou-se pela avaliação da atuação das decisões de um gerente de projetos baseada em suas experiências anteriores. De qualquer forma, mesmo que haja uma avaliação do histórico de decisões de um gerente, ainda haverá novos projetos, com novas decisões e, conseqüentemente, novos parâmetros variáveis a serem estabelecidos por intermédio da experiência do gerente.

Desta forma, a simulação possibilita a construção de cenários base, otimistas e pessimistas que permitem avaliar o comportamento do modelo. Nesta construção de cenários, a simulação auxiliada por RdPC exerce um papel extremamente importante, que é antecipar resultados baseados em dados fornecidos pelo modelo.

No caso da avaliação de diferentes ações preventivas para o mesmo risco e a definição de qual ou quais deveriam ser utilizadas é possível adotar o mesmo processo descrito na metodologia deste estudo de caso. No entanto, mais de uma ação preventiva para o mesmo risco exige uma certa particularidade. Como há um cálculo probabilístico, a *priori* das ações preventivas devem ser calculadas como se todas as ações preventivas fossem apenas uma, bem como o “fator experiência” do gerente de projetos. Com este procedimento consegue-se avaliar o conjunto de ações frente à probabilidade ou não de ocorrência do risco.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma técnica de avaliação de ações preventivas de riscos baseada em modelagem e simulação computacional. Cientificamente trata-se de um assunto peculiar pelo fato de ser uma maneira de prever a probabilidade de sucesso ou insucesso na adaptação de um processo a fim de evitar riscos. Até então, na literatura pesquisada, foram encontrados trabalhos referentes apenas à avaliação de riscos.

Outra questão relevante é que a avaliação de processos adaptados passa pelo cálculo da probabilidade de ocorrências positivas e negativas da experiência de profissionais capacitados para gerenciar riscos. Para o cálculo dessa probabilidade foi proposta uma técnica de simulação em redes de Petri coloridas utilizando-se de Teoria de Decisão amparada pelo Teorema de Bayes.

Para isto utilizou-se da premissa de que as organizações devem ser amparadas por uma boa base de conhecimento histórica, de modo que seja possível estabelecer parâmetros confiáveis os quais servem como base de apoio a qualquer tipo de previsão ou análise estatística.

Sabe-se que o processo de desenvolvimento de software deve ser continuamente medido durante seu desenvolvimento. Assim, faz-se necessário criar uma cultura de medição e métricas. Essa tarefa deve se estender a todos os profissionais envolvidos em qualquer projeto.

Medições, além de servirem para fortalecer o processo decisório, quando catalogadas, constituem “dados históricos”, alimentando a gestão do conhecimento da empresa, podendo ser usadas em futuras estimativas e, conseqüentemente, contribuindo para maximizar o retorno de investimento da organização.

Através da experiência adquirida com a formalização e realização do estudo de caso, ficou claro que quanto maior a base de conhecimento de uma instituição, maiores as chances de se obterem estimativas próximas da realidade através de séries históricas. A gestão do conhecimento dá suporte ao bom senso e, logo, sensibilidade para análise de valores.

Por meio de reuniões de retrospectivas de projetos finalizados, pôde-se perceber a ocorrência de reflexões conjuntas de membros da equipe de desenvolvimento a respeito das simulações, resultando em maior exatidão dos dados coletados para armazenamento

em bases históricas, que, futuramente, podem servir como índices de cálculos probabilísticos para avaliar ações preventivas de riscos.

No que diz respeito à experiência de um Gerente de Projetos, é imprescindível que haja uma socialização de suas experiências para com a base da gestão de conhecimento da organização à qual representa. Sem a avaliação da experiência de um bom gestor, a dificuldade em atribuir exclusivamente o sucesso ou o fracasso de um projeto ao gerenciamento de riscos torna-se ainda maior.

A respeito da avaliação de processos adaptados, observou-se que a avaliação concentra seus maiores esforços nas etapas de planejamento em relação às etapas de controle, pois a execução do projeto passa a ser prioritário. A experiência com o estudo de caso deste trabalho constatou que desde que o projeto não necessite de ações corretivas, a equipe restringe-se ao controle de riscos por meio de relatórios prévios, fidelidade ao processo pré-estabelecido e comunicação interna.

8.1 Trabalhos Relacionados

O tema avaliações de riscos é discutido em diversos trabalhos encontrados na literatura. No entanto, avaliação de processos adaptados abordou um assunto novo. A partir do trabalho de FONTOURA (2006), que aborda a adaptação de processos para eliminar riscos, questionou-se a possibilidade de avaliar a eficácia de ações preventivas de riscos em processos de desenvolvimento de software.

Até meados do ano de 2011 era praticamente impossível encontrar uma maneira de avaliar ações preventivas, pois cada projeto tem suas particularidades, seus riscos e suas dependências.

Foram pesquisas direcionadas à área de Administração que proporcionaram o foco da avaliação das ações preventivas à experiência da gerência de projetos. No âmbito do desenvolvimento deste trabalho, algumas pesquisas relacionadas merecem destaque:

Houmb e Sallhammar (2005) propuseram a utilização de redes de Petri coloridas para quantificar a integridade de sistemas operacionais. A pesquisa não abrangeu apenas as violações causadas por usuários e não usuários, mas também falhas de confiabilidade comuns a todos os sistemas operacionais. Nesta mesma pesquisa, os valores temporais serviram como base para quantificar medidas de segurança, medindo o tempo médio de violação de integridade do sistema ou, ainda, estimando-se o tempo médio encontrado para que ocorresse uma falha de segurança.

Stephenson (2004) utilizou redes de Petri coloridas para modelar e simular análises forenses de riscos em projetos de sistemas empresariais tendo benefícios estratégicos, funcionais e financeiros. O autor sugere, ainda, que o processo de simulação ocorra de forma constante e disciplinar durante todo o andamento do projeto, pois as mudanças são comuns no ambiente de desenvolvimento de software. Neste caso, nada melhor do que antecipar o acontecimento de riscos por intermédio da simulação.

Staines (2008) desenvolveu uma pesquisa que descreveu como os diagramas de atividades da UML 2.0 podem ser intuitivamente traduzidos para redes de Petri coloridas. Esta dissertação utilizou o trabalho de Staines (2008) a fim de elucidar o processo de transformação de diagramas de atividades em redes de Petri coloridas.

Zhao et al. (2008) utiliza o Teorema de Bayes em um projeto de redes de Petri a fim de calcular a probabilidade de ocorrência de falhas em sistemas computacionais. Zhao et al. (2008) alega que no campo de diagnóstico de falhas é inevitável ter informações incertas e redundantes no conjunto das amostras. Por este motivo introduz nas redes de Petri o conceito de probabilidade condicional a fim de resolver este problema. Assim, o Teorema de Bayes torna-se indispensável para sua pesquisa.

Este trabalho difere dos demais por não representar um modelo de avaliação para o impacto dos riscos e sim o impacto de ações preventivas de riscos nos processos de desenvolvimento de software.

8.2 Contribuições

8.2.1 Método para avaliação preventiva de riscos

O método apresentado por este trabalho é uma forma de antecipar probabilisticamente os resultados de uma adaptação de processos provocada pela necessidade de eliminar ou mitigar riscos.

Este método é baseado na experiência do Gerente de Projetos da organização, tanto no processo decisório para adaptar processos em projetos passados, quanto na sua perspectiva baseada no seu conhecimento no que se refere à ocorrência ou não de riscos em projetos de desenvolvimento de software.

8.2.2 Redes de Petri Coloridas e Teoria de Decisão

A análise Bayesiana e a Teoria de decisão provêm visões únicas da Estatística e torna-se bastante adequado refletir sobre as duas em conjunto. Pelo lado Bayesiano, houve a expansão da teoria de inferência estatística (subjativa e objetova) e o reconhecimento de que a análise estatística deve ser encarada condicionalmente.

Neste trabalho, aplicaram-se técnicas de modelagem e simulação auxiliadas pela base teórica do Teorema de Bayes aplicado à Teoria de Decisão para avaliar ações preventivas de riscos. Auxiliados por uma base histórica de sucessos de ações preventivas em projetos passados, foi possível trazer à tona, com alguma eficiência, a

premissa de que um Gerente de Projetos pode antecipar correções necessárias em um processo, tão logo seja possível.

Com base na simulação com Redes de Petri Coloridas foi possível automatizar os cálculos probabilísticos utilizando o Teorema de Bayes, bem como fazer com que a alta gerência pudesse entender com maior nível de clareza todas as ações deliberadas por meio do Gerente de Projetos para mitigar ou eliminar riscos utilizando simulação.

8.2.3 Estudo de Caso

A partir do estudo de caso realizado foi possível validar a metodologia proposta nesta dissertação. A metodologia foi aplicada em um projeto real, o que possibilitou a validação.

Com a realização do estudo de caso conclui-se, inclusive, que com a utilização da metodologia por parte de uma empresa é possível não somente antecipar probabilisticamente os resultados de uma ação preventiva de riscos, como também aprimorar a experiência de Gerentes de Projetos, além, é claro de aumentar quantitativa e qualitativamente os dados da gestão de conhecimento de uma organização.

8.3 Perspectivas Futuras

A principal perspectiva futura deste trabalho é avaliar o desempenho da técnica para quanto ao sucesso de processos adaptados baseados em padrões de segurança.

Outra perspectiva futura é a criação de um software que proporcione o armazenamento de valores históricos significativos para o cálculo da probabilidade ou não de sucesso de ações preventivas de riscos, de tal forma que seja possível se comunicar com entradas de dados das redes de Petri padronizadas por meio de XML (*Extensible Markup Language*).

9 REFERÊNCIAS

AALST, V. D. **The Application of Petri Nets to Workflow Management**. The Journal of Circuits, Systems and Computers, 8(1): 21-66, 1998.

ARAÚJO, R.; CAPPELLI, C.; GOMES Jr, A.; PEREIRA, M.; IENDRIKE, H. dos S.; IELPO, D.; TOVAR, J. A. **A Definição de Processos de Software Sob o Ponto de Vista da Gestão de Processos de Negócio**. VI Simpósio Internacional de Melhoria de Processos de Software. São Paulo, SP – Brasil, pág 23-32 (2004).

BARROS, J. P. M. R. **Introdução à Modelação de Sistemas Utilizando Redes de Petri**. Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Disponível em Disponível em: <http://www.estig.ipbeja.pt/~jpb/textos/pn.pdf>, 2001.

BECK, K. **Test Driven Development: By Example**. USA: Ed. Pearson Education, 2003.

BECK, K. **Programação Extrema (XP Explicada: Acolha as Mudanças)**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2004.

BERGER, J. O. **Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis**. Springer Series in Statistics (Second ed.). Springer-Verlag. ISBN 0-387-96098-8 (1985).

BERNARDO, J. M.; SMITH, A. F. M. **Bayesian Theory**. Wiley. ISBN047149464x (1994).

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML, Guia do Usuário**, 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

BORGES, G. A. P. **Fluxo de dados em redes de Petri coloridas e em grafos orientados a atores**. (Dissertação de Mestrado), Universidade de São Paulo, 2008.

BRUSTOLINI, J. R.; SILVA, E. M. **Simulação do Processo do Congelamento em uma Unidade Produtora de Aves**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Anais, 2007.

CHIOLA, G.; DUTHEILLET, C.; FRANCESCHINIS, G.; HADDAD, S. **A Symbolic Reachability Graph For Coloured Petri Nets**. Dipartimento di Informatica, Università di Torino, Italy. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.25.6066> (1997).

COLENGHI, V. M. **O&M e Qualidade Total: uma integração perfeita**. Uberaba: VMC, 2007.

DAVENPORT, T. **Reengenharia de Processos**. Rio de Janeiro: Campus, Pág. 6-8, 1994.

DEMARCO, T.; LISTER, T. **Waltzing With Bears: Managing Risk on Software Projects**. New York: Dorset House Publishing Company (2003).

FERNANDES, J. M.; DUARTE, F. J. **A Reference Framework for Process-Oriented Software Development Organizations**. Springer-Verlag, Julho, 2004.

FONTOURA, L. M. **PRiMA: Project Risk Management Approach**. Tese (Doutorado em Ciência da Computação), Programa de Pós-Graduação em Computação, UFRGS (2006).

FOGARTY, D. W.; BLACKSTONE Jr.; J. H., HOFFMANN, T. R. **Production & Inventory Management**. 2 ed. Cincinnati: South-Western Publishing Co, 1991.

FOWLER, M. **The New Methodology**. Disponível em <http://martinfowler.com/articles/newMethodology.html>. Acesso em jan. 2012.

FRANCÊS, C. R. L. **Introdução às Redes de Petri**. Laboratório de Computação Aplicada, Universidade Federal do Paraná (2003).

GEHLOT, V.; EDUPUGANTI, K. **Use of Colored Petri Nets to Model, Analyze, and Evaluate Service Composition and Orchestration**. Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences - Center of Excellence in Enterprise Technology, Department of Computing Sciences, Villanova University, Villanova, PA, USA (2009).

GUEDES, G. T. A. **UML 2 – Uma abordagem Prática**. Novatec, São Paulo-SP/Brasil. Ed 1, 2009.

HALL, E. **Formal risk management: Software Acquisition Best Practice**. In: SEI Conference on Software Risk 4th, Monterey, 1995.

HALL, E. **Managing Risk: Methods for Software Systems Development**. New York: Addison-Wesley (1998).

HAMILTON, J. D. **Time Series Analysis**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

HIGHSMITH, J. **Agile Project Management: Creating Innovative Products**. Ed. Pearson Education / Addison-Wesley, United States, 2004.

HOUMB, S. H.; SALLHAMMAR, K. **Modelling System Integrity of a Security Critical System Using Colored Petri Nets**. In: Proceedings of Safety and Security Engineering (SAFE 2005), Rome, Italy, pág. 3-12. WIT Press, 2005.

IBM Corporation. **IBM Rational Unified Process v7.0**, 2007.

ISAACSON, W. **Steve Jobs**. Ed. 1, Editora Companhia das Letras, 2011.

KHADKA, B.; MIKOLAJCZAK, B. **Incorporating Object-Orientedness in Transformations from Live Sequence Charts to Colored Petri Nets**. Fifth International Conference on Information Technology: New Generations, Computer and Information Science Department - University of Massachusetts Dartmouth, Dartmouth, MA (2007).

KRISTENSEN, L. M.; JORGENSEN, J. B.; JENSEN, K. **Application of Coloured Petri Nets in System Development**. Department of Computer Science, University of Aarhus, Denmark, ACPN 2003, LNCS 3098, pp. 626–685, 2004. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2004).

LEE, P. M. **Bayesian Statistics: An Introduction**. London: Oxford University Press, 1989.

LIED, J.; SELLITO, M. A. **Aplicação da Modelagem Por Redes de Petri Para Avaliação Ocupacional de Trabalhadores**. Revista Produção On Line, ISSN 1676-1901 / Vol. IX/Num. III/2009.

LIU, D.; WANG, Q.; XIAO, J. **The Role of Software Process Simulation Modeling in Software Risk Management: a Systematic Review**. IEEE Third International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, páginas 302—311, 2009.

LOJA, L. F. B. **Sinfonia: Uma Abordagem Colaborativa e Flexível para Modelagem e Execução de Processos de Negócio** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Informática. Goiás, 2011

MACORATTI, J. C. **O processo de Software**. Disponível em: http://www.macoratti.net/proc_sw1.htm. Data de acesso: 20/12/2011.

MARGUERON, M. V.; CARPIO, L. G. T. **Processo de tomada de decisão sob incerteza em investimentos internacionais na exploração & produção offshore de petróleo: uma abordagem multicritério**. Programa de Planejamento Energético (PPE)/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisa Operacional, vol. 25, nº 3. Rio de Janeiro, 2005.

MARRANGHELLO, N. **Redes de Petri: Conceitos e aplicações**. DCCE/IBILCE/UNESP. Disponível em: <http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~norian/cursos/mds/ApostilaRdP-CA.pdf>, 2005.

MELLO, B. A. **Modelagem e Simulação de Sistemas**. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2007.

MICROSOFT. **MSF For Agile Software Development**. Disponível em: <http://www.microsoft.com/download/en/details.aspx%3Fid%3D13870>. Data de acesso: 20/12/2011.

MURATA, T. **Petri Nets: Properties, analysis and applications**. Proceedings of the IEEE. Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org> (1989).

OLISZESKI, C. A. N.; COLMENERO J. C.; JUNIOR G. dos S. **Gerenciamento de Riscos e Gestão de Projetos Agroindustriais Através de Redes de Petri**. XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, SP. 12 a 15 de outubro de 2010.

OLIVEIRA, C. A. L. **Uma Abordagem para Melhoria de Workflow Baseada em Redes de Petri Estocásticas Generalizadas**. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação, 2008.

OLIVEIRA, J. A. **Oligomerização e Policondensação em Estado Fundido do Poli (tereftalato de etileno) – Estudo Experimental e de Modelagem da Curva de Distribuição de Pesos Moleculares**. (Tese de doutorado), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

PÁDUA, S. I. D., SILVA, A. R. Y., INAMASU, R. Y., PORTO, A. J. V. **Aplicações e Potencial das Redes de Petri na Engenharia de Produção**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 10, Bauru, UNESP, 2003. Anais. Disponível em WWW: URL: <http://www.bauru.unesp.br/acontece/simpep.html>.

PÁDUA, S. I. D., INAMASU, R. Y.: **Mapeamento do Modelo de Processos de Negócio do EKD em Redes de Petri**. Produção, v. 18, n. 2, p. 260--274 (2008).

PEARL, J. **Probabilistic Reasoning in Intelligence Systems: Networks of Plausible Inference**. San Mateo: Morgan Kaufmann (1988).

PETERSON, J. L. **Petri Nets**. Department of Computer Sciences, The University of Texas (1977).

PETERSON, J. L. **Petri Nets an Introduction**. Prentice Hall, Inc., 1981.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK Guide**, 4th Edition, Pennsylvania-USA, 2010.

PRADO, D. **Teorias das Filas e da Simulação**. DG: Belo Horizonte/MG, 1999.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. Ed 6. Rio de Janeiro: McGraw-Hill (2006).

PRITCHARD, C. L. **Risk management: concepts and guidance**. Arlington: ESI International, 1997.

RATIONAL Software Corporation. **Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams**. In: IBM Rational Software. Disponível em: http://www.rational.com/media/whitepapers/rup_bestpractices.pdf. Acesso em jan. de 2012. 1998.

REIS, R. Q. **APSEE-Reuse: Um Meta-modelo para Apoiar a Reutilização de Processos de Software**. Tese de Doutorado. PPGC/UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 2002.

RENDER, B.; STAIR Jr, M.; HANNA M. E. **Análise Quantitativa para Administração**. Bookman, 10ª edição – Porto Alegre, 2010.

RUIZ, M.; RAMOS, I.; TORO, M. **Using Dynamic Modeling and Simulation to Improve the COTS Software Process**. F. Bomarius and H. Iida (Eds.): PROFES 2004, LNCS 3009, pp. 568-681 (2004).

SAMUELSON, D. **When Close is Better Than Optimal – Combining simulation and stochastic optimization for better risk management**. OR/MS Today (2010).

SHUJA, A. K.; KREBS, J. **IBM Rational Unified Process Reference and Certification Guide. Solution Design.** Prentice Hall.

SOARES, M. dos S. **Comparação Entre Metodologias Ágeis e Tradicionais Para o Desenvolvimento de Software.** Infocomp – Journal of Computer Science, ISSN: 1807-4545, 2004.

STAINES, T. S. **Intuitive mapping of UML 2 activity diagrams into fundamental modeling concept Petri net diagrams and colored Petri nets.** In: ECBS. [S.l.]: IEEE Computer Society, pág. 191–200, 2008.

STEPHENSON, P. R. **A formal Model for Information Risk Analysis Using Colored Petri Nets.** Proc. Of the 5th Workshop and Tutorial on Practical Use of Coloured Petri Nets and the CPN Tools, University of Aarhus, Dinamarca. Pág. 8-11 – outubro - 2004.

SCHWABER, K. **The scrum development process.** In: OOPSLA'95 Workshop on Business Object Design and Implementation, ACM Press, Austin, Texas, USA, 1995.

SCHWABER, K. **Scrum Guide.** ScrumAlliance. Disponível em www.scrumalliance.org/resource_download/598, outubro, 2009.

TAYLOR, C. I.; PROBST, C. **Business Process reference model languages: Experiences from bpi projects.** In GI Jahrestagung (1), 2003.

TAVIERA, R. **Uma metodologia para aperfeiçoamento da mudança para um sistema de produção just-in-time em uma indústria metalúrgica, usando simulação discreta e técnicas de projeto de experimentos de Taguchi.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). PPGEPS – UFSC, Florianópolis, 1997.

TELES, V. M. **Extreme Programming: Aprenda a encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade.** Editora Novatec. São Paulo, Brasil, 2004.

THOMPSON JR, A. **Tomada de decisão sob condições de certeza, risco e incerteza.** Caderno de Estudos. Porto Alegre. UFRGS, 1995.

VERMEZ, D., BUCHS D., PIERREHUMBERT G. **Perspectives in the use of coloured Petri nets for risk analysis and accident modeling.** Safeti Science, Volume 41, Issue 5. Pág. 445-463. Junho/2003.

YU, Yong; LI, Tong; LIU, King; DAI, Fei; ZHAO, Na; **OR-transition Colored Petri Net and its Application in Modeling Software System.** Second International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining - School of Software, Yunnan University, Kunming, China (2009).

ZHAO, X., ZHOU, JIAN-ZHONG; FU, B.; LIU, H. **Research of Probability Petri Nets Model For Fault Diagnosis Based on Bayesian Theorem.** IEEE 7th World Congress on Intelligent Control and Automation, páginas 6253--6258 (2008).

ANEXOS

ANEXO A – RETROSPECTIVA: AVALIAÇÃO DE ESCOLHAS DA GERÊNCIA

PROJETO: Software Para Administração de Clubes (SAC)

APLICAÇÃO: _____

DISCIPLINA: Gerência de Requisitos

RESPONSÁVEL: _____

CHECKLIST - AÇÕES PREVENTIVAS

RISCO: Falta de Compromisso com a gerência do projeto Ação sugerida: Criação de um <i>Storyboard</i>	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

RISCO: Prazos Extrapolados Ação sugerida: Quebra de itens em tarefas de 16 horas (máximo)	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

RISCO: Falta de Envolvimento dos usuários do projeto Ação Sugerida: Revisão de funcionalidades com o cliente	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

RISCO: Duplicidade de Informações Ação Sugerida: Criação do Glossário de Termos	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

RISCO: Expectativa frustrada do cliente	
--	--

Ação Sugerida: Desenvolvimento de Protótipo do Sistema	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

RISCO: Escopo não claro Ação Sugerida: Detalhar Visão do Produto	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

RISCO: Acréscimo de funcionalidades idealizadas pela equipe sem o aval do cliente Ação Sugerida: Revisar funcionalidades com o cliente	
HOUVE RISCO? (sim) (Não)	ESCOLHA DO GERENTE FOI POSITIVA? (sim) (Não)

ANEXO B – PUBLICAÇÕES E PESQUISAS RELACIONADAS À PESQUISA DA DISSERTAÇÃO

Durante o desenvolvimento da dissertação foi realizada a seguinte publicação:

Local:

SBSI 2011 – Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação

Título:

Auxílio de Redes de Petri Coloridas no Apoio à Inspeção de Sprints Scrum

Autores:

Daniel Biasoli e Lisandra M. Fontoura