

# Uma Aplicação de Sistemas Multi-Agentes para Gerência Integrada de Riscos

Lui Magno Costa Araújo<sup>1</sup>, Mariela Inés Cortés<sup>1</sup>, Nécio de Lima Verás<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Ceará (UECE) Caixa Postal 1531 – 60740-000 – Fortaleza –CE - Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) - Tianguá – CE – Brasil  
lui-magno@hotmail.com, necioveras@gmail.com, mariela@larces.uece.br

**Resumo.** *O gerenciamento eficaz dos riscos em relação a escopo, tempo e custo é crítico para o sucesso do projeto. Situações não planejadas que representem riscos para o projeto podem ser originadas a partir do ambiente externo ou internamente às atividades de projeto. Neste artigo é apresentado um agente inteligente projetado para monitorar e gerenciar riscos, ARis, dentro de um ambiente multi-agente. As interações entre os agentes de monitoramento, controle e gestão de mudanças em relação ao agente de riscos ARis são descritas através de simulações, propiciando uma visão integrada do andamento do trabalho do projeto e ajudando na previsão e resolução de incertezas.*

**Abstract.** *Effective risk management in terms of scope, time, and cost is critical to project success. Unplanned situations that pose risks to the project may originate from the external environment or internment to the project activities. In this paper we present an intelligent agent designed to monitor and manage risks, ARis, within a simulation environment. The interactions between the agents of monitoring, control and change management, related to the risk agent ARis are described, providing an integrated view of the work progress of the project and helping in the forecasting and resolution of uncertainties.*

## 1.Introdução

O gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades de projeto de forma a atingir os seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração de um conjunto de processos importantes durante a execução do projeto que visa integrar todas as pessoas que estão trabalhando juntas durante um período de tempo relativamente longo [PMBOK 2013]. De uma forma geral, a qualidade de um projeto é influenciada pelo gerenciamento de necessidades conflitantes relativas a tempo, escopo e custo. Estes fatores compõem a chamada restrição tripla da qualidade. Por conta disso, é necessário um conjunto de políticas para garantir que escopo, tempo e custo do projeto estejam de acordo com o planejamento inicial, sendo: (a) gerenciamento do escopo necessário para garantir que o projeto inclua todo

o trabalho necessário; (b) gerenciamento do tempo necessário para realizar o término do projeto no prazo; (c) gerenciamento do custo para o planejamento, estimativa, orçamentação e controle de custos [PMBOK 2013].

A execução de um projeto é cercada de incertezas que representam riscos ao projeto, e precisam ser gerenciados. O risco do projeto é um acontecimento ou condição de incerteza, que se ocorrer, pode causar um efeito positivo ou negativo sobre uma etapa do desenvolvimento, afetando os já citados, escopo, tempo e custo.

O gerenciamento de riscos do projeto inclui os processos que tratam do planejamento, identificação, análise qualitativa e quantitativa, o planejamento de respostas e o monitoramento e controle. Esses processos interagem entre si e também com os processos de outras áreas de desenvolvimento de software [PMBOK 2013]. Todos esses processos são necessários ao menos uma vez durante o projeto e durante a execução eles irão se sobrepor e interagir.

Neste artigo é apresentado o agente de risco, ARis, especializado na classificação, previsão e mitigação de riscos. Na Seção 2 é apresentado o referencial teórico sobre sistema multi-agente e sobre os processos de monitoramento e controle do PMBOK. Na Seção 3 é ilustrado, a forma como o agente de riscos se relaciona no ambiente de projeto simulado e quais são suas contribuições ao processo, e é descrita a plataforma e linguagem utilizada para o desenvolvimento da simulação. Finalmente, a Seção 4 apresenta as conclusões.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Agentes e Ambientes**

Um agente é um sistema computacional encapsulado que está situado em algum ambiente e é capaz de ação flexível autônoma neste ambiente, a fim de alcançar seus objetivos de projeto [Jennings 1999]. O ambiente é onde esses agentes irão atuar, percebendo a sua evolução e realizando ações quando necessário. A expressão Sistema Multiagente refere-se à subárea de Inteligência Artificial que investiga o comportamento de um conjunto de agentes autônomos objetivando a solução de um problema que está além da capacidade de um único agente [Jennings 1999].

### **2.2. Processos de Monitoramento e Controle Integrado do Projeto**

Risco ou incerteza faz parte de todo processo de desenvolvimento e seu impacto nos objetivos do projeto pode influenciar no sucesso do projeto [PMBOK 2013]. O gerenciamento eficaz dos riscos em relação a escopo, tempo e custo irá determinar o nível de qualidade atingido. O gerenciamento de projetos envolve um conjunto de processos organizados em grupos e áreas de conhecimento.

Processos na área de integração incluem características de unificação, consolidação, articulação e ações integradoras essenciais para o término do projeto. Em particular, processos relativos ao monitoramento e controle de tempo, custo e escopo estão intrinsecamente relacionados pela dependência entre eles, onde mudanças de uma área em relação ao que tinha sido originalmente planejado certamente irá impactar em uma ou nas duas outras. Estes processos são influenciados pelas mudanças, que permeiam todo desenvolvimento e podem ser ocasionadas por fatores externos ou internos ao projeto, e que por sua vez podem gerar novas incertezas ou riscos a partir das ações adotadas pelo gerente [PMBOK 2013].



podemos ver na Figura 1. Os agentes na simulação apresentada neste trabalho foram programados na linguagem de programação chamada AgentSpeak, que é uma linguagem projetada para o desenvolvimento de Sistemas Multiagentes, usando JASON [Bordini e Hubner 2007]. Os ambientes foram criados com o auxílio do Cartago, um framework baseado no metamodelo Agentes e Artefatos, capaz de realizar simulações de Sistemas Multiagentes [Cartago 2016].

### 3.1 ARis e o Agente Gerente

No início da simulação, o ARis irá cadastrar os riscos enviados pelo gerente, este que irá classificar quantitativamente, de 1 a 10, cada risco cadastrado, de acordo com os três aspectos (escopo, tempo e custo) e a probabilidade do risco ocorrer. A partir destas informações, será construída uma Matriz de Probabilidade e Impacto de forma a determinar se a prioridade dos riscos é classificada como baixa, moderada ou alta [PMBOK 2013]. Podemos ver na Tabela 1 como cada classificação do gerente influencia na prioridade dada aos riscos.

**Tabela 1. Matriz de Probabilidade e Impacto criada pelo ARis para classificar Riscos.**

ARis: Matriz de Probabilidade e Impacto					
Impacto	Custo	Tempo	Escopo	Probabilidade	Importância
Risco A	0	0	2	30%	Baixo
Risco B	0	5	0	50%	Moderado
Risco C	5	0	0	70%	Alto
Risco D	1	2	0	90%	Alto
Risco E	4	0	0	30%	Moderado

A ocorrência de situações de risco é simulada no ambiente de projeto a partir de divergências entre no plano inicial do projeto e o desempenho atual das atividades. Uma vez identificado o risco, o ARis irá enviar para o gerente as informações que foram fornecidas por ele anteriormente, mostrando como essa divergência contribui para a ocorrência do risco cadastrado pelo gerente. Assim, o gerente terá um monitoramento minucioso dos riscos que acontecem no seu ambiente, podendo agir de acordo com suas respostas a essas situações.

### 3.2 ARis e o Ambiente de Projeto

Depois de classificar os riscos de acordo com as informações fornecidas pelo gerente, o ARis monitora o Ambiente de Projeto, e detecta quais situações de risco o ambiente de projeto pode (ou poderá) enfrentar. O ARis possui informações internas relacionadas à evolução do ambiente e das atividades do projeto, denominado estado interno. O estado interno do agente ARis inclui sua lista de riscos, representados por **RL** (riscos listados), que é um objeto com as características de **T** (tempo), **C** (custo), **E** (escopo), e **P** (probabilidade). Um conjunto de variáveis permite estabelecer o controle da trajetória do aumento/diminuição do risco dentro da simulação: **TrT** (Trajetória de risco de Tempo), **TrC** (Trajetória de risco de Custo) e **TeR** (Trajetória de risco de Escopo). Esses dados compõem o estado interno do ARis, cujos valores permitem que a função do agente determine quais riscos ocorreram dentro do ambiente. A seguir, o ARis compara essas informações com as percepções referentes ao Ambiente de

projeto(custoAtividade,tempoAtividade,escopoAtividade,custoAtual,tempoAtual,escopoAtual) . Monitorando e comparando essas variáveis e, a partir das regras condição ação, o ARis é

Percepções do Ambiente de Projeto	custoAtividade, tempoAtividade, escopoAtividade, custoAtual, tempoAtual,escopoAtual
Estado Interno do ARis	RL(Riscos Listados), T(tempo), C(custo), E(escopo) e P(probabilidade), TrT, TrC, TrE.
Ações do ARis (regras condição-ação)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. se (<math>TrE &gt; 0</math>) então Risco "A" foi afetado! faça(mensagem("O Risco "A" foi acrescentado de 5% , faltam '15%' para ele ocorrer, risco de importância "Baixa"")).</li> <li>2. se (<math>TrT &gt; 0</math>) então Risco "B" foi afetado! faça(mensagem("O Risco "B" foi acrescentado de '10%'. Faltam '40%' para ele ocorrer, risco de importância "Moderada"")).</li> <li>3. se (<math>TrC &gt; 0</math>) então Risco "C" foi afetado! faça(mensagem("O Risco "C" foi acrescentado de '50%'. Faltam '0%' para ele ocorrer, risco de importância "Alta"")).</li> </ol>

**Figura 3. Percepções do ARis, Estado Interno e Ações.**

capaz de determinar quais ações podem ser executadas. Por exemplo: supomos que um Risco “A” foi registrado na Lista de Riscos, esse Risco “A” tem a variável  $T = 5$ , ou seja, seu impacto em relação ao tempo é classificado como 5 na escala de 1 a 10, tem 50% de impacto no Tempo do projeto. Ao acontecer um aumento de X% no Ambiente de Projeto, o ARis irá perceber o aumento na variável tempoAtividade e irá comparar o quanto esse aumento influenciará no Risco “A”, ou seja, agora esse risco estará mais próximo de acontecer.  $T$ (variável que classifica o risco listado) - (tempoAtual - tempoPlanejado) =  $TrT$  é a fórmula que determina o número de  $TrT$ . O ARis é concebido para emitir mensagens sempre que for detectado algum distúrbio nas variáveis correspondentes ao escopo, tempo e custo. Cada mensagem enviada é baseada na comparação de informações mantidas pelo agente e percebidas da evolução do ambiente, como é possível perceber na Figura 3, onde estão listada as ações do agente, seus estados internos e suas percepções do ambiente.

### 3.3 ARis e sua relação com o ACon

Para uma resposta eficiente a riscos, o ARis deve supervisionar o Ambiente de Projeto de acordo com sua Lista de Riscos. Além disso, solicitações de mudanças gerenciadas e aprovadas pelo sistema multiagentes devem ser levadas em consideração uma vez que as ações do próprio sistema podem dar origem a riscos. Para isso, o Agente de Risco irá se comunicar com o ACon, com o objetivo de receber ações (preventivas e corretivas) e categorizá-las, de forma que as ações sugeridas pelo ACon sejam supervisionadas pelo ARis.

Em alguns casos, as ações preventivas/corretivas do ACon envolvem compensações de custo ou tempo com as atividades consequentes, por exemplo, se uma atividade “E” teve um atraso no tempo, o ACon irá compensar com custo nas próximas atividades. O ARis irá

receber a informação dessa compensação e comunicará ao gerente, com base na sua Lista de Riscos, enumerando assim quais ações do ACon podem acarretar riscos futuros. Dessa forma, o Aris poderá contribuir com uma maior robustez para o sistema. Com isso, os agentes devem obter uma maior relação de contribuição, conseqüentemente, um melhor desenvolvimento do projeto. Como trabalho futuro, além das ações de monitoramento, prevenção e correção serão implementadas no agente, assim como o impacto dessas ações no ambiente de projeto.

#### **4. Conclusão**

Riscos mal gerenciados podem levar um projeto ao fracasso, portanto é de extrema importância a adoção de ferramentas que possibilitem o gerenciamento adequado dos riscos minimizando os efeitos negativos para o desenvolvimento no processo. Neste artigo é apresentado o projeto do agente de risco ARis e sua integração com um ambiente de gerência simulado por agentes. O ARis fornece ao gerente suporte na classificação, quantificação e detecção de riscos de forma proativa. Trabalhando de forma integrada com os agentes de monitoramento, mudanças e controle, o ARis possibilita gerenciar ameaças decorrentes da própria evolução do ambiente de projeto, assim como também provenientes de ações de controle tomadas pelo gerente advindas de mudanças requeridas no decorrer do desenvolvimento.

#### **5. Agradecimento**

O presente trabalho foi suportado pelo Conselho Nacional Científico e Tecnológico, e pela Universidade Estadual do Ceará.

#### **6. Referências**

- Bordini R. H., Hubner J. F., Wooldridge M.. Programming Multi-Agent Systems in Agent Speak Using Jason, John Wiley & Sons, 2007.
- Jennings R. Agent-Oriented Software Engineering, in F. Garijo & M. Boman, eds. Proceedings of the 9th European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a multi-agent World: Multi-Agent System Engineering (MAAMAW-99), Vol. 1647, Springer-Verlag: Heidelberg, Germany, pp 1-7. 1999.
- PMI. PMBoK: Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBoK). PMI. Estados Unidos: 5o Ed. 2013.
- Russel S., Norvig P. Inteligência Artificial. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus. 1996.
- Sommerville I. Engenharia de software, Addison Wesley São Paulo. 2009.
- Veras, N.L.; Cortés, M.I.; Queiroz, A. C. P. Abordagem Proativa para a Gestão Integrada dos Trabalhos de Projeto. Revista de Informática Teórica e Aplicada: RITA, v. 22, p. 166-180, 2015.
- Cartago(Common Artifact infrastructure for Agents Open Environment) - <http://cartago.sourceforge.net//>