



PROPOSTA DE UM PMBOK SIMPLIFICADO PARA A SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS POR MEIO DA ANÁLISE DA GESTÃO DE PROJETOS: PESQUISA-AÇÃO EM UMA EMPRESA DE MANUFATURA DE ALTA TECNOLOGIA

Tábata Fernandes Pereira
tabatafp@gmail.com
José Arnaldo Barra Montevechi
montevechi@unifei.edu.br
Mona Liza Moura de Oliveira
monaoli@yahoo.com.br

Instituto de Engenharia de Produção e Gestão
Universidade Federal de Itajubá
Av. BPS, 1303, Pinheirinho, Itajubá – MG

RESUMO

A SED é uma poderosa ferramenta de análise de estudo de sistemas complexos. Existem inúmeras metodologias que podem ser encontradas na literatura, a fim de auxiliar analistas em como conduzir modelos de simulação. No entanto, quando se olha para o aspecto de gerenciamento desses projetos, não são encontrados artigos que abordem essa questão. Somando o fato de que projetos de simulação são pesados e possuem uma grande quantidade de dados, estes se tornam difíceis de gerenciar. Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo propor um guia simplificado para o gerenciamento de projetos de simulação. O método da pesquisa-ação foi aplicado em uma empresa, onde foi realizado um projeto de simulação, com isso pode-se obter informações necessárias para a proposta. Ao final do trabalho, conduziu-se a validação do constructo. Pelos resultados observou-se que a proposta foi bem avaliada pelos respondentes e trouxe benefícios para o processo de gestão dos mesmos.

PALAVRAS CHAVE. Simulação a Eventos Discretos, Gerenciamento de Projetos, PMBOK®.

Área principal: Sim.

ABSTRACT

DES is a powerful analysis tool for studying complex systems. There are numerous methodologies that can be found in the literature to assist analysts in how to conduct simulation models. However, when looking at the management aspect of these projects, no articles are found that address this issue. Adding to the fact that simulation projects are heavy and have a lot of data, it becomes difficult to manage. Within this context, this work aims to propose a simplified guide for the management of simulation projects. The action-research method was applied to a manufacturing company, where a simulation project was carried out, so that information can be obtained for the proposal. At the end of the study, the construct was validated. From the results, it was observed that the proposal was well evaluated by the respondents and brought benefits to the management process of the same.

KEYWORDS. Discrete Event Simulation, Project Management, PMBOK®.

Main area: Sim.



1. Introdução

A Simulação Eventos Discretos (SED) é considerada uma poderosa ferramenta de auxílio à tomada de decisão utilizada para estudar e analisar, principalmente, sistemas complexos, por meio de um modelo computacional. Esta ferramenta oferece melhorias para o sistema em estudo, sem interferir na realidade efetivamente, dessa forma o tomador de decisão pode avaliar e selecionar o melhor plano de melhorias para o aperfeiçoamento de seu sistema.

Segundo Tako (2014), a SED é uma abordagem de modelagem amplamente utilizada, porém pouco se sabe sobre os processos de modelagem e metodologia adotadas pelos analistas na prática. Nesse sentido, Sturrock (2014) afirma que desenvolver um projeto de simulação é muito mais do que apenas construir um modelo computacional, para isso é necessário desenvolver habilidades que vão além de apenas conhecer uma ferramenta particular de simulação. Balci (1989) afirma que ao considerar o avanço da SED, não é nenhum desafio desenvolver um programa de computador que aceita um conjunto de entradas e produz um conjunto de saídas para fazer simulação, no entanto o desafio está em fazê-lo direito.

Para Sadowski e Grabau (1999) destacam que desenvolver projetos de simulação é um verdadeiro desafio para analistas, em que se gasta muito tempo e esforço devido a grande complexidade dos sistemas. Skoogh e Johansson (2008) afirmam que projetos de simulação são pesados e possui uma grande quantidade de dados, o que consome muito tempo para se gerenciar.

Segundo [Timm e Lorig 2015], existem algumas sistemáticas presentes na literatura, que possuem o objetivo de auxiliar os analistas de simulação a conduzirem estes projetos de simulação, tais como Mitroff et al. (1974), Maria (1997), Banks et al. (1998), Brooks e Robinson (2000) Carson II (2005), Law (2006), Sargent (2010) e Balci (2011). No entanto, estas sistemáticas apresentam as etapas que devem ser executadas para a construção de um projeto de simulação. Quando se considera aspectos relacionados ao gerenciamento desses projetos e das fases que o compõe, observa-se uma grande lacuna na literatura.

Hugan (2014), Sturrock (2014) e Balci (2011) tentam abordar conceitos que envolvem a área de gerenciamento de projetos, a fim de corroborar com o bom desenvolvimento dos projetos de simulação e, conseqüentemente, atingir o sucesso destes projetos. Contudo, estes trabalhos tratam de maneira superficial estes tópicos, em que ainda não é possível obter informações suficientes e necessárias para se gerir um projeto de simulação.

Considerando esta lacuna existente na literatura e o fato de que a área de gerenciamento de projetos é um campo em pleno crescimento, aplicaram-se princípios da área de gerenciamento de projetos para o desenvolvimento e a gestão de projetos de simulação. Dentro desta abordagem, o objetivo principal deste trabalho consiste em propor um PMBOK simplificado por meio da avaliação da aderência da gestão de projetos em um projeto complexo de Simulação a Eventos Discretos, conduzido em uma empresa de manufatura de alta tecnologia. Para atingir este objetivo, foram seguidos o método e as etapas da pesquisa-ação.

O trabalho se desdobra em seis seções. A primeira contextualizou o tema de pesquisa investigado. A segunda irá abordar uma breve revisão da literatura sobre Simulação a Eventos Discretos e Gerenciamento de Projetos. A terceira irá mostrar o método de pesquisa. Na quarta seção é seguido e aplicado o método de pesquisa. A quinta seção serão exibidos os resultados. Por fim, na última seção são apresentadas as conclusões.

2. Referencial Teórico

2.1 Simulação a Eventos Discretos

Conforme Ahmed (2016) e Zhang et al. (2008), a simulação é a imitação da operação de um processo de mundo real ou sistema ao longo do tempo. Os autores a consideram como uma técnica popular para desenhar modelos de sistemas de produção que simulam operações reais e analisam diferentes cenários, mantendo um controle sobre custos e tempo, reduzindo a necessidade de realizarem experiências reais.



Booker (2016) e Botín (2015) afirmam que a SED é um método que prossegue através de tempo discretos, onde o estado do sistema muda, devido à ocorrência de um evento. Além disso, para os mesmos autores, a SED pode incorporar os efeitos da variabilidade do sistema, usando distribuições de probabilidade e parâmetros, estimados para caracterizar as variáveis do sistema de incerteza e risco.

2.2 Gerenciamento de Projetos

O termo gerenciamento de projetos pode ser definido como a aplicação disciplinada de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades para atender aos requisitos do projeto [PMBOK® 2013] e [Turner e Müller 2005]. Segundo Vargas (2016, p. 7) o gerenciamento de projetos é: “um conjunto de ferramentas que permite que a empresa desenvolva um conjunto de habilidades, incluindo conhecimento e capacidades individuais, destinados ao controle de eventos não repetitivos, únicos e muitas vezes complexos, dentro de um cenário de tempo, custo e qualidade predeterminados”.

Para Larson e Gray (2016) o gerenciamento de projetos é um conjunto poderoso de ferramentas que possibilitam o planejamento, implementação e gerenciamento de atividades para alcançar objetivos organizacionais específicos. Segundo Patah e Carvalho (2012, p. 182), “uma sistemática de projetos pode ser composta por métodos, pacotes de ferramentas e modelos de projetos”. Sendo assim, para os autores, a gestão de projetos pode ser considerada como a aplicação sequencial de processos estruturados, repetidos e contínuos que permite dar passos rumo à institucionalização de práticas padronizadas.

Existem várias metodologias voltadas para o direcionamento do gerenciamento de projetos. Dentre eles, existe o Guia PMBOK®. O Guia é a estrutura de gerenciamento de projeto mais importante e reconhecida internacionalmente [Nasir et al. 2015]. De acordo com Dinsmore e Cabanis-Brewin (2009, p. 18), o PMBOK® foi o primeiro e inteiramente novo conjunto de conhecimentos em Gerenciamento de Projetos publicado pelo PMI – Project Management Institute. Segundo Patah e Carvalho (2012), este guia é um dos mais completos conjuntos de métodos, apresenta conteúdos relacionados a projetos, valor, escritório de projetos e aspectos estratégicos da gestão de projetos. Este é composto pelo estudo de dez áreas do conhecimento dentro da gestão de projetos: Integração, Escopo, Tempo, Custos, Partes Interessadas, Recursos Humanos, Aquisições, Comunicação, Riscos e Qualidade.

3. Método de Pesquisa

Segundo Brown e Dowling (2001), a pesquisa-ação se aplica “a projetos em que os práticos buscam efetuar transformações em suas próprias práticas...”. Este tipo de pesquisa refere-se à implantação de uma ação por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação, em que pesquisadores desempenham papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas Thiollent (2007).

Segundo Mello et al. (2012), na pesquisa-ação, o termo pesquisa se refere à produção do conhecimento e o termo ação se refere a uma modificação intencional da realidade. Dessa forma, para a aplicação da pesquisa-ação será utilizado o conteúdo e sequência construídos por Mello et al. (2012), com base nos trabalhos de Westbrook (1995), Coughlan e Coghlan (2002) e Thiollent (2007), no qual se resume em: 1. Planejar a pesquisa-ação; 2. Coletar dados; 3. Analisar dados e Planejar as ações, 4. Implementar as ações 5. Avaliar resultados e Gerar relatórios.

4. Aplicação do Método de Pesquisa

4.1 Planejar pesquisa-ação

A primeira fase da pesquisa-ação consiste em realizar o planejamento de como será a pesquisa, para isto, esta fase está desdobrada em quatro etapas: iniciar projeto de pesquisa-ação,



definir estrutura conceitual-teórica, selecionar unidade de análise e técnicas de coleta de dados e definir contexto e propósito, cada uma dessas etapas será detalhada a seguir.

No caso deste trabalho, a iniciação do projeto se deu pela iniciação dirigida pela pesquisa. No início do segundo semestre de 2014, conduziu-se uma investigação sobre Simulação a Eventos Discretos e Gerenciamento de Projetos, isoladamente do objeto de estudo, implementando o mapeamento da literatura e ressaltando os pontos que já foram desenvolvidos, estudados e publicados, nesta linha de pesquisa. No entanto, os resultados desta investigação foram escassos, sendo encontrados poucos trabalhos que abordaram essa visão. Adicionalmente, nenhum trabalho realmente propunha a abordagem na qual se está desenvolvendo neste artigo, estes somente faziam uma alusão ao que aqui se pretende, o que comprova o ineditismo da mesma.

Ao início do ano de 2015, aconteceu uma parceria entre universidade e empresa, em que um projeto de simulação foi desenvolvido para o estudo de alguns problemas encontrados dentro da empresa. A equipe teórica da Universidade constatou a falta de ferramentas e padrões para desenvolver o gerenciamento deste projeto, assim buscaram por um profissional teórico que auxiliasse na solução deste problema. Sendo assim, os conceitos iniciais levantados na iniciação dirigida pela pesquisa puderam ser aplicados na prática.

A estrutura conceitual-teórica consiste na elaboração da revisão da literatura do trabalho. Esta, por sua vez, compreende uma visão crítica da área em questão, por meio do estudo da literatura, trazendo aspectos significantes para pesquisador e leitor. Complementarmente, a revisão da literatura identifica e organiza os conceitos encontrados em trabalhos relevantes, com o objetivo de captar o estado da arte de um campo do conhecimento. A partir dessa revisão de trabalhos antigos (clássicos) e recentes, torna-se possível identificar áreas nas quais uma pesquisa mais profunda poderia ser benéfica [Rowley e Slack 2004 e Mello et al. 2012]. A estrutura conceitual teórica e o delineamento das ideias, proposições, questão de pesquisa e objetivos foram sendo explanados no decorrer das seções 1 e 2.

O objeto de estudo deste trabalho é uma multinacional estadunidense chamada Honeywell®, que oferece produtos e serviços em diferentes mercados: aeroespacial, eletrônica, industrial, segurança, automotivo, entre outros. Fundada em 1904 por Mark Honeywell®, a empresa possui 127.000 funcionários em diferentes centros espalhados por todos os continentes [Honeywell® 2016]. De fato, o objeto de estudo é o projeto de simulação que ocorreu dentro da empresa, juntamente com uma equipe externa de analistas de simulação. O projeto recebeu o nome de Neotropic, tendo por finalidade desenvolver modelos computacionais das linhas de produção, propor e executar ações de melhorias a partir da aplicação das técnicas de Simulação a Eventos Discretos e Mapeamento do Fluxo de Valor. O centro Honeywell® estudado neste estudo está localizado em Itajubá, fabrica produtos eletrônicos compostos por scanners, coletores e tags das marcas "Sem Parar®" e "ConectCar®". O objeto de estudo selecionado para o trabalho atende aos critérios de seleção da pesquisa, que são: é um projeto de simulação grande e complexo, que pretende ser utilizado e reutilizado ao longo dos anos, será desenvolvido por múltiplos analistas, será desenvolvido em mais de um ano e terá a verificação e validação conduzidas pelos analistas e membros da empresa, além de ser uma empresa multinacional líder no mercado mundial.

[Mello et al. 2012] acreditam que a combinação e o uso de diferentes técnicas favorecem a validade do constructo na fase de coleta de dados. Para o artigo foram utilizados, principalmente, os dados secundários, coletados por meio de entrevistas estruturadas e não-estruturadas, observação participante e não participante, pesquisa documental e questionários.

A definição do contexto e propósito da pesquisa consiste em descobrir o campo da pesquisa, os interessados e suas expectativas, fazendo um primeiro diagnóstico da situação, dos problemas prioritários e de eventuais ações que estabelecem os objetivos do trabalho. Os interessados da pesquisa foram identificados por meio de uma reunião inicial que aconteceu entre o professor gerente do time de desenvolvimento da Universidade Federal de Itajubá e o Diretor da planta da Honeywell®. Foram levantados os nomes de pessoas habilitadas para trabalhar no projeto e também as funções nas quais deveriam ser preenchidas posteriormente. Esta lista de nomes e funções foi analisada e filtrada, mantendo apenas os nomes dos membros-chave que serão necessários para a pesquisa-ação. O Tabela 1 mostra os envolvidos na pesquisa-ação.



Tabela 1 - Membros envolvidos no projeto e na pesquisa-ação

| Quantidade | Funções |
|------------|---|
| 1 | Gerente do Projeto do time de desenvolvimento |
| 2 | Tutores do time de desenvolvimento |
| 2 | Tutores da planta da empresa |
| 2 | Mestrandos do time de desenvolvimento |
| 2 | Estagiários do time de desenvolvimento que irão trabalhar dentro da empresa |
| 2 | Profissionais de Tecnologia de Informação |

4.2 Coletar dados

O projeto Neotropic teve início em janeiro de 2015. Inicialmente foi realizada uma reunião entre os coordenadores do projeto, a fim de definir as questões preliminares, tais como a quantidade de membros do projeto, o tempo de duração, os objetivos iniciais, aspectos relacionados a custos, entre outros. Essa primeira definição não foi documentada. Então, uma segunda reunião, já com todos os aspectos definidos, foi agendada, e ambos os coordenadores assinaram, assim, o contrato em que realmente dava-se início ao desenvolvimento do projeto.

Como primeira forma de coleta de dados do trabalho, foi solicitado a um membro da empresa que respondesse um questionário inicial. Neste questionário foram abordadas questões sobre como acontece o gerenciamento de projetos dentro da empresa. O respondente informou, resumidamente, que a maioria dos projetos segue algumas fases (Viabilidade, Estratégia, Planejamento, Execução e Encerramento), que normalmente são gerenciadas por um Gerente do Projeto Geral, este gerente ainda conta com um time multidisciplinar que auxilia em cada fase e para passar de fase, com reuniões com o time global e liderança.

O respondente ressaltou que eles não utilizam nenhuma ferramenta computacional para gerenciar o cronograma e as atividades do projeto, no entanto utilizam um Sistema web, onde adicionam arquivos e documentos de cada etapa. Para o levantamento inicial dos requisitos, o respondente disse que são realizadas reuniões com a equipe de vendas, marketing e operações para definição do escopo, e que as informações mais importantes olhadas ao início do projeto estão relacionadas com a viabilidade financeira, demanda de mercado e tempo de retorno.

O respondente ainda ressaltou que os projetos são acompanhados por reuniões semanais globais e reuniões por tópicos principais. A comunicação entre os membros envolvidos, geralmente, é pessoalmente ou por e-mails e vídeo conferências. As partes do projeto são integradas, principalmente, por meio do gerente de projeto. Por fim, o respondente disse que a avaliação do andamento do projeto é conduzida comparando o que foi realizado com o que foi planejado.

Essas informações iniciais levantadas mostraram como o gerenciamento dos projetos é feito pela empresa, dessa forma, essas informações auxiliaram na elaboração de como essa proposta seria desenvolvida. A questão de utilizar um sistema de gerenciamento de arquivos foi motivada pela empresa não utilizar nenhuma ferramenta computacional. A forma de comunicação que a empresa, geralmente, utiliza, praticamente foi a mesma forma utilizada durante a execução do projeto, somando outras ferramentas. O acompanhamento do projeto também foi feito comparando-se o planejado com o executado. Enfim, essas informações foram importantes para delinear as fases posteriores do projeto.

O projeto teve seu início com o planejamento de como seria o gerenciamento desse projeto. Esse planejamento se deu durante as reuniões entre o time de desenvolvimento, pois nas reuniões seriam estabelecidas as ferramentas que seriam utilizadas, formas de comunicação, integração, avaliação e todos os próximos passos. Assim, o acompanhamento das reuniões iniciais, foram cruciais para a implementação da proposta.

As reuniões aconteciam semana e mensalmente. As reuniões semanais envolviam os membros do time de desenvolvimento do projeto. E uma vez por mês aconteciam as reuniões com os membros da empresa, que tinham como objetivo apresentar ao cliente, como estava o andamento do projeto e mostrar se as atividades estabelecidas para o mês foram atingidas.



Dessa forma, iniciou-se a coleta dos dados para a proposta, que basicamente consistiu em definir como seriam executados os dez gerenciamentos fornecidos pelo PMBOK® (2013): Integração, Escopos, Tempo, Custos, Recursos Humanos, Comunicação, Aquisição, Partes Interessadas, Riscos e Qualidade.

Para a coleta de dados dos gerenciamentos utilizou-se dos conceitos apresentados pelo PMBOK® (2013) e, principalmente, de entrevistas que foram conduzidas diretamente com o Gerente do Projeto, dessa forma, este pode transferir os dados que eram necessários para o trabalho. Como resumo de todos os dados que foram coletados, tem-se como principais fontes de acesso dessas informações: apresentações, planilhas e documentos fornecidos pelo time de desenvolvimento, notas fiscais, informações pessoais dos membros, padrões de documentação oferecido pelo PMBOK®, gravações realizadas durante as reuniões, fotos e respostas dos questionários aplicados.

A principal observação realizada durante a coleta dos dados foi que o time de desenvolvimento possui uma maneira tradicional de gerenciar um projeto de simulação, no entanto, faltam padronizações e documentos que são importantes para comprovar a validade da simulação, além de oferecer provas da documentação acordada entre empresa e time e também fornecer proveitoso conhecimento para futuras consultas.

4.3 Analisar dados e planejar ações

Esta fase se desdobra em duas etapas: analisar os dados, e a partir disso, elaborar o plano de ações. Para Coughlan e Coghlan (2002), o principal aspecto crítico da análise de dados na pesquisa-ação é a questão de ela ser colaborativa, tanto o pesquisador, quanto os membros do sistema fazem-na juntos.

O principal resultado dessa etapa de análise de dados se dá pela elaboração e documentação de um Plano de Ações. Este plano deve incluir todas as recomendações para a solução do problema, bem como indicar os responsáveis pela sua implantação e o prazo dela. As recomendações devem ser elaboradas e registradas de maneira conjunta pelos pesquisadores e pelos participantes da organização [Mello et al. 2012]. Partindo destes conceitos estabelecidos por Coughlan e Coghlan (2002) e Mello et al. (2012), foi elaborado o Plano de Ações para esta tese, como pode ser visto no Quadro 1.

Quadro **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.** 1 - Planejamento das ações do projeto

| Ações | Mês 1 | Mês 2 | Mês 3 | Mês 4 | Mês 5 | Mês 6 | Mês 7 | Mês 8 | Mês 9 | Mês 10 | Responsável |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---|
| 1. Traçar conceitos básicos e fundamentais sobre Simulação a Eventos Discretos, Gerenciamento de Projetos e Abordagem Contingencial; | | | | | | | | | | | Pesquisadora. |
| 2. Identificar por meio da Abordagem Contingencial qual a melhor estrutura para guiar o gerenciamento do projeto de simulação; | | | | | | | | | | | Pesquisadora. |
| 3. Apresentar a estrutura e como esta será desenvolvida no trabalho; | | | | | | | | | | | Pesquisadora; |
| 4. Implementar a metodologia dentro do objeto de estudo | | | | | | | | | | | Pesquisadora; membros do time e da empresa. |
| 5. Analisar os resultados, tanto por meio do time de desenvolvimento, como para a empresa, cliente e objeto deste estudo. | | | | | | | | | | | Pesquisadora. |

4.4 Implementar ações

Segundo Mello et al. (2012), nesta etapa os participantes da pesquisa implementam o plano de ação. Para Coughlan e Coghlan (2002), o plano deve ser implantado de forma colaborativa com os membros-chave da organização. De acordo com Thiollent (2007), a ação corresponde ao que



precisa ser feito (ou transformado) para realizar a solução de um determinado problema, visando ainda refinar ou estender a teoria pesquisada, uma vez que os métodos qualitativos contribuem pouco na geração de novas teorias.

A primeira tarefa do plano de ações consiste em:

Ação 1: Traçar conceitos básicos e fundamentais sobre Simulação a Eventos Discretos, Gerenciamento de Projetos e Abordagem Contingencial

Essa ação tem por objetivo conduzir uma análise de literatura em busca de conceitos importantes, que serão a base para a construção lógica do conhecimento que suportará o desenvolvimento desta tese. Para cumprir esta tarefa de forma organizada e com vistas em obter o rigor científico desejado, esta etapa foi consolidada ao longo da explanação da seção 2, apresentando os principais conceitos dos temas chave desta tese.

As próximas duas ações do plano foram desenvolvidas em conjunto:

4.5.2 Ação 2: Identificar por meio da Abordagem Contingencial qual a melhor estrutura para guiar o gerenciamento do projeto de simulação

4.5.3 Ação 3: Apresentar essa estrutura e como esta será aplicada no trabalho

Delineou-se que as metodologias de gestão de projetos adequadas para projetos de simulação estão dentro do contexto de uma metodologia tradicional, pois são projetos complexos, com grande número de atividades a serem executadas, além de melhorar a capacidade do processo através da padronização, medição e controle do projeto. Para se definir dentro das metodologias tradicionais qual delas seria a mais apropriada, foram conduzidas algumas análises, considerando as características da simulação. A fim de levantar na prática quais são os pontos que devem ser pensados antes de se desenvolver um projeto voltado para a simulação, foram obtidas de trabalhos como Sturrok (2014) e Hugan (2014) algumas questões-chaves que possuem o objetivo de auxiliar os analistas. As questões são:

- Quais são os objetivos do projeto?
- Qual será a dimensão do projeto?
- Qual será o nível de detalhes?
- Quais membros comporão o time de desenvolvimento?
- Quanto tempo durará o projeto?
- Quais ferramentas serão utilizadas?
- Como será o meio de comunicação entre os membros do projeto? E entre o cliente?
- Como serão gerenciados os riscos, em caso de erros ou acontecimentos inesperados?

Dessa forma, para coletar quais as informações são necessárias para se desenvolver um projeto de simulação foram utilizadas essas questões para a elaboração de um quadro feito diretamente com o Gerente do Projeto, a pessoa com mais experiência em simulação nesse projeto. Além da utilização das questões acima listadas, também foram utilizados de ferramentas como questionários, *brainstorm* e mapa mental. Os questionários foram aplicados para especialistas em simulação de Universidades americanas e brasileiras. Utilizando dessas técnicas, questionou-se o Gerente do Projeto e demais respondentes quanto aos pontos que devem ser considerados para o desenvolvimento de um projeto de simulação, assim, a medida que as questões eram levantadas, o gerente ressaltava esses pontos. Com isso, pode-se, posteriormente, analisar essas informações e separar esses pontos em categorias. Ao final dessa análise, conclui-se que o Guia PMBOK® (2013) é a metodologia que abrange todas as características da simulação, sendo dessa forma, a metodologia mais adequada para este estudo.

Ação 4: Implementar a metodologia dentro do objeto de estudo

O propósito desta etapa consiste em cumprir com o objetivo estabelecido neste trabalho, no qual se resume na proposição de uma sistemática para gerenciar projetos de simulação e com isso, auxiliar os pesquisadores na área. Nesta etapa, desenvolveu-se o gerenciamento de cada área do conhecimento estabelecida. No entanto, cabe ressaltar que serão utilizados os fundamentos oferecidos pelo PMBOK® para guiar a gestão do projeto de simulação, contudo, não necessariamente serão utilizadas todas as informações contidas no mesmo, pois respeitar-se-á as especificidades da simulação.



De forma a ilustrar a proposta aqui apresentada, elaborou-se um quadro, no qual resume todos os dez gerenciamentos do Guia. Em cada coluna são apresentadas as etapas que devem ser seguidas por um Gerente de Projetos de Simulação, para se executar um projeto da mesma área. Devido a questões de limitação de espaço, é apresentado no Quadro 2, apenas 3 dos gerenciamentos.

Quadro 2 – Parte do PMBOK Simplificado para Simulação a Eventos Discretos

| PMBOK Simplificado | | |
|--|---|---|
| Gerenciamento de Escopo | Gerenciamento de Aquisições | Gerenciamento das Partes Interessadas |
| Reuniões com cliente para entender o objetivo do projeto | Verificar o que precisa ser comprado | Identificar quais são todos os envolvidos no projeto |
| Elaboração do escopo do projeto (documento), já incluindo prazos, orçamentos e pessoas | Conduzir a compra efetiva dos equipamentos | Definir até em que momentos esses envolvidos estão diretamente relacionados com o projeto |
| Concordar com o cliente sobre o escopo | Controlar e acompanhar essas aquisições (documento) | Levantar quais tipos de interesse, poder e influência cada um possui |
| Controlar e acompanhar a condução do projeto com o a delimitação do escopo | Manter documentos de compras | Traçar estratégia para administrar esses membros e os conflitos que vierem a ocorrer |

O Quadro 3 apresenta parte da proposta do trabalho, no qual se resume em propor um PMBOK simplificado para analistas da área de simulação. Como pode ser observado no quadro, para cada gerenciamento foram propostas algumas atividades a serem executadas. Essa proposição foi feita baseando-se nos conceitos do PMBOK® que foram aplicados no caso real de simulação que aconteceu na empresa Honeywell®. Sendo assim, os conceitos do PMBOK® foram estudados e filtrados para a realidade da simulação. Como exemplo, tem-se o Gerenciamento do Escopo. Inicialmente, se propõe que sejam conduzidas reuniões entre cliente e time de desenvolvimento para entender o objetivo do projeto e informações iniciais. Em seguida, sugere-se que o escopo seja elaborado, incluindo informações como tempo, custos e pessoas. Posteriormente, fecha-se o acordo entre empresa e time. Por fim, faz-se o controle e acompanhamento do escopo ao longo do desenvolvido do projeto de simulação.

Ação 5: Analisar os resultados, tanto por meio do time de desenvolvimento, como para a empresa, cliente e objeto deste estudo

A última ação do plano desta tese será apresentada na de análise dos resultados, juntamente com a fase final da pesquisa-ação: avaliar resultado e gerar relatório, em que foi possível conduzir a análise dos dados obtidos por meio da aplicação de questionários para a empresa e time de desenvolvimento, a fim de avaliar a proposta implementada.

5. Análise dos resultados

A proposta de aplicar conceitos de gestão de projetos nesse caso de simulação conseguiu padronizar o processo de se fazer um projeto de simulação, ou seja, pode-se propor o uso de documentos formalizados em cada etapa do projeto de simulação. Na fase de concepção utilizaram-se os documentos: Termo de Abertura do Projeto, Plano de Gerenciamento e Contrato, como forma de firmar e iniciar a parceria entre cliente e time de desenvolvimento. Nesses documentos já estavam presentes as informações do escopo do projeto, bem como os objetivos, tempo, custos, entre outros. Na etapa da implementação da simulação tem-se o documento de Solicitação de Mudanças e Relatório de Desempenho, em que o Gerente do Projeto pode acompanhar e avaliar como estava o andamento do projeto e, conseqüentemente, verificar o alinhamento com o escopo do projeto. Por fim, na fase de análise, utilizaram-se os documentos: Termo de Encerramento do



Projeto e Relatório de Lições Aprendidas, em que se pode, dessa forma, obter uma visão geral por parte de todos os integrantes, de como foi a condução do projeto de simulação.

Adicional a esses descobrimentos, percebeu-se que para o gerenciamento de um projeto de simulação pode-se seguir uma estrutura que contém as etapas de desenvolvimento, baseando-se nos princípios de gestão de projetos. Sendo assim, elaborou-se a Figura 1, a fim de representar como esse projeto de simulação foi gerenciado, utilizando para isso as áreas do conhecimento presentes no Guia PMBOK® (2013).

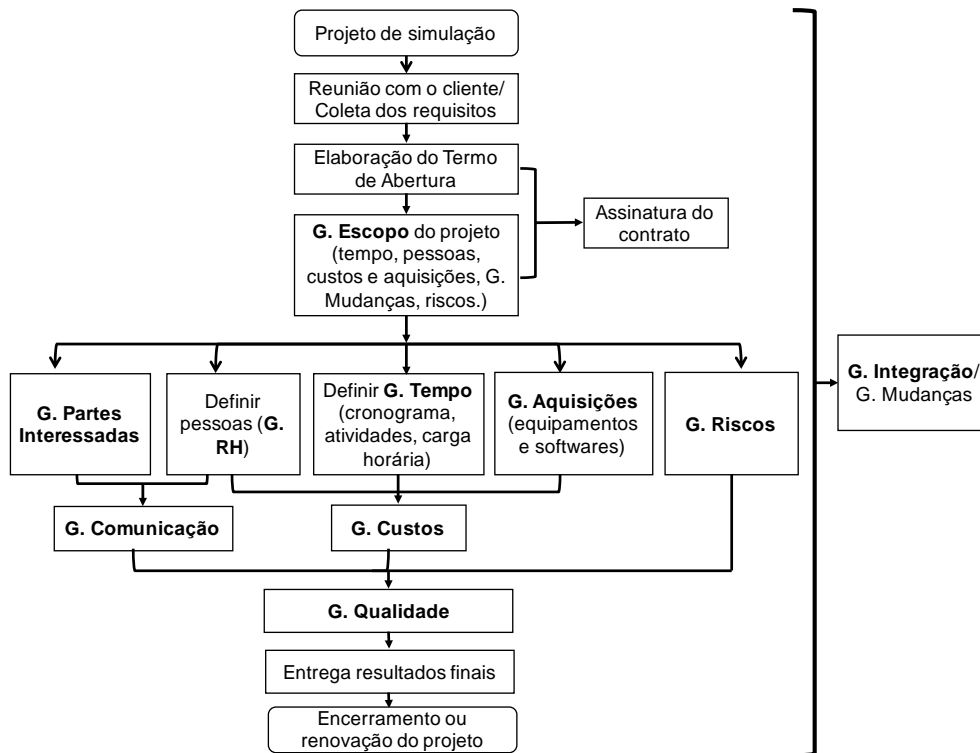


Figura 1 - Estrutura para o gerenciamento de projetos de Simulação a Eventos Discretos

A estrutura inicia por meio da reunião com o cliente para entender quais seriam os objetivos do projeto, os requisitos, os limites de contornos, entre outros. Com isso, elaborou-se o Termo de Abertura do Projeto, e em seguida, o Escopo do projeto, nesses documentos já foram definidas todas as informações definitivas como principais objetivos, o que seria feito e o que não seria feito, tempo de duração, quantidade de pessoas, principais entregas, equipamentos necessários, produto final, entre outros, dessa forma, pode-se assinar o contrato. Na parte de desenvolvimento do projeto, definiu-se quem eram as partes interessadas e as pessoas envolvidas no projeto para que pudesse ser conduzido o gerenciamento da comunicação. Em paralelo, tendo já as informações de pessoas, tempo, aquisições e riscos, foi possível também conduzir o gerenciamento de custos. Com o gerenciamento de comunicação, custos e riscos já bem conduzidos e administrados, pode-se gerenciar a qualidade do projeto de simulação, que foi auxiliada pelo gerenciamento da integração, que foi realizado ao longo do projeto.

Como forma de validar a proposta aqui apresentada, foi elaborado um questionário nas versões portuguesa e inglesa, que foi enviado para professores de simulação de universidades brasileiras e americanas, nos quais possuem anos de experiência nesse campo. O questionário baseou-se no conteúdo do Quadro 2, assim os respondentes foram requisitados a apontar em uma escala de cinco opções (Extremamente importante, Muito Importante, Importante, Pouco Importante, Não é importante), avaliando com a experiência de cada um, todos os pontos do quadro. Foram obtidos até o presente momento um total de 9 respostas. As mesmas foram



processadas e apresentadas na Figura 2. Devido a questões de limitação de espaço, apenas 3 gerenciamentos foram apresentados na Figura 2.

De forma geral, observa-se pela Figura 2 que a maioria das respostas apresentadas pelos respondentes ficaram entre as escalas Extremamente Importante e Importante, no entanto as respostas variaram bastante entre si. Ao mesmo tempo em que um ponto era Extremamente Importante para alguns respondentes, esse era Pouco Importante para outro respondente, acredita-se que este fato esteja diretamente relacionado com a forma de execução que cada especialista em simulação desenvolve em seus próprios projetos.

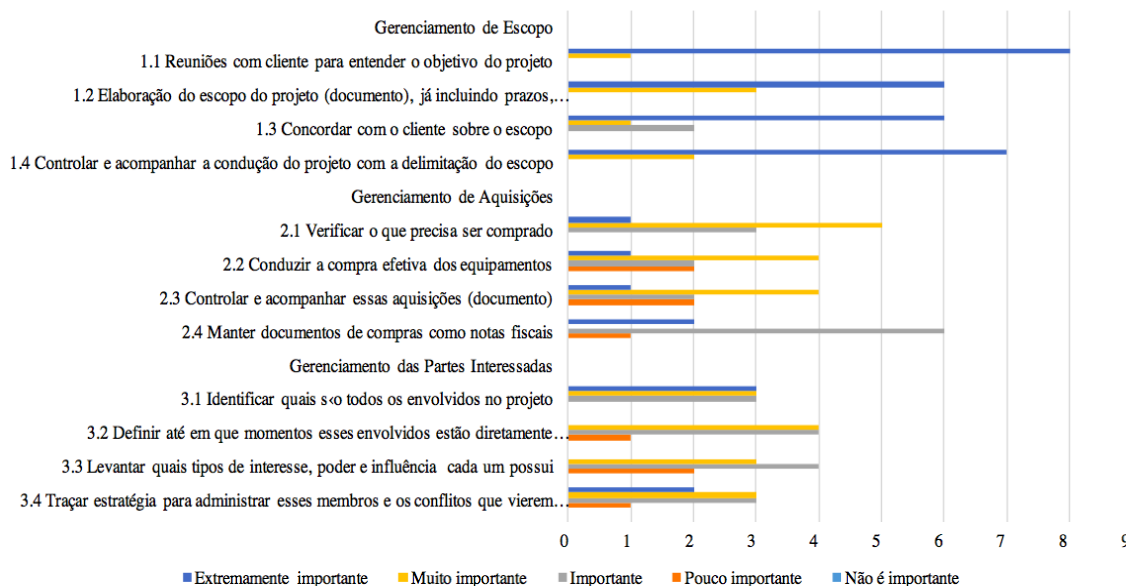


Figura 2 – Parte da validação da proposta

Analisando as repostas, nota-se também que todos os gerenciamentos foram classificados como importantes. O Gerenciamento de Escopo é considerado um dos mais importantes gerenciamentos dentre todos eles. Fazendo um estudo mais detalhado do projeto, foi observado que no gerenciamento de Recursos Humanos, três respondentes jugam não ser importante conduzir a parte burocrática de contratação dos membros. No Gerenciamento do Tempo, um respondente afirma não ser importante construir o diagrama de redes para o projeto. Para o Gerenciamento de Riscos, um dos respondentes afirma não ser importante separar os riscos entre positivo e negativo, nem conduzir análise de SWOT e Matrix de Probabilidade e risco. Por fim, no Gerenciamento de Integração, um respondente acredita em não ser importante elaborar o Termo de Abertura e Plano de Gerenciamento, outro respondente também julga não ser importante desenvolver o relatório de acompanhamento e o relatório de solicitação de mudanças. No entanto, os demais respondentes julgam sim, ser importante considerar todos esses pontos levantados.

6. Conclusões

O trabalho aqui apresentado fez uma contextualização dos temas Simulação a Eventos Discretos e Gerenciamento de Projetos, integrando essas duas técnicas para contribuir com a melhoria do processo de gestão de projetos de simulação. O trabalho seguiu o método de pesquisa-ação, passando por todas etapas propostas.

Inicialmente, foi levantando um primeiro diagnóstico para o problema, coletado os dados e a partir dessa coleta, os dados foram analisados. Em seguida, foi desenvolvido um plano de ação, que foi implementado posteriormente. Após essa implementação, aplicaram-se questionários para avaliar a aplicabilidade da proposta.

O plano de ações foi implementado em um caso real de simulação que ocorreu por meio de uma parceria entre Universidade e empresa. Com essa implementação foi possível obter um



PMBOK simplificado, baseado na metodologia do PMBOK® tradicional, para projetos de Simulação a Eventos Discretos, considerando para isso as características da mesma.

O PMBOK simplificado foi avaliado por especialistas de simulação que puderam julgar sua viabilidade e aplicabilidade. Sob uma visão geral, a proposta foi considerada importante pelos respondentes, sendo que alguns poucos aspectos foram julgados não importantes.

Com a execução do trabalho, pode-se observar que a proposta aqui apresentada contribuiu para a formalização dos documentos, em que o conhecimento gerado ao longo do desenvolvimento do projeto, pode ser armazenado de forma estruturada e organizada, tanto nos documentos digitais e impressos, quanto no sistema de informação utilizado. A necessidade de preencher os documentos e mantê-los organizados, fez com que ao final do projeto, obtivesse os principais documentos formalizados em padrões e organizados em uma única base de dados.

Como resultado final, foi obtida ainda uma estrutura para a gestão de projetos de simulação, que foi utilizada neste projeto. Sugere-se que esta estrutura possa ser replicada em outros, a fim de avaliar sua aplicabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, CNPq, Fapemig e Honeywell®, pelo apoio e suporte nesta pesquisa.

Referências

- Ahmed, H. M., Scoble, M. J. e Dunbar, W. S. (2016). A Comparison Between Offset Herringbone and El Teniente Underground Cave Mining Extraction Layouts using a Discrete Event Simulation Technique. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, v. 30, n. 2, p. 71-91.
- Balci, O. (1989). How to assess the acceptability and credibility of simulation results. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Washington, DC, p. 62-71.
- Balci, O. (2011). How to successfully conduct large-scale modeling and simulation projects. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Arizona, AZ, p. 176-182,
- Banks, J. (1998). *Handbook of simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Booker, M. T., O'connell, R. J., Desai, B., Duddalwar, e A. Vinay. (2016). Quality Improvement with Discrete Event Simulation: A Primer for Radiologists. *Journal of the American College of Radiology*, v. 13, n. 4, p. 417-423.
- Botín, A. J., Campbell, N. A. e Guzmán, R. (2015). A Discrete-Event Simulation Tool for Real-Time Management of Pre-Production Development Fleets in a Block-Caving Project. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, v. 29, n. 5, p. 347-356.
- Brooks, R. J. e S. Robinson. (2000). *Simulation Studies: Key Stages and Processes*. Palgrave Macmillan.
- Brown, A. e Dowling, P. (2001). *Doing research/reading research: a Doing research/reading research mode of interrogation for teaching*. Londres: Routledge Falmer.
- Carson II, J. S. (2004). Introduction to modeling and simulation. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Washington, D.C., p. 16-23.
- Coughlan, P. e Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 220-240.
- Dinsmore, P. C. e Cabanis-Brewin, J. (2009). *AMA-Manual de Gerenciamento de Projetos*. Brasport.
- Hugan, J. C. (2014). A Practical Look at Simulation Project Management. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Piscataway, NJ, p. 98-102.



- Larson, E. W.; Gray, C. F. (2016). *Gerenciamento de Projetos*. 6. ed. O Processo Gerencial. McGraw Hill Brasil.
- Law, A. M. (2006). How to build valid and credible simulation models, In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Monterey, CA, USA.
- Maria, A. (1997). Introduction to modeling and simulation. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Atlanta, GA, USA.
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F. e Campos, D. F. (2012). Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Revista Produção*, v. 22, n. 1, p. 1-13.
- Mitroff, I. I., Betz, F., Pondy, L. R. e Sagasti, F. (1974). On managing science in the system age: two schemas for the study of science as a whole system phenomenon. *Interfaces*, v.4, n.3, p.46-58.
- Nasir, M. H. N. M., Sahibuddin, S., Ahmad, R. e Mohd, S. S. (2015). How the PMBOK Addresses Critical Success Factors for Software Projects: A Multi-round Delphi Study. *Journal of Software*, v. 10, n. 11, p. 1283-1301.
- Patah, L. A. e Carvalho, M. M. (2012). Métodos de gestão de projetos e sucesso dos projetos: um estudo quantitativo do relacionamento entre estes conceitos. *Revista de Gestão e Projetos-GeP*, v. 3, n. 2, p. 178-206.
- PMBOK® Guide. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Quinta edição.
- Sadowski, D. A. e Grabau, M. R. (1999). Tips for successful practice of simulation. In Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation, *Proceedings...* a bridge to the future-Volume 1 (pp. 60-66). ACM.
- Sargent, R. G. (2010). Verification and validation of simulation models. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Baltimore, MD, USA, p. 166-183.
- Skoogh, A., e Johansson, B. (2008). A methodology for input data management in discrete event simulation projects. In Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation (pp. 1727-1735).
- Sturrock, D. T. (2014). Tutorial: Tips for successful practice of simulation. In: Winter Simulation Conference, *Proceedings...* Savannah, GA, p. 90-97.
- Tako, A. A. (2014). Exploring the model development process in discrete-event simulation: insights from six expert modellers. *Journal of the Operational Research Society*, v. 66, n. 5, p. 747-760.
- Thiollent, M. (2007). *Metodologia da pesquisa-ação*. 15. ed. São Paulo: Cortez.
- Timm, I. J., e Lorig, F. (2015). A survey on methodological aspects of computer simulation as research technique. In Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference (pp. 2704-2715). IEEE Press.
- Turner, J. R. e Müller, R. (2005). The project manager's leadership style as a success factor on projects: a literature review. *Proj. Manag. J.*, v. 36, n. 2, pp. 49-61.
- Vargas, R. V. (2016). *Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos*. 8. Ed. Brasport.
- Westbrook, R. (1995). Action research: a new paradigm for research in production and operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 15, n. 12, p. 6-20.
- Zhang, J., Zhang, Y., Hu, Z. e Lu, M. (2008). Construction management utilizing 4D CAD and operations simulation methodologies. *Tsinghua Science & Technology*, v. 13, p. 241-247.