

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA

LUCAS JACQUES E CHRISTIAN LUIZ GALAFASSI

MÓDULO DE SIMULAÇÃO DE PROJETOS PARA
ENSINO DE MONITORAMENTO E CONTROLE

FLORIANÓPOLIS
2018

Lucas Jacques e Christian Luiz Galafassi

MÓDULO DE SIMULAÇÃO DE PROJETOS PARA
ENSINO DE MONITORAMENTO E CONTROLE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao departamento de Informática e Estatística do curso de graduação da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Rossa Hauck

Coorientador: Prof. Dr. Elder Rizzon Santos

FLORIANÓPOLIS
2018

Lucas Jacques e Christian Luiz Galafassi

Módulo de simulação de projetos para ensino de monitoramento e controle

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção de grau de Bacharel em Sistemas De Informação.

Orientador(a):

Prof. Dr. Jean Carlo Rossa Hauck

Co-Orientador(a):

Prof. Dr. Elder Rizzon Santos

Banca examinadora:

Dr. Rafael Queiroz Gonçalves

AGRADECIMENTOS

Agradecemos antes de mais nada a nossos pais, pela compreensão e amor incondicional durante os tempos felizes e, principalmente, durante os tempos difíceis. Agradecemos ao Prof. Dr. Jean Carlo Rossa Hauck, Prof. Dr. Elder R. Santos e Dr. Rafael Queiroz Gonçalves pelas críticas e ajudas dadas durante toda essa reta final. Obrigado pela orientação e por todo suporte durante o desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos também a todos os professores da UFSC que de alguma forma nos inspiraram a ser profissionais e pessoas melhores.

RESUMO

Devido à falta de profissionais qualificados em gerência de projetos, novas abordagens de ensino nessa área se fazem necessárias. O conteúdo ministrado nos cursos de tecnologia já aborda o ensino de gerência de projetos, porém a parte prática do ensino de monitoramento e controle geralmente não é abordada em sala de aula, devido à necessidade de ter um projeto em execução para ensinar essa etapa do processo. A simulação vem sendo utilizada no meio de ensino como uma nova forma de praticar os conceitos teóricos aprendidos, facilitando o entendimento do conteúdo pelo aluno. O dotProject é um sistema web *open source* voltado para a gerência de projetos, que suporta funcionalidades comuns da gerência de projetos. Com isso, nasceu o dotProject+ que consiste em um conjunto de módulos compatíveis com o dotProject e tem como principal objetivo alinhar a ferramenta em questão com os conceitos abordados no PMBOK e CMMI-DEV. Porém, o presente dotProject+ não apresenta módulos que abordam simulação da execução de projetos para apoio ao ensino de processo de monitoramento e controle de projetos. Com base na análise das ferramentas similares existentes que utilizassem a simulação como meio de ensino desse processo e com base em entrevistas com especialistas, foram levantados os requisitos necessários para uma ferramenta de simulação de execução de projetos. Os requisitos então foram implementados e testados, gerando uma nova versão da ferramenta dotProject+.

Palavras-chave: Gerência de Projetos; Monitoramento e Controle de Projetos; Ensino de Engenharia de Software; Simulação de Execução de Projetos.

ABSTRACT

Due to the lack of qualified project management professionals, new approaches for teaching in this area are requested. The content taught in technology courses already addresses project management teaching, but the practical part of teaching monitoring and control is generally not addressed in the classroom since a project is needed to be running to teach this step of the process, which requests great effort to be done properly. The simulation has been used in the teaching environment as a new way of practicing the theoretical concepts learned, facilitating the understanding of the content by the student. DotProject is an open source web-oriented project management system that supports common project management features. With this, dotProject+ was born, consisting of a set of modules compatible with dotProject and its main objective is to align the tool in question with the concepts discussed in PMBOK and CMMI-DEV. However, the present dotProject+ does not present modules that approach simulation of the execution of projects to support project monitoring and control process teaching . Based on the analysis of similar simulation tools that used simulation as a means of teaching this process and based on interviews with specialists, the necessary requirements for a project execution simulation tool were raised. The requirements were then implemented and tested, generating a new version of the dotProject+ tool.

Keywords: Project Management; Monitoring and Control of Projects; Teaching of Software Engineering; Simulation of Project Execution.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ferramentas de GP utilizadas no âmbito educacional..... | 14 |
| Figura 2. Processos de Gerência de Projetos (PMI, 2015)..... | 19 |
| Figura 3. Fórmula de Poisson..... | 22 |
| Figura 4. Casos de Uso..... | 37 |
| Figura 5. Gráfico para representação do cálculo de Poisson | 40 |
| Figura 6. Tela de Configuração da Simulação..... | 43 |
| Figura 7. Tela dos Resultados da Simulação..... | 44 |
| Figura 8. Tela de Controle do Projeto..... | 45 |
| Figura 9. Tela de Riscos (modificada)..... | 46 |
| Figura 10. Tela de planejamento de aquisições (modificada)..... | 47 |
| Figura 11. Tela de modelagem do banco de dados..... | 48 |
| Figura 12. Resultados da avaliação da prática em sala de aula..... | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Termos de Busca..... | 26 |
| Tabela 2 – Bases digitais e strings de busca..... | 28 |
| Tabela 3 – Termos de busca no ACM Digital | 28 |
| Tabela 4 – Termos de busca no IEEEExplore..... | 28 |
| Tabela 5 – Termos de busca no Google Scholar..... | 29 |
| Tabela 6 – Entrevista com o Especialista em Inteligência artificial | 33 |
| Tabela 7 – Entrevista com o Especialista em Estatística..... | 34 |
| Tabela 8 – Entrevista com o Especialista em Gerência de Projetos..... | 34 |
| Tabela 9 – Requisitos Do Sistema..... | 35 |
| Tabela 10 – Gráfico para representação do cálculo de Poisson..... | 41 |
| Tabela 11 – Categorias dos riscos e seus valores no banco de dados..... | 49 |
| Tabela 12 – Informações das tecnologias utilizadas..... | 50 |
| Tabela 13 – Algoritmo da simulação..... | 53 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EAP - Estrutura Analítica do Projeto

ES – Engenharia de Software

GP - Gerência de Projeto

GPL - General Public License

GQS - Grupo de Qualidade de Software

INCoD - Instituto Nacional para Convergência Digital

INE - Departamento de Informática e Estatística

IPM - Interactive Project Management

PMBOK - Project Management Body of Knowledge

PMI - Project Management Institute

SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Objetivos | 16 |
| 1.2 Escopo do trabalho | 16 |
| 1.3 Método de pesquisa | 17 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 2.1 Gerência de projetos | 18 |
| 2.1.1 Monitoramento e controle | 19 |
| 2.2 Simulação no ensino | 20 |
| 2.2.1 Introdução | 20 |
| 2.2.2 Tipos de simulação | 21 |
| 2.3 Distribuição de Poisson | 22 |
| 2.4 dotProject | 23 |
| 3 ESTADO DA ARTE | 25 |
| 3.1 Definição do protocolo de revisão | 25 |
| 3.2 Execução da Busca | 27 |
| 3.3 Extração das informações e análise dos resultados | 30 |
| 3.4 Discussão | 30 |
| 3.5 Ameaças à validade da Revisão da Literatura | 32 |
| 4 MODELAGEM DA SOLUÇÃO | 33 |
| 4.1 Levantamento e Análise de Requisitos | 33 |
| 4.2 Análise de Casos de Uso | 37 |
| 4.3 Proposta de solução técnica para a simulação de projetos | 38 |
| 4.4 Protótipos de Telas | 42 |
| 4.4.1 Telas adicionadas | 42 |
| 4.4.2 Telas alteradas | 45 |
| 4.5 Modelagem do Banco de Dados | 48 |
| 5 IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO | 50 |
| 5.1 Tecnologías utilizadas | 50 |
| 5.2 Implementação | 52 |
| 5.3 Testes Iniciais | 56 |
| 6 CONCLUSÃO | 59 |
| REFERÊNCIAS | 61 |
| APÊNDICE I | 63 |
| APÊNDICE II | 64 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente existem diversos problemas na gerência de projetos de software. Um dos mais comuns tem sido a falta de capacitação dos gerentes de projeto. Segundo PMSurvey (2014), aproximadamente 39% dos responsáveis pelo gerenciamento de projetos nas empresas observadas não têm perfis necessários para a gerência de projetos. Isso mostra uma carência de profissionais atuando nessa área. Além disso, as empresas informam que 32,1% dos gerentes de projetos têm deficiência em conhecimento em gestão de projetos, 26,3% em integrar as partes dos projetos, 19,1% têm problemas com conhecimento técnico. As empresas também informaram que nos projetos, 45,3% têm recursos humanos insuficientes, 43,4% dos riscos não são avaliados corretamente, 24,5% têm falta de competência para gerenciar projetos, entre outros (PMI, 2015).

Uma das soluções possíveis para a carência de profissionais capacitados é a sua formação durante o curso superior. Tipicamente a disciplina de Gerência de Projetos nos cursos de bacharelado de Ciências da Computação e Sistemas de Informação é ministrada em um semestre englobando todo o conteúdo da área.

Devido à falta de tempo para o desenvolvimento do projeto em si, muitas vezes apenas a sua parte teórica e uma parte inicial do projeto (cadastramento do projeto no software utilizado) é ministrado pelo professor, assim os alunos não têm a percepção se suas escolhas foram corretas ou incorretas ao decorrer da execução do projeto, refletindo fortemente no aprendizado e formação do aluno, o qual - por falta de estímulo do órgão de educação - tem grandes chances de não se interessar na área de Gerência de Projetos. Segundo o parecer CNE/CES N°: 136/2012 do MEC (MEC, 2012), que contém as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Computação, os projetos pedagógicos devem conter a integração entre a teoria e

prática e que os alunos devem sair dos cursos habilitados para gerir projetos de desenvolvimento de sistemas computacionais.

Uma das formas de tornar o ensino da gerência de projetos mais prático e com isso contribuir para a formação dos profissionais nos cursos de graduação é por meio de simulações de projetos. Através de simulações, jogos e ferramentas educacionais é possível melhorar o ensino e compreensão do conteúdo ministrado, pois alia a teoria com a prática de um jeito fácil e estimulante. Existem poucas ferramentas educacionais voltadas para gerência de projetos e na sua maioria são jogos tais como: *SCRUM-Scape* (BATTISTELLA, DE CAMARGO e VON WANGENHEIM 2016), *SCRUMIA* (VON WANGENHEIM, SAVI, BORGATTO, 2013), *SCRUM'ed* (SCHNEIDER, 2015), *SE.RPG* (MOLLÉRI, 2006) e *FUGA DE GAMBIX* (JUNKES FILHO, 2016). Assim, para agregar no ensino de gerência de projetos, uma ferramenta com um módulo que simula a execução de projetos - possibilitando o controle e monitoramento do aluno - facilitaria o entendimento do conteúdo em questão pelo aluno, porém tal ferramenta didática não se encontra.

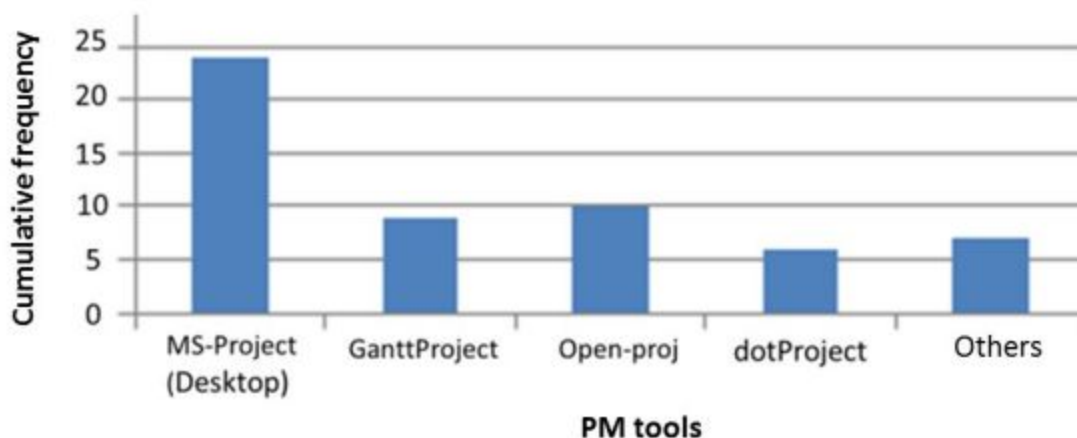


Figura 1. Ferramentas de GP utilizadas no âmbito educacional (GONÇALVES, Rafael Queiroz, 2016)

A partir do gráfico (Figura 1), é possível verificar que uma das principais ferramentas utilizadas para apoio ao ensino de gerência de projetos é o “dotProject” (GONÇALVES, 2016).

O dotProject (dotproject.net) é uma ferramenta *free open-source* utilizada em gerenciamento de projetos, composta por diversas funcionalidades, como registrar projetos e tarefas e visualizar cronogramas, por exemplo. Devido ao seu desenvolvimento ser baseado em módulos, é possível criar com mais facilidade *add-ons* - módulos feitos por terceiros que auxiliam a execução de tarefas não antes abordadas pelo sistema original - o que torna mais simples a contribuição para essa ferramenta.

Já o “dotProject+” consiste em um conjunto de *add-ons* para o dotProject que buscam facilitar o ensino de gerenciamento de projetos através de uma melhor abordagem das áreas de conhecimento do PMBOK, tendo como uma de suas principais funcionalidades a possibilidade de planejamento do projeto. Entretanto, falta nesse sistema uma funcionalidade de simulação da execução de um projeto de forma que auxilie o controle e monitoramento do projeto, mostrando os principais problemas enfrentados durante um projeto real e quais medidas devem ser tomadas para cada situação enfrentada.

Devido aos problemas em gerenciamento de projetos, a carência de prática durante o decorrer da disciplina e as formas de melhorar o ensino através de simulações, jogos e ferramentas educacionais, foi optado por utilizar a ferramenta “dotProject+” para desenvolver um módulo, voltado para a simulação de projetos criado por alunos, com o intuito de que com o decorrer do projeto, o aluno deve monitorar e controlar corretamente as tarefas e atividade gerais e específicas de cada projeto, seguido da avaliação do professor, tornando o conteúdo ministrado na disciplina mais completo e dinâmico.

1.1 Objetivos

Objetivo geral. O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um módulo de simulação de projetos que auxilie o ensino de monitoramento e controle de projetos nas disciplinas de gerenciamento de projetos em cursos de graduação.

Objetivos Específicos. Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Fazer um estudo sobre ensino de monitoramento e controle de projetos usando simulação, ferramentas e métodos utilizados.
2. Definir e modelar o simulador de projetos para o ensino de gerenciamento de projetos.
3. Desenvolver o módulo de simulação de projetos para o ensino de gerenciamento de projetos no dotProject+.
4. Aplicar e avaliar o uso da simulação por meio de um estudo de caso, com alunos da disciplina de “Gerência de Projetos”.

1.2 Escopo do trabalho

O trabalho se limita a desenvolver um módulo de simulação para o sistema dotProject+ que simula a execução do projeto cadastrado pelo estudante. Utilizando os dados de duração e esforço cadastrados pelo alunos nas tarefas do projeto em conjuntos com as configurações definidas pelo usuário no momento da execução da simulação. Com o intuito de objetivar o ensino de monitoramento e controle envolvendo o gerenciamento de projetos.

1.3 Método de pesquisa

Este trabalho será baseado em 4 etapas:

1. Análise da fundamentação teórica:

Será analisada a fundamentação teórica sobre gerenciamento de projetos. Também será analisada a fundamentação de metodologias de ensino, especificamente usando simulação como ferramenta de apoio ao ensino.

2. Mapeamento sistemática do estado da arte:

Nesta etapa será realizada um mapeamento sistemático sobre ferramentas de simulação de projetos voltadas para o ensino de gerenciamento de projeto.

1. Definição dos objetivos, termos de buscas, bases de consulta e critérios de inclusão/exclusão;
2. Execução da busca;
3. Extração e análise das informações.

3. Desenvolvimento do módulo de simulação:

1. Análise de requisitos;
2. Modelagem do sistema;
3. Desenvolvimento e integração do módulo;
4. Testes.

4. Aplicação e avaliação do módulo:

Será aplicado o módulo em duas turmas da disciplina de Gerência de Projetos do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Santa Catarina e será avaliado se o mesmo contribuiu de forma significativa para o ensino e para o melhor entendimento dos alunos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos relacionados a gerência de projetos e seus processos, tendo maior enfoque no processo de monitoramento e controle devido a sua alta relevância em relação ao projeto, assim como a simulação no ensino, a distribuição Poisson, utilizada na simulação, e a ferramenta dotProject.

2.1 Gerência de projetos

Segundo o PMBOK (PMI, 2015), a gerência de projetos consiste na aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender seus requisitos. Para o processo de gerência de projetos, são definidos os seguintes grupos de processos: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento.

Essa área tem como objetivo estabelecer e manter planos que definem as atividades, recursos e responsabilidades do projeto, bem como fornecer informações sobre o andamento do projeto e gerenciar o mesmo alinhando com o desempenho necessário para seu sucesso. Conforme pode ser observado na Figura 1, os processos de gerenciamento de projetos são inter-relacionados.

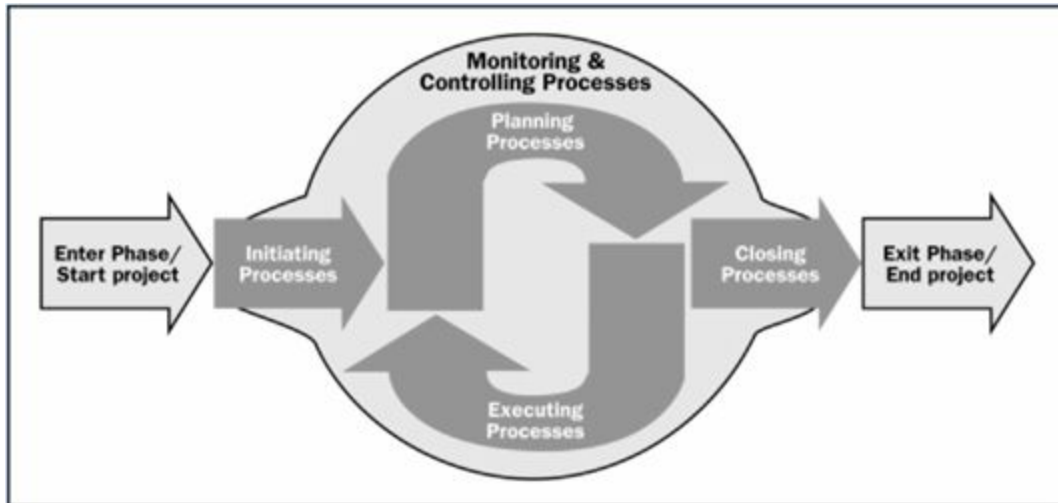


Figura 2. Processos de Gerência de Projetos (PMI, 2015)

2.1.1 Monitoramento e controle

O grupo de processos de Monitoramento e Controle, dentro da Gerência de Projetos, consiste na análise e tomada de decisões durante a execução do projeto, alinhados com o respectivo escopo e recursos alocados ao mesmo (PMBOK, 2015).

Segundo KERZNER, (2017), o monitoramento e controle tem como principal objetivo garantir o cumprimento dos requisitos contratuais. Realizar a análise do desempenho nos aspectos financeiros, de tempo, de custos, técnicos e de qualidade. Ainda segundo KERZNER, a chave para o monitoramento e controle de riscos é estabelecer um sistema de gerência que indique o custo, performance técnica e de cronograma, podendo assim avaliar o status do projeto e levantar problemas antes dos mesmos adquirirem proporções que comprometam significativamente o resultado final do projeto.

Segundo HUGHES, monitoramento consiste no levantamento e análise de dados relevantes ao projeto, podendo assim gerar índices a partir desses dados, os quais dizem em que estado o projeto se encontra no momento e, dependendo do estado

observado nesses índices, medidas de controle deverão ser tomadas. Já o controle consiste na tomada de decisões com o intuito de minimizar os problemas enfrentados durante a execução do projeto, podendo assim alcançar os resultados esperados durante o planejamento do mesmo.

Ações corretivas são medidas planejadas para serem tomadas assim que um risco acontece no projeto, com a finalidade de minimizar o máximo possível os danos causados pelo mesmo.

2.2 Simulação no ensino

2.2.1 Introdução

Uma das formas utilizadas para facilitar uma experiência prática dos conteúdos aprendidos mesmo em um ambiente acadêmico e a simulação por meio de ambientes de simulação e jogos (WOLFE, 1985).

No meio educacional, já existem projetos de simulação que visam uma melhor explanação do conteúdo teórico e uma visão mais próxima da prática para o aluno (SCHNEIDER, 2015) representando atividades e desafios enfrentados na prática de forma mais abstrata e pedagógica, fortalecendo o conhecimento teórico ministrado e incentivando a imaginação do aluno para tomadas de decisões de acordo com o progresso do mesmo durante o percurso do projeto.

Essas simulações tentam retratar a porção mais significativa do ambiente real, apresentando situações do cotidiano, aumentando a imersão do aluno no meio, o qual deve analisar as informações disponíveis e tomar a decisão que melhor beneficie o resultado final do simulado.

O uso de simulações como meio de ensino não é novo. Entretanto, o uso da simulação como uma ferramenta isolada tende a simplificar o ambiente, restringir o escopo do problema, e limitar envolvimento de quem a utiliza. Os projetos mais recentes que utilizam simulação tentam suprimir esses problemas citados previamente (RANDEL et.al, 1992; WOLFE, 1985).

Segundo PMSurvey (2014), aproximadamente 39% dos perfis dos responsáveis pelo gerenciamento de projetos não são de gerentes de projetos. Isso mostra uma carência de profissionais atuando nessa área. Além disso, as empresas informam que 32,1% dos gerentes de projetos têm deficiência em conhecimento em gestão de projetos. Além disso, durante as primeiras experiências desses engenheiros no ambiente de trabalho, em que aspectos de prazo e custo têm que ser atendidos, problemas comuns de gerência de projetos podem ser observados, porém não solucionados por causa dessa falta de conhecimento na área.

A disseminação desse tipo de conhecimento é facilitada através de jogos, tais como, *Project Management Game 2D* (LINO, 2015), *Project Management Master* (GQS, 2012) e *SCRUM'ed* (SCHNEIDER, 2015), e sistemas de apoio ao ensino, tendo como foco principal simular aspectos de gerência de projetos, através da apresentação de problemas comuns dessa área e esperando a tomada de decisão por parte do jogador, de forma prática e intuitiva.

2.2.2 Tipos de simulação

Simulações são categorizadas na literatura pelos seguintes tipos:

- Baixa fidelidade: sem utilização de meios computacionais para a geração e execução da simulação, apenas via meio oral de um auxiliador / treinador;

- Média fidelidade: utilizando meios de ensino padronizados, programas computacionais, video games;
- Alta fidelidade: utilizando recursos computacionais complexos, através de *engines* para gerar a simulação, representando as simulações com um maior grau de realidade.

Das categorias previamente citadas, a simulação utilizada neste trabalho se caracteriza como a de média fidelidade, visto que a de baixa fidelidade não se encaixa com o proposto pelo tema do projeto e também reduz a eficiência do ensino quando comparado com projetos similares, enquanto a simulação do tipo de Alta fidelidade agrega um maior valor ao sistema proposta, porém aumenta o escopo de forma a superar o esperado de um projeto de graduação.

2.3 Distribuição de Poisson

A Distribuição de Poisson, descoberta pelo matemático francês Siméon Denis Poisson (MONTGOMER; RUNGER, 2014), é uma distribuição discreta de probabilidade, a qual expressa a distribuição probabilística de um número de eventos ocorrerem em um mesmo intervalo fixo de tempo a partir da média de experiências desse mesmo evento observadas previamente.

$$P(k \text{ events in interval}) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$$

Figura 3 - Fórmula de Poisson

Sobre a fórmula da Figura 3:

“ λ ” representa a média de eventos por intervalo de tempo.

“ e ” representa o número de Euler, a base dos logaritmos naturais

“ k ” representa a média de eventos previamente observados no mesmo intervalo de tempo.

$k! = k \times (k - 1) \times (k - 2) \times \dots \times 2 \times 1$ representa o fatorial de k .

A partir desse cálculo, é possível diversificar de forma determinística resultados de uma simulação, utilizando como base para seus resultados dados coletados de ambientes reais, como estudos que utilizem dados de ambientes empresariais.

Focando na execução de projetos, devido a um levantamento de dados anteriores retirados do PMSurvey, é possível utilizar esse cálculo na simulação. A partir dos dados do PMSurvey é obtido as áreas mais sensíveis na execução de projetos, assim podemos ponderar o cálculo e distribuir os riscos.

Através da distribuição de Poisson é possível determinar a probabilidade esperada de eventos ocorrerem, a simulação utiliza essa função probabilística para definir ponderações e probabilidades para cada área afetada pelos riscos, as quais são utilizadas para definir quais riscos ocorrerão na simulação, fornecendo um ambiente mais próximo ao real.

Mais detalhes sobre a integração da distribuição de Poisson neste projeto se encontram na “Proposta de solução técnica para a simulação de projetos” (4.3).

2.4 dotProject

O software *dotProject* foi projetado para funcionar com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL, e programado na linguagem PHP. O dotProject está

publicado sob a licença General Public License (GPL) v3, o que significa que ele pode ser adaptado e redistribuído, mas a licença deve ser mantida. Mesmo sendo a ferramenta gratuita e de código aberto que oferece a maior cobertura em termos de funcionalidade aos processos de GP alinhado ao PMBOK (PEREIRA et al., 2013), existem ainda lacunas significantes.

Por estes motivos o dotProject está sendo atualmente evoluído pelo GQS/INCoD/INE/UFSC, com o propósito de disponibilizar uma ferramenta que suporta todo o processo de GP em relação a todas as áreas de conhecimento do PMBOK. Como resultado está sendo criado uma evolução do dotProject, chamada dotProject+ (<http://www.gqs.ufsc.br/evolution-ofdotproject>).

O dotProject+ é constituído por um conjunto de módulos add-on acrescentando as seguintes funcionalidades: Criação do termo de abertura, e identificação dos stakeholders (ABREU, 2011); Criação da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), definição e sequenciamento das atividades, e apoio ao registro das estimativas de esforço, duração e recursos (GONÇALVES, 2012); Estimativa de custos para os recursos humanos e não humanos, e criação da baseline de custos (REITER, 2012); Definição dos papéis e do organograma, e alocação de recursos humanos (WRASSE, 2012); Identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, planejamento de respostas aos riscos (KÜHLKAMP, 2012); Planejamento da comunicação (WILPERT, 2012); Planejamento de aquisições e da qualidade; INCoD – Instituto Nacional para Convergência Digital SETEMBRO - 20166 7 Monitoramento e controle do projeto (PEREIRA, 2012); e Encerramento do projeto (PESCADOR, 2012).

3 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo é elaborada uma análise avaliando o grau de suporte de ferramentas de gerenciamento de projetos utilizadas atualmente, identificando quais ferramentas fornecem algum suporte ao processo de monitoramento e controle, similar a simulação de execução do projeto. Também neste capítulo é apresentada uma pequena descrição de cada ferramenta avaliada. O objetivo desta avaliação é encontrar uma ferramenta que permita evoluir e incluir funcionalidades, no sentido de implementar o processo de planejamento de riscos.

O levantamento do estado da arte é realizado na forma de um mapeamento sistemático da literatura, tendo como guia os procedimentos definidos por Kitchenham (2004).

3.1 Definição do protocolo de revisão

O mapeamento sistemático da literatura realizada tem como objetivo analisar e sintetizar a literatura existente sobre a utilização de simulações no ensino e se possível, que inclua conceitos de gerência de projetos e monitoramento e controle.

A busca a literatura existente é feita via Google Scholar, IEEEExplore e ACM Digital, por serem ferramentas de busca aberta e que abrangem uma gama ampla de fontes de bibliotecas digitais e bases de dados neste domínio. São considerados somente artigos acessíveis via o Portal CAPES.

Só são selecionadas publicações na língua Português e Inglês.

Tabela 1 – Termos de Busca

| Termos | Sinônimos | Tradução (inglês) |
|---------------------|-----------|-----------------------|
| Gerência de projeto | - | Project management |
| Técnicas | Métodos | Techniques methods |
| Ferramenta | - | tool |
| Ensino | - | Teaching Education |
| Simulação | - | Simulation |
| Monitoramento | Controle | Monitoring Control |

Critérios de inclusão/exclusão. Os critérios para inclusão/exclusão

são:

- São considerados somente artigos que utilizam simulação em gerência de projetos.

Critérios de qualidade. Os critérios de qualidade são:

- Priorizar artigos que ensinem conceitos de monitoramento e controle de gerência de projetos
- Priorizar artigos que tenham funcionalidades similares ao dotProject (ferramenta utilizada no desenvolvimento desse projeto).

3.2 Execução da Busca

Foram analisadas as 50 primeiras publicações para análise, os demais resultados não foram considerados por não atenderem alguns dos critérios definidos previamente. A busca foi realizada em outubro de 2016, utilizando como bases digitais o ACM Digital e IEEEExplore, usando combinações dos termos apresentados a seguir.

Tabela 2 – Bases digitais e strings de busca

| Bases Digitais | String de busca específica |
|-----------------------|--|
| ACM Digital | "Project management" AND "tool" AND "Simulation" AND ("Monitoring" OR "control") AND "Teaching" |
| IEEE Xplore | "Project management" AND "tool" AND "Simulation" AND ("Monitoring" OR "control") AND ("Teaching" OR "Education") |

Tabela 3 – Termos de busca no ACM Digital

| Termo de Busca | Quantidade de resultados | Quantidade possíveis resultados relevantes | Quantidade relevante |
|---|--------------------------|--|----------------------|
| "Project management" AND "tool" AND "Simulation" AND ("Monitoring" OR "control") AND "Teaching" | 4 | 2 | 0 |
| "Project management" AND "Simulation" AND "Teaching" | 15 | 8 | 1 |

Tabela 4 – Termos de busca no IEEE Xplore

| Termo de Busca | Quantidade de resultados | Quantidade possíveis resultados relevantes | Quantidade relevante |
|---|--------------------------|--|----------------------|
| "Project management" AND "tool" AND "Simulation" AND ("Monitoring" OR "control") AND "Teaching" | 1 | 1 | 0 |
| "Project management" AND "Simulation" AND ("Teaching" OR "Education") | 45 | 14 | 3 |

Tabela 5 – Termos de busca no Google Scholar

| Termo de Busca | Quantidade de resultados | Quantidade possíveis resultados relevantes | Quantidade relevante |
|--|--------------------------|--|----------------------|
| "Project management" AND "tool" AND "Simulation" AND ("Monitoring" OR "control") AND ("Teaching" OR "Education") | 1457 | 7 | 2 |
| "Project management" AND "Simulation" AND ("Teaching" OR "Education") | 2546 | 7 | 2 |

3.3 Extração das informações e análise dos resultados

A busca foi realizada em novembro de 2016, usando combinações dos termos presentes na Tabela 1. Foram analisadas diversas publicações das mais variadas fontes indexadas via buscas no, ACM Digital IEEEXplore e Google Scholar.

3.4 Discussão

Artigos de simulação no ensino foram encontrados, porém apenas alguns foram considerados relevantes em relação ao tema do projeto atual, os principais estão descritos abaixo.

O IPM (*Interactive Project Management*) consiste em um jogo interativo que tem como principal objetivo de ensinar gerência de projetos de uma forma dinâmica em um ambiente similar ao observado em um projeto real (PAMUKCU; PRUETT, 1985), possibilitando ao usuário a tomada de decisões necessárias em um projeto, de uma forma prática e intuitiva.

O SESAM (*Software Engineering Simulation by Animated Models*) consiste em um simulador de modelos de processos de desenvolvimento de software (BOLLIN et. al, 2012), tendo como principal objetivo fornecer um ambiente de treinamento para futuros gerentes de projetos. Este consiste principalmente em um simulador de eventos discretos e uma máquina de correspondência e reescrita de gráficos, tendo o estado interno do jogo implementado como uma estrutura gráfica tipificada e atribuída,

composta por vértice e arestas, que representam entidades SESAM e suas relações. Uma regra, que é definida pelo usuário, é aplicável se pelo menos um subgrafo isomórfico à parte da estrutura da regra puder ser encontrado no gráfico e os valores do subgráfico corresponderem à parte da condição da regra. Comandos do usuário são acionados pelo jogador, regras são acionadas pelo tempo de simulação. Regras com prioridade alta serão aplicadas antes das regras com menor prioridade.

O framework AMEISE (A Media Education Initiative for Software Engineering) utiliza o SESAM previamente citado como base, fornecendo um ambiente de simulação de um gerente de projetos (BOLLIN et. al, 2012), junto com elementos comuns de jogos. Nessa simulação, os participantes realizam ações de um gerente de projeto, realizando a organização do desenvolvimento do projeto simulado e alocando tarefas de desenvolvimento e garantia de qualidade;

O PMT (*Project Management Trainer*) é uma ferramenta de simulação projetos que tem como principal objetivo facilitar o treinamento de gerência de projetos (SHTUB, 2005), gerenciando múltiplos projetos de uma forma dinâmica e similar ao observado no cotidiano de empresas. Esta ferramenta utiliza uma abordagem de simulação de estudos de caso, que cada estudo de caso consiste de um ou mais projetos que contêm restrições de cronograma, orçamento e recursos. Utilizando uma abordagem dinâmica, ou seja, inserido uma aleatoriedade para simular as incertezas do ambiente e ter mudanças nas tomadas de decisão.

O PTB (*Project Team Builder*) consiste em uma ferramenta para ensino de gerência de projetos, fornecendo um ambiente que forneça experiências práticas de áreas como de cronograma do projeto, recursos, custo, gerência de riscos e controle do projeto. Esta ferramenta gera aleatoriamente diferentes parâmetros para simular a natureza de projetos reais, tem como intuito avançar o tempo do projeto assim simulando a execução do mesmo. O usuário deve manter o monitoramento e reagir aos eventos, que são não determinísticos.

3.5 Ameaças à validade da Revisão da Literatura

Alguns fatores podem ameaçar a validade dos resultados desta revisão sistemática da literatura, como por exemplo, a possibilidade de não ter sido encontrado algum artigo que apresentasse um conteúdo relevante para o contexto do presente trabalho. Para mitigar o risco dessa ameaça, foram utilizadas ferramentas de busca bastante abrangente, como o IEEEXplorer e o Google Scholar. Também foram utilizados sinônimos das palavras chaves, tanto na língua inglesa, quanto no Português. Buscando variações de combinações possíveis em uma mesma search string, subentende-se que foi reduzido o risco de algum artigo importante não ter sido encontrado e analisado como estado da arte.

4 MODELAGEM DA SOLUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o levantamento de requisitos e modelagem de uma proposta de solução técnica para o desenvolvimento de um módulo para simulação de execução de projetos com o intuito de facilitar a aprendizagem dos processos da gerência de projetos: monitoramento e controle.

4.1 Levantamento e Análise de Requisitos

Um requisito é uma declaração que traduz ou expressa uma necessidade e suas restrições e condições associadas (ISO/IEC/IEEE 29148). Assim, foram levantados os requisitos do projeto a ser realizado através de reuniões com especialistas do domínio.

Por meio de entrevistas não estruturadas (SOMMERVILLE, 2007) com especialistas de domínio: foram entrevistados três especialistas, nas áreas de Inteligência Artificial, Estatística e Gerência de Projetos. Mais detalhes sobre as entrevistas, se encontram nas tabelas 6, 7 e 8 a seguir:

Tabela 6: Entrevista com o Especialista em Inteligência artificial

| |
|--|
| Entrevista 1: Especialista em Inteligência Artificial. |
| Entrevistado: Entrevista realizada com o especialista em Inteligência Artificial, professor e coorientador desse projeto Prof. Dr. Elder Rizzon Santos. |

Resultado: foi discutida a ideia de utilizar a abordagem de Algoritmos Genéticos da Inteligência Artificial durante a geração das simulações do trabalho em questão. Após analisar mais a fundo, foi entendido que fugiria do escopo de um Trabalho de Conclusão de Curso a utilização de Algoritmos Genéticos neste trabalho, devido a alta complexidade da mesma. Foi então sugerido verificar com um especialista em Estatística em busca de uma abordagem mais simples e eficaz.

Tabela 7: Entrevista com o Especialista em Estatística

| |
|---|
| Entrevista 2: Especialista em Estatística. |
| Entrevistado: Entrevista realizada com o especialista em Estatística, Prof. Dr. André Wüst Zibetti.. |
| Resultado: Foi descrito o problema proposto pelo projeto e sua possível resolução, através de uma simulação e a abordagem que mais se encaixava de acordo com o tema proposto foi a distribuição de Poisson. |

Tabela 8: Entrevista com o Especialista em Gerência de Projetos

| |
|--|
| Entrevista 3: Especialista em Gerência de Projetos |
| Entrevistado: Entrevistas realizadas com o especialista em Gerência de Projetos, professor e orientador Prof. Dr. Jean Hauck. |

Resultado: foram feitas entrevistas com o especialista, através de reuniões presenciais, levantando os requisitos adicionais necessários para o sistema dotProject+ poder realizar as atividades propostas no tema deste trabalho, utilizando *mockups* e protótipos cada vez mais robustos para melhorar a visualização da solução e apontamento de requisitos não antes mapeados.

A partir dessas entrevistas foram levantados os seguintes requisitos funcionais, conforme mostra a Tabela 9:

Tabela 9 – Requisitos Do Sistema

| Código | Título | Descrição |
|--------|-------------------------------|--|
| RF01 | Configurar tempo de simulação | No sistema deve ser possível poder configurar os parâmetros de simulação: o intervalo de simulação (dias, semanas, meses) e a sensibilidade (% de risco) |
| RF02 | Mostrar resultados | O sistema deve mostrar os resultados da simulação bem definidos para o usuário entender como está o andamento do projeto |
| RF03 | Configurar itens de simulação | No sistema deve ser possível configurar os itens de simulação: técnico, disponibilidade de recursos humanos, custos, comunicação, aquisições |
| RF04 | Avaliar ações corretivas | O sistema deve avaliar de forma semi-automatizada se |

| | | |
|------|------------------------------------|---|
| | | ações corretivas adequadas foram tomadas desde a última simulação |
| RF05 | Mostrar simulação | O sistema deve exibir para os usuários (alunos) que uma simulação foi realizada, o intervalo e os itens que foram simulados |
| RF06 | Carregar parâmetros <i>default</i> | O sistema deve carregar os parâmetros <i>default</i> para os itens de simulação |
| RF07 | Registrar logs | O sistema deve registrar um log, acessível pelo professor, das simulações realizadas, identificando os projetos e parâmetros e itens de simulação que foram simulados, incluindo também possíveis problemas ocorridos durante a simulação |
| RF08 | Inserir ações corretivas | O sistema deve possibilitar a inserção de ações corretivas sobre cada problema apresentado durante a simulação |

4.2 Análise de Casos de Uso

Os requisitos levantados foram, então, analisados utilizando uma abordagem orientada a Casos de Uso (JACOBSON, BOOCH & RUMBAUGH, 2005). Os Casos de Uso e atores identificados são apresentados na Figura 8.

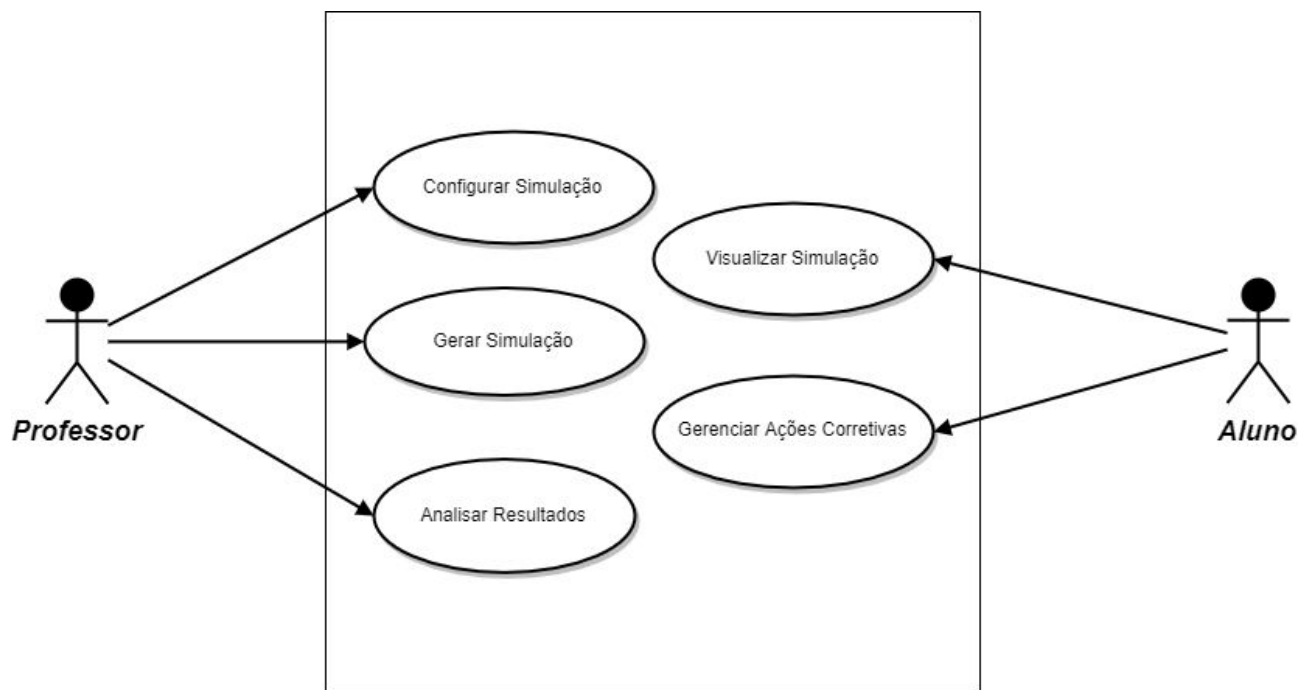


Figura 4. Casos de Uso

Atores, no contexto de Casos de Uso são entidades externas que interagem ou dialogam com o sistema modelado (JACOBSON, BOOCH & RUMBAUGH, 2005)

No projeto existem dois Atores: Professor e Aluno. O Professor possui um maior nível de acesso ao sistema, podendo configurar simulações e gerar as mesmas

conforme necessário, assim como avaliar. Já o Aluno tem um menor nível de acesso no sistema e foram definidos seus casos de uso como: Visualização das simulações geradas e gerência de ações corretivas para cada simulação.

4.3 Proposta de solução técnica para a simulação de projetos

A solução técnica utilizada na simulação foi a distribuição de Poisson, como previamente citado, e agora será melhor descrito como funciona a simulação na implementação deste trabalho.

No código da simulação, a função principal utilizada para o cálculo da distribuição de poisson usa os seguintes parâmetros:

- A variável “**sensibilidade**”, a qual tem um valor inteiro e dentro da faixa de 0 até 100 e é fornecida pelo professor durante a configuração da simulação;
- A variável “**riscosBase**”, a qual tem seu valor derivado do PMSURVEY.ORG (uma pesquisa anual, organizada voluntariamente por *Chapters* do PMI – *Project Management Institute*).
- As variáveis “**sensibilidade**” e “**riscosBase**” são utilizadas para determinar a média de eventos, nesse caso a média da quantidade de riscos observados (representado na fórmula da Figura 3 como o “ λ ”), resultando em uma terceira variável chamada “**riscosTotal**”;

- A variável “**riscosProjeto**”, a qual contém os riscos para o projeto atual sendo simulado, consultado do banco de dados e respeitando as datas que definem o período, fornecidas pelo professor durante a configuração da simulação.

Com essas variáveis, a distribuição de Poisson é calculada usando uma implementação encontrada no manual oficial do php (<https://secure.php.net/manual/en/function.stats-cdf-poisson.php>) e validada através da entrevista 2 da Tabela 2, com o especialista em Estatística, Dr. André Wust Zibetti. Essa implementação tem como entrada as seguintes variáveis: “**mediaObservada**”, a qual é a média de eventos que aconteceram previamente, e “**valorPredito**”, a qual tem como seu conteúdo o número de eventos que se espera ocorrer, a saída dessa função corresponde a probabilidade desse número de eventos ocorrer (“**valorPredito**”), sabendo-se a média observada (“**mediaObservada**”).

O cálculo usa a variável “**riscosTotal**” como a variável de entrada “**mediaObservada**” na função da distribuição de Poisson e “**X**” como o “**valorPredito**”, o qual consiste no valor original de “**riscosTotal**” vezes 1.5, e essa função é executada múltiplas vezes, decrementando o valor de “**X**” por 1 a cada iteração até chegar no valor correspondente a metade do valor original da variável “**riscosTotal**”. Ao armazenar esses valores, é possível criar uma “Roleta Russa” utilizando os valores das probabilidades obtidas pela função de distribuição de poisson como proporções dessa

roleta, a partir disso as probabilidades são escolhidas de forma aleatória, utilizando a função `rand()`, nativa do PHP (<http://php.net/manual/en/function.rand.php>).

Dessa maneira, as simulações tendem a ser distribuídas de acordo com as faixas de valores definidas pelas saídas obtidas pela função de poisson, um exemplo dessa roleta seria a apresentada na figura abaixo:

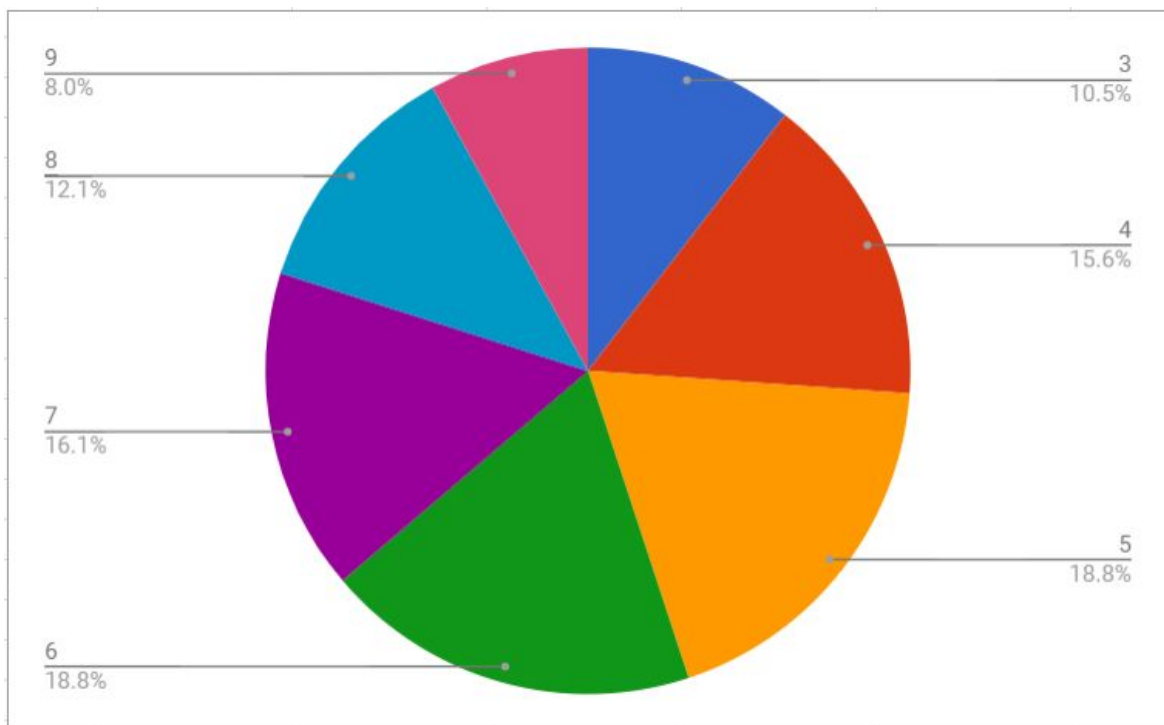


Figura 5. Gráfico para representação do cálculo de Poisson

Essas porcentagens foram produzidas utilizando a função de cálculo da distribuição de Poisson com o parâmetro “**mediaObservada**” igual a 6, a qual resultou nos valores apresentados na tabela abaixo:

Tabela 10 – Gráfico para representação do cálculo de Poisson

| Valores Preditos (quantidade de riscos ocorridos) | Saída da função de Poisson (Probabilidade da ocorrência) |
|--|---|
| 3 | 0.089 |
| 4 | 0.133 |
| 5 | 0.16 |
| 6 | 0.16 |
| 7 | 0.137 |
| 8 | 0.103 |
| 9 | 0.068 |

Após uma quantidade de riscos for selecionada, os riscos que serão utilizados são selecionados aleatoriamente do conjunto contido pela variável “**riscosProjeto**”, a qual é utilizada na criação da tela de Resultados para o Professor verificar as simulações geradas pelas suas configurações.

4.4 Protótipos de Telas


Para facilitar a visualização do módulo proposto e levantamento antecipado de possíveis problemas, protótipos de telas foram feitos e, a partir desses, a implementação está sendo realizada.

4.4.1 Telas adicionadas

Para poder se adequar aos requisitos propostos, telas adicionais ao sistema são necessárias. Esse item do trabalho tem como objetivo realizar a descrição dessas telas adicionais, através das formas textual e/ou de figuras.



Tela 01. Configuração da Simulação

Simulação

Selecione a turma * Jean Hauck (2017-2) 

Configuração

Período para Simulação

Data inicial: * 21 / 06 / 2018 Data final: * 27 / 06 / 2018 Sensibilidade *
20

Itens para Simular *

 Recursos humanos Técnico Custos Aquisições Comunicação

Projetos para Simular *

- | <input type="checkbox"/> | NOME |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Integração Blockly Minetest |
| <input type="checkbox"/> | Ferramenta de suporte ao processo de voluntariado - old |
| <input type="checkbox"/> | Implementação de um interpretador para agentes BDI |
| <input type="checkbox"/> | Análise e benchmarking das soluções NewSQL VoltDB , ClustrixDB, NuoDB, CockroachDB e MemSQL |
| <input type="checkbox"/> | Projeto |
| <input type="checkbox"/> | UI design analyzer para App Inventor |
| <input type="checkbox"/> | Desenvolvimento de módulo PWA para consulta de TTC |
| <input type="checkbox"/> | Criação de framework para gerenciamento de emails |
| <input type="checkbox"/> | Sistema quantificador do desempenho de aplicativos |
| <input type="checkbox"/> | Infraestrutura para Ensinar o Desenvolvimento de Apps no Ensino Fundamental com o App Inventor |
| <input type="checkbox"/> | Pelos bairros |
| <input type="checkbox"/> | Ferramenta de suporte ao processo de voluntariado |

Figura 6. Tela de Configuração da Simulação

Nesta tela, o professor define os valores dos parâmetros necessários para sua simulação, como intervalo de tempo, itens para simular, sensibilidade e projetos para simular, e após a configuração correta da simulação, é possível gerá-las. Ao lado direito, são apresentadas as simulações já ocorridas pela turma selecionada, caso existam. Nos resultados e ao clicar em “Ver”, o professor é redirecionado para a “Tela 02. Resultados da Simulação”, apresentada a seguir.

Tela 02. Resultados da Simulação

| Empresas | | | | | Projetos | | | | Admin. de Usuários | | | | Admin. do Sistema | | | | Gerência de turma | | | | Simulação | | | |
|--|--|---------------|-----------------------------|---|----------|--------|-------------------------|----------------|----------------------------------|--|--|--|-------------------|--|--|--|-------------------|--|--|--|-----------|--|--|--|
| Turma: Giani Petri (2017-1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Período: 28/05/2018 a 03/06/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sensibilidade: 20% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detecção de Falhas em Dispositivos da IoT com RP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data execução | Risco | Tipo do risco | Fator de Exposição do Risco | Tarefas | Desvio | Causa | Impacto | Ação corretiva | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Documentar Caso de Uso adequadamente com as Normas para o TCC | #1 | Desvio | Risco de Custos ocorreu | Ado | Utilizar reserva de contingência | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Documentar o Caso de uso adequadamente com as normas para o TCC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Apresentar os resultados ao Orientador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Desenvolver protótipo para o caso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Identificar relações entre os dados dos sensores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Testar Protótipo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Desenvolver protótipo para o caso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Montar as relações em fórmula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Descrever os objetivos do Projeto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRO VIA SIMULAÇÃO | Custos | | Analisar padrão existente entre os casos de uso e formulá-la | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 7. Tela dos Resultados da Simulação

Nesta tela (Figura 11), é possível para o Professor analisar os resultados gerados a partir da simulação configurada pelo mesmo na tela anterior (Figura 10), verificando os riscos que ocorreram para cada projeto simulado junto com os riscos ocorridos, tarefas simuladas e demais informações na parte esquerda da tela. Já na

parte direita da tela, os desvios são apresentados junto com suas respectivas ações corretiva, adicionados pelo aluno na “Tela 03. Controle do Projeto”, apresentada a seguir.

Tela 03. Controle do Projeto

The screenshot shows a software interface for project simulation. At the top, there are navigation tabs: 'Empresas', 'Projetos', and 'Simulação'. Below the tabs, the title 'Simulação' is displayed. A dropdown menu shows 'Selecione a simulação * 1ª - 28/05/2018 - 03/06/2018'. Below this, a table lists tasks with columns for 'Tarefas', 'Atual' (Horas Trabalhadas, Percentual Trabalhado), 'Data', 'Risco', 'Simulado' (Área Afetada, Horas Concluídas), and 'Custos'. Below the table, there is a section for 'Desvio Significativo' with a form to add or edit deviations, including fields for 'Desvio', 'Causa', 'Impacto', 'Ações corretivas', and 'Ação corretiva'.

| Tarefas | Atual | | Data | Risco | Simulado | |
|---|-------------------|-----------------------|------------|--|--------------|------------------|
| | Horas Trabalhadas | Percentual Trabalhado | | | Área Afetada | Horas Concluídas |
| Identificar relações entre os dados dos sensores | 4,7 | 25 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 4,7 |
| Desenvolver protótipo para o caso | 4,2 | 7 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 4,2 |
| Descrever os objetivos do Projeto | 2,5 | 20 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 2,5 |
| Documentar Caso de Uso adequadamente com as Normas para o TCC | 2,8 | 11 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 2,8 |
| Apresentar os resultados ao Orientador | 6,3 | 100 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 6,3 |
| Testar Protótipo | 5,0 | 20 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 5,0 |
| Montar as relações em fórmula | 0,6 | 17 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 0,6 |
| Analisar padrão existente entre os casos de uso e formulá-los | 2,5 | 5 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 2,5 |
| Documentar e Caso de uso adequadamente com as normas para o TCC | 2,3 | 9 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 2,3 |
| Desenvolver protótipo para o caso | 7,8 | 13 % | 29/05/2018 | Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO | Custos | 7,8 |


| Desvio Significativo | | | |
|--------------------------------|------------------|-------|-------------|
| Adicionar desvio significativo | Desvio | Causa | Impacto |
| Adicionar ação corretiva | Ações corretivas | | |
| #Desvio | Ação corretiva | Prazo | Responsável |

Figura 8. Tela de Controle do Projeto

Nesta tela (Figura 12), o Aluno poderá analisar os riscos que ocorreram em seu projeto, gerenciar suas ações corretivas e desvios, adicionando, removendo e editando os mesmos conforme a sua necessidade e de acordo com cada situação apresentada.

4.4.2 Telas alteradas

Além das telas adicionais ao sistema, fez-se necessário modificar 2 telas que já se encontram atualmente no sistema, para poderem se adequar aos requisitos propostos neste trabalho. Esse item do trabalho tem como objetivo realizar a descrição dessas telas modificadas.

Adicionar Risco 

[Retornar à lista de riscos](#)

Identificação do Risco

Título*:

Causa:

Consequência:

Descrição*:

Atividade:

Período de vigência:

Classificação na EAR:

Notas:

Potencial para outros projetos:

Categoria do risco para simulação*:

Análise Qualitativa do Risco

Probabilidade:

...

Figura 9. Tela de Riscos (modificada)

Nesta tela (Figura 13), o Aluno realiza o cadastro de um novo risco. Esta tela já existia no sistema, apenas houve uma leve alteração, foi adicionado o campo obrigatório “Categoria do risco para simulação”, pois para a simulação é essencial a distinção de tipos de riscos diferentes, uma vez que os mesmos impactam de formas diferentes nas atividades do projeto.

Inicição | Planejamento e Monitoramento | Execução | Encerramento

Atividades | Cronograma | Custos | Riscos | Qualidade | Comunicação | **Aquisições** | Stakeholder | Plano de projeto

Planejamento de aquisições

| Item a ser adquirido | Tipo de contrato | Documentos de aquisição (DT, etc.) | Seleção de fornecedores (Critério e peso) | Requisitos adicionais, premissas, restrições etc.: | Processo de gerenciamento do fornecedor: | Papéis/responsabilidades no processo de aquisição: | | |
|-------------------------|------------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| CDs | Preço fixo | | Preço (Peso: 1) Capacidade de armazenamento (Peso: 1) | | | | | |
| Impressão da monografia | Preço fixo | | Preço (Peso: 1) Prazo de entrega (Peso: 1) | | | | | |

Planejamento de aquisições

Item a ser adquirido *:

Tipo de contrato: Preço fixo ▼

Documentos de aquisição (DT, etc.):

Seleção de fornecedores (Critério e peso):

Requisitos adicionais, premissas, restrições etc.:

Processo de gerenciamento do fornecedor:

Papéis/responsabilidades no processo de aquisição:

Atividade*: [Não definido] ▼

Figura 10. Tela de planejamento de aquisições (modificada)

Nesta tela (Figura 14), o Aluno realiza o cadastro/edição de uma Aquisição para o projeto. Esta tela já existia no sistema, apenas houve uma leve alteração, foi adicionado o campo obrigatório “Atividade”. Esta alteração foi necessária, pois com o cadastro de risco com “Categoria do risco para simulação”, quando um risco for do tipo ‘Aquisição’, este risco afetará apenas a atividade que tiver uma aquisição associada.

4.5 Modelagem do Banco de Dados

Devido as telas adicionais e as telas modificadas observadas anteriormente, o banco de dados necessitou de modificações para poder persistir esses novos dados, refletindo assim em alterações no seu modelo original.

A Figura 15 a seguir apresenta as modificações realizadas no banco de dados do dotProject+ devido às necessidades do tema proposto, como é possível observar na figura a seguir:



Figura 11. Tela de modelagem do banco de dados

Devido as alterações nas telas de Aquisições e de Risco, foi necessário alterar duas tabelas já existentes no banco. Com a alteração na tela de Aquisições, que foi incluída a atividade que aquela aquisição corresponde, assim foi adicionada na tabela

"acquisition_planning" a coluna "task_id" correspondente ao 'id' da tabela 'tasks' que contém as atividades dos projetos cadastrados no dotProject+.

Também foi preciso realizar a alteração da tela de riscos, necessitando incluir na tabela do banco de dados a Categoria do risco para simulação (Recurso Humano, Técnico, Custos, Aquisições e Comunicação), assim foi adicionado a coluna "risk_type" que se refere ao código do tipo. Esses códigos se referem aos códigos de identificação que foram adicionados em um registro na tabela "sysvals", a qual contém os valores das constantes do sistema. Os respectivos valores adicionados se encontram na tabela a seguir:

Tabela 11 – Categorias dos riscos e seus valores no banco de dados

| Categoria do Risco | Valor da constante inserida no Banco de Dados |
|----------------------|---|
| Valor <i>default</i> | 0 LBL_TYPE_SELECT |
| Recurso Humano | 1 LBL_TYPE_HM |
| Técnico | 2 LBL_TYPE_TECHNICAL |
| Custo | 3 LBL_TYPE_COST |
| Aquisição | 4 LBL_TYPE_ACQUISITIONS |
| Comunicação | 5 LBL_TYPE_COMMUNICATION |

5 IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento do módulo de simulação de execução de projetos. Inicialmente são apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento, na sequência detalhes sobre a implementação é apresentado e por fim, os resultados dos testes executados.

5.1 Tecnologias utilizadas

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento do módulo de simulação de execução de projetos estão restritas à compatibilidade com a versão atual do dotProject+ (<http://www.gqs.ufsc.br/evolution-of-dotproject/>). Essas restrições dificultam o uso de tecnologias mais atuais, especialmente na camada de apresentação.

Tabela 12 – Informações das tecnologias utilizadas

| Tecnologia | Uso | Fonte |
|------------|---|---|
| PHP 5.1 | Linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento do sistema. | https://secure.php.net/ |
| MySQL 5.5 | Banco de dados relacional <i>open source</i> e escrito em C | https://www.mysql.com/ |

| | | |
|--|---|---|
| | e C++, utilizado para possibilitar a persistência dos dados do sistema. | |
| AJAX | Conjunto de técnicas <i>client side</i> para criar aplicações web assíncronas. | https://www.w3.org/standards/ |
| Implementação simples de Poison em PHP | Encontrado no manual oficial do PHP e validada através da Entrevista feita com o Especialista em Estatística previamente citado. | https://secure.php.net/manual/en/function.stats-cdf-poisson.php |
| Framework dotProject | Sistema web <i>open source</i> de Gerência de Projetos, feito em PHP e banco de dados MySQL. Possibilita funcionalidades básicas de todo projeto, como o cadastro de projetos e suas respectivas empresas | https://dotproject.net/ |

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Framework dotProject+ | Conjunto de módulos <i>addon</i> do projeto dotProject <i>open source</i> | http://www.gqs.ufsc.br/evolution-of-dotproject/ |
|-----------------------|---|---|

O módulo de simulação de execução de projetos é desenvolvido em PHP 5.1 (www.php.net/), necessário para manter a compatibilidade com o sistema atualmente em utilização.

Uma das principais restrições deve-se ao uso do framework do dotProject que restringe o entendimento inicial do seu funcionamento, das permissões de acesso de usuários e das formas de construção de módulo.

Para contornar essa restrição do framework, estudamos o código de módulos antes desenvolvidos e contatamos o Dr. Rafael Gonçalves, desenvolvedor de módulos do dotProject+ e membro da banca, para apoio técnico e assim extrair respostas para nossas dúvidas no decorrer do desenvolvimento.

5.2 Implementação

A implementação do módulo de simulação de execução de projetos para apoio à monitoramento e controle de gerência de projetos foi iniciada pelo core, que consiste na parte de geração da simulação, através da utilização da distribuição de poisson, junto com as consultas no banco de dados necessárias para gerar a simulação, como mostra

o seguinte trecho em PHP a seguir, similar ao utilizado no projeto, porém resumido para facilitar a leitura e o entendimento do mesmo.

Tabela 13: Algoritmo da simulação

```
function do_simulacao($configuracao){
    global $riscosProjeto, $tarefasProjeto, $tarefasAlteradas;
    foreach($configuracao->projetoSelecioneado as $projeto){
        $riscosProjeto = pegaRiscosProjeto($projeto, $configuracao);
        $tarefasProjeto = pegaTarefasProjeto($projeto, $configuracao);
        executaSimulacao($tarefasProjeto, $riscosProjeto);
        atualizaRiscos($riscosProjeto);
        salvaLogTarefas($tarefasAlteradas);
    }
}

function executaSimulacao($tarefasProjeto, $riscosProjeto){
    global $tarefasAlteradas;
    //função de Poisson
    //Variáveis de base para o Poisson ($base e $sensibilidade)
    // $base é definida a partir do PMSurvey
    // $sensibilidade vem da configuração do professor
    $nriscos = $base * $sensibilidade;
    //função Poisson nativa PHP
    $nRiscosPoisson = poisson($nriscos, $nriscos*1.5);
    // Retorna os riscos a partir do Poisson.
    $retornaRiscosPoisson = riscosEscolhidosPoisson($nRiscosPoisson,
    $riscosProjeto);
    foreach($retornaRiscosPoisson as $risco){
        //retorna de 1-n tarefas, conforme a probabilidade do risco
        ocorrer
        $tarefasSimulacao = retornaTarefasRiscoProbabilidade($risco,
        $tarefasProjeto);
        $tarefaSimulada = simulaTarefa($tarefasSimulacao,
        $risco['impacto']);
        $tarefasAlteradas.adiciona($tarefaSimulada);
    }
}
```

```
function simulaTarefa($tarefasSimulacao, $riscoImpacto){
    $tarefas[];
    foreach($tarefasSimulacao as $tarefa){
        //verifica o impacto do risco utilizado
        switch ($riscoImpacto) {
            case 0: //Muito Baixo
                $tarefas.percentual = 90;
                break;
            case 1: //Baixo
                $tarefas.percentual = 75;
                break;
            case 2: //Médio
                $tarefas.percentual = 50;
                break;
            case 3: //Alto
                $tarefas.percentual = 40;
                break;
            case 4: //Muito Alto
                $tarefas.percentual= 20;
                break;
        }
        $tarefas.adiciona($tarefa);
    }
    return $tarefas
}
```

A partir do código mostrado na tabela 12, é possível observar que a função “do_simulacao” se encontra em um nível maior de abstração do que as demais, fazendo a chamada através da função “executaSimulacao” de cada um dos projetos definidos pelo(a) professor(a) para executarem as simulações de acordo com o período definido.

A função “executaSimulacao” é responsável pela realização do “core” da simulação, o qual consiste desde a coleta dos parâmetros fornecidos pelo(a) Professor(a) em questão até a utilização da implementação em PHP da distribuição de Poisson.

Após a distribuição de Poisson definir a quantidade de riscos que devem ocorrer na simulação, um loop é criado para que todos os riscos sejam simulados. Nesse loop é selecionado um risco do projeto, dentro do período da simulação estabelecido. Uma tarefa é então criada e vinculada ao risco previamente selecionado, e a mesma recebe um impacto negativo de acordo com o tipo de risco ocorrido (através do aumento de seu custo total e/ou aumento do seu percentual de completude da tarefa menor do que o esperado)

Por fim, A função “simulaTarefa” é chamada pela “executaSimulacao” e tem como objetivo criar e persistir as tarefas simuladas pela função que a chama, possibilitando o funcionamento completo do módulo no sistema “dotProject”.

5.3 Testes Iniciais

A implementação inicial do *core* da simulação foi testada em uma aplicação prática em sala de aula na disciplina de Gerência de Projetos do curso de Sistemas de Informação do Departamento de Informática e Estatística. No total participaram 19 alunos dos 25 matriculados na disciplina.

Para executar este teste inicial, foi utilizado os projetos cadastrados pelos alunos no decorrer da disciplina, do mesmo modo que será utilizado pelo professor, o módulo de simulação implementado foi executado em sala de aula, gerando dados de execução dos projetos. Os alunos, então, acessaram o módulo de simulação, fizeram a análise do ocorrido nas tarefas do projeto e realizaram o monitoramento e controle com base nos dados gerados pelo módulo, procurando identificar as ações corretivas necessárias quando desvios significativos eram encontrados.

Após o uso do módulo, os alunos responderam a um questionário (APÊNDICE I), no qual as perguntas foram levantadas junto ao orientador deste trabalho, onde os mesmos eram questionados quanto à qualidade do módulo desenvolvido, à experiência de aprendizado e sugestões para melhoria do módulo. Os resultados são apresentados na seguinte figura:

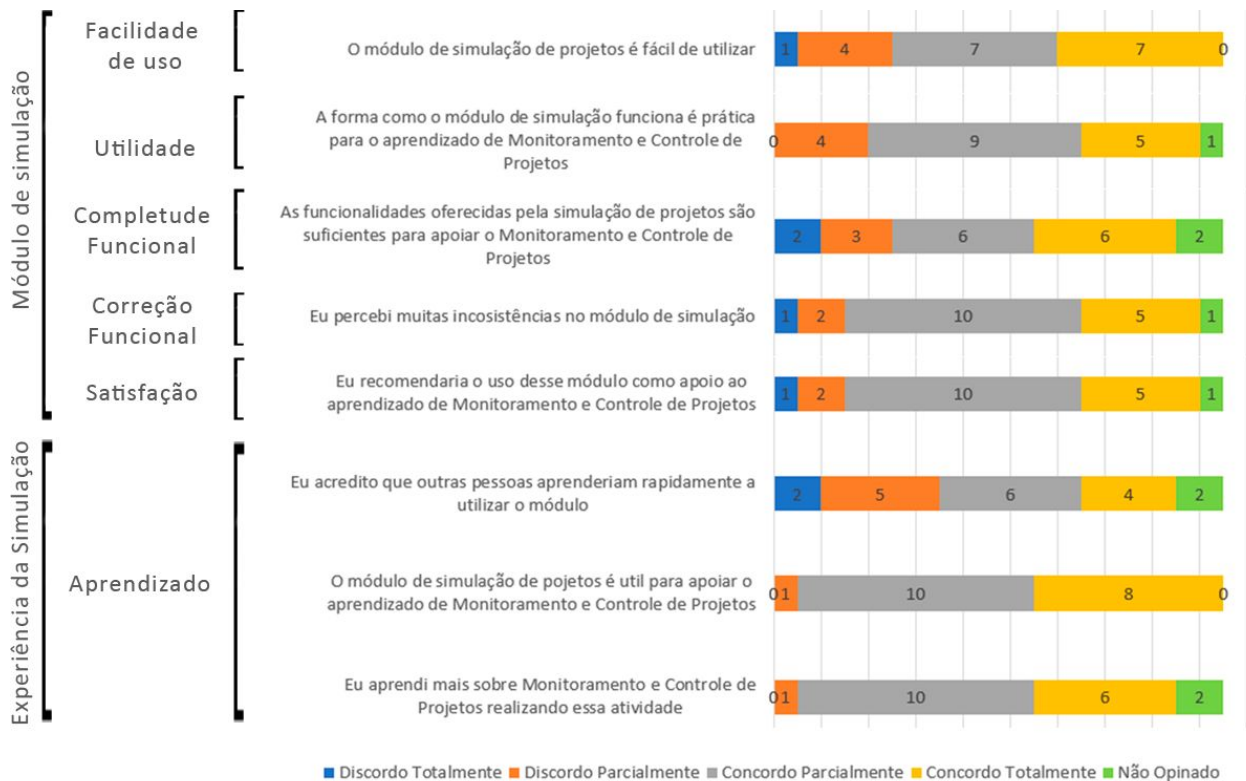


Figura 12. Resultados da avaliação da prática em sala de aula

A partir da Figura 16, é possível observar que a maioria dos alunos concordou positivamente sobre a praticidade da interface fornecida pela simulação executada, na facilidade de utilização, bem como sua suficiência para o objetivo proposto e também sobre sua utilidade para o aprendizado do processo de monitoramento e controle em gerência de projetos. Entretanto, quando os alunos foram questionados sobre a inconsistência do módulo de simulação, a maioria concordou, a provável causa disso foi o fato de um problema ter ocorrido durante a aplicação, devido ao fato do módulo ainda estar em fase de desenvolvimento e também pelo fato de vários projetos não estarem cadastrados de forma correta para o total funcionamento desse módulo, algo que será corrigido através de avaliações por parte do professor para garantir que os alunos estão

cadastrando corretamente os seus projetos. Foi verificado, através de sugestões dos alunos, que havia uma necessidade de melhoria na visualização das informações do ocorrido com as tarefas, assim executada essa melhoria para melhor entendimento e cadastro dos desvios significativos e das ações corretivas.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvida a implementação de módulo de simulação de projetos na ferramenta dotProject que auxilia no ensino de gerência de projetos, principalmente no processo de monitoramento e controle, por meio de uma simulação configurada pelo professor, utilizando informações previamente cadastradas pelos alunos nos seus respectivos projetos.

Inicialmente foi realizado um estudo sobre monitoramento e controle de projetos usando as ferramentas de busca Google Scholar, IEEEExplore e ACM Digital e realizando reuniões com o orientador (Prof. Dr. Jean Carlo Rossa Hauck) desse trabalho para revisão da pesquisa feita e dicas de análise e filtragem dos artigos encontrados buscando identificar o estado da arte em termos de Gerência de Projetos, Simulação e Monitoramento e Controle.

Com base na análise da literatura e do estado da arte, foi definido e modelado o simulador de projetos para o ensino de gerenciamento de projetos. Para isso foram levantados os requisitos, modelado o diagrama de casos de uso para aprimorar o entendimento do assunto a ser abordado e, conseqüentemente, o desempenho geral do projeto. A abordagem de simulação utiliza a distribuição de Poisson, pois após realizar reuniões com especialistas das áreas de Inteligência Artificial, Estatística e Gerência de Projetos foi entendido que a melhor abordagem, principalmente no aspecto de viabilidade de implementação mantendo o escopo previsto para um Trabalho de Conclusão de Curso, que se adequa com a simulação em questão é a distribuição de Poisson.

O módulo de simulação de projetos para o ensino de gerenciamento de projetos no dotProject+ foi então implementado utilizando linguagem PHP na versão 5.1 e sistema gerenciador de banco de dados MySQL e integrado com a versão mais recente desenvolvida do dotProject+.

O módulo, com seu core inicial finalizado foi então avaliado em uma turma da disciplina de Gerência de Projetos do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Santa Catarina, no semestre de 2017-2. O resultado da avaliação indica que o módulo foi bem aceito pelos alunos, salve problemas ocorridos devido ao fato do mesmo estar ainda em desenvolvimento no momento da aplicação em sala de aula, o que ocasionou em erros durante a mesma, assim sabendo as melhorias necessárias para a versão final que não foi feita a avaliação em sala junto com a turma de 2018-1, pois não houve tempo adequado.

A nova versão do dotProject criada através desse trabalho já apresenta suas funcionalidades *core* implementadas e se encontra atualmente em finalização para ser posto em utilização pelos professores da disciplina de Gerência de Projetos..

Com o intuito de continuar e melhorar o presente trabalho, podemos apontar os seguintes trabalhos futuros:

- Realizar a geração da simulação utilizando a abordagem de Algoritmos Genéticos, a qual pode simular de forma mais precisa o real ambiente relacionado a gerência de projetos, porém não foi possível realizar neste trabalho devido a sua alta complexidade de implementação, o que impactaria diretamente no escopo do mesmo.
- A avaliação das ações corretivas definidas pelos alunos serem avaliadas entre eles, assim fazendo com que outras pessoas possam ter opiniões diferentes e ser aberta uma discussão sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

BELHOT, R.V. (1998) **Searching for New Ways of Teaching**.

BOLLIN, A. et al. (2012). **Teaching Software Project Management using Simulations - The AMEISE Environment: from Concepts to Class Room Experience**. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6245012/> Acessado em Outubro de 2017.

DEININGER, M.; DRAPPA, A. (1995). **A Simulation System for Project Managers. Proceedings of the Fifth International Workshop on Experience with the Management of Software Projects (MSP-95)**.

DUARTE, A. et. al. (2014) **Teaching software project management by using Lego Mindstorm robot**. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=6876954> Acessado em Novembro de 2017.

GONÇALVES, R. F.; WANGENHEIM, C. G. (2016). **Guia de Instalação do dotProject+**. Disponível em: http://www.incod.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/04/INCoD-GQS-05-2016-P-v10-manual_instalacao_dot_project.pdf Acesso em: 29 de Outubro de 2017.

HOOD, D.; HOOD, C. (2006). **Teaching software project management using simulations**. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1140201&CFID=670632694&CFTOKEN=87618298> Acessado em Outubro de 2017.

HUGHES, B.; COTTERELL, M. (1999). **Software Project Management (Second Edition)**.

JOWERS, T. (2006) **The Business Guide to Free Information Technology including Free/Libre Open Source Software**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=D6sGjfl5htkC> Acessado em Novembro de 2017.

KERZNER, H. (2017). **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (Twelfth Edition)**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=xIASDgAAQBAJ> Acessado em Novembro de 2017.

KWAK Y.; INGALL, L. **Exploring Monte Carlo Simulation Applications for Project Management**. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1057/palgrave.rm.8250017> Acessado em Novembro de 2017.

LINO, J. et. al. (2015) **Project Management Game 2D (PMG-2D)** . Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=7344168> Acessado em Novembro de 2017.

MONTGOMER, D.; RUNGER, G. (2014). **Applied Statistics and Probability for Engineers, 6th Edition.**

PAMUKCU, D.; PRUETT, J. (1985). **IPM: A computer Interactive Project Management teaching tool.** Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/036083528590004X> Acessado em Outubro de 2017.

PMSURVEY.ORG 2014 Edition. Project Management Institute. Disponível em: <http://www.pmsurvey.org/> Acessado em Novembro de 2016.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2015). **PMBOK: Project Management Body of Knowledge.** Ansi.

RANDEL, J.M. et. al. (1992). **The effectiveness of games for educational purpose: a review of recent research.**

SCHNEIDER, M. (2015) **SCRUM'ed: Um jogo de RPG para ensinar Scrum.** Disponível em: <http://www.gqs.ufsc.br/scrumed-a-3d-role-playing-game-to-learn-scrum/> Acessado em Novembro de 2017.

SHTUB, A. (2005). **PMT—the project management trainer. Paper presented at PMI® Global Congress 2005—Asia Pacific, Singapore. Newtown Square, PA: Project Management Institute.**

SHTUB, A. (2005). **Project management simulation with PTB Project Team Builder.**

SOFTWARE QUALITY GROUP - GQS (2012). **Game: Project Management Master.** Disponível em: <http://www.gqs.ufsc.br/pm-master/> Acessado em Novembro de 2017.

WOLFE, J. (1985) **The teaching effectiveness of game in collegiate business courses.**

APÊNDICE I

Questionário de Avaliação do Módulo de Simulação

Data: ___/___/___ Grupo: _____

Gostaríamos, por meio deste questionário, de conhecer a sua opinião sobre o uso o módulo de Simulação de Projetos do dotProject+ como apoio ao aprendizado de Monitoramento e Controle de Projetos.

| | Discordo Totalmente | Discordo Parcialmente | Concordo Parcialmente | Concordo Totalmente |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| O módulo de simulação de projetos é fácil de utilizar. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| O módulo de simulação de projetos é útil para apoiar o aprendizado de Monitoramento e Controle de Projetos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| A forma como o módulo de simulação funciona é prática para o aprendizado de Monitoramento e Controle de Projetos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| As funcionalidades oferecidas pela simulação de projetos são suficientes para apoiar o Monitoramento e Controle de Projetos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| As informações apresentadas pelo dotProject+ após a simulação são suficientes para realizar o Monitoramento e Controle de Projetos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Não foram percebidos erros que atrapalhassem o uso da ferramenta como apoio ao aprendizado de Monitoramento e Controle de Projetos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eu recomendaria o uso desse módulo como apoio ao aprendizado de Monitoramento e Controle de Projetos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eu percebi muitas inconsistências no módulo de simulação. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eu acredito que outras pessoas aprenderiam rapidamente a utilizar o módulo. | | | | |
| Eu achei o módulo desnecessariamente complexo. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eu aprendi mais sobre Monitoramento e Controle de Projetos realizando essa atividade. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| O que mais gostei no módulo de simulação de projetos: | | | | |
| O que menos gostei no módulo de simulação de projetos: | | | | |
| Sugestões e comentários: | | | | |

APÊNDICE II

Pasta control:

Arquivo "controller_desvio_acao_corretiva.class.php"

```
<?php
class ControllerDesvioAcaoCorretiva {
    function ControllerDesvioAcaoCorretiva() { }
    public function saveDesvioItem($id_simulation, $id_project, $number, $deviation, $cause, $impact, $id)
    {
        $q = new DBQuery();
        $q->clear();
        $q->addTable("simulation_significant_deviation");
        if ($id == "") {
            $q->addInsert("id_simulation", $id_simulation);
            $q->addInsert("id_project", $id_project);
            $q->addInsert("number", $number);
            $q->addInsert("deviation", $deviation);
            $q->addInsert("cause", $cause);
            $q->addInsert("impact", $impact);
        } else {
            $q->addUpdate("deviation", $deviation);
            $q->addUpdate("cause", $cause);
            $q->addUpdate("impact", $impact);
            $q->addWhere("id_deviation = " . $id);
        }
        $q->exec();
    }
    public function saveAcaoCorretivaItem($id_project, $deviation_number, $corrective_action, $deadline,
    $responsible, $id) {
        $q = new DBQuery();
        $q->clear();
        $q->addTable("simulation_corrective_actions");
        if ($id == "") {
            $q->addInsert("id_project", $id_project);
            $q->addInsert("id_deviation", $deviation_number);
            $q->addInsert("corrective_action", $corrective_action);
            $q->addInsert("deadline", $deadline);
            $q->addInsert("responsible", $responsible);
        } else {
            $q->addUpdate("id_deviation", $deviation_number);
            $q->addUpdate("corrective_action", $corrective_action);
            $q->addUpdate("deadline", $deadline);
            $q->addUpdate("responsible", $responsible);
            $q->addWhere("id_corrective = " . $id);
        }
        $q->exec();
    }
    public function deleteDesvioItem($id) {
        $q = new DBQuery();
        $q->clear();
    }
}
```



```

    $q->setDelete("simulation_significant_deviation");
    $q->addWhere("id_deviation=" . $id);
    $q->exec();
}
public function deleteAcaoCorretivaItem($id) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->setDelete("simulation_corrective_actions");
    $q->addWhere("id_corrective=" . $id);
    $q->exec();
}
public function loadItemDesvio($project_id) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery("id_deviation, number, deviation, cause, impact");
    $q->addTable("simulation_significant_deviation", "q");
    $q->addWhere("id_project =" . $project_id);
    $sql = $q->prepare();
    $records = db_loadList($sql);
    return $records;
}
public function loadItemAcaoCorretiva($project_id) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery("id_corrective, id_deviation, corrective_action, deadline, responsible");
    $q->addTable("simulation_corrective_actions", "q");
    $q->addWhere("id_project =" . $project_id);
    $sql = $q->prepare();
    $records = db_loadList($sql);
    return $records;
}
public function loadNumeroItemDesvio($project_id) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery("id_deviation, number");
    $q->addTable("simulation_significant_deviation");
    $q->addWhere("id_project =" . $project_id);
    $sql = $q->prepare();
    $records = db_loadList($sql);
    return $records;
}
}
}

```

Arquivo “*simulation_risks_poisson.php*”

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}
function geraRiscosDiaProjeto($projeto, $dataAtual, $objeto) {
    $riscosSorteados = array();
    foreach ($objeto->itensSimular as $item) {

```

```

    $riscosSimular = retornaRiscosPorDiaTipoSQL($projeto, $dataAtual, $item);
    if (empty($riscosSimular)) { continue; }
    $riscosSimulados = simularProjeto($riscosSimular, $objeto->sensibilidade);
    $riscosSorteados = array_merge($riscosSorteados, $riscosSimulados);
}
return $riscosSorteados;
}
function geraRiscosProjeto($projeto, $objeto) {
    $riscosSimulados = array();
    foreach ($objeto->itensSimular as $item) {
        $riscosSimular = retornaRiscosPorDiaTipoSQL($projeto, $objeto->dataInicial, $objeto->dataFinal,
$item);
        if (empty($riscosSimular)) { continue; }
        $riscosSimulados = array_merge($riscosSimulados, $riscosSimular);
    }
    $riscosSorteados = simularProjeto($riscosSimulados, $objeto->sensibilidade);
    return $riscosSorteados;
}
function simularProjeto($riscosProjeto, $sensibilidade) {
    $riscosBase = 2;
    $riscosSens = 1 + ($sensibilidade * 0.005);
    $riscosTotais = floor($riscosBase * $riscosSens);
    $poissonTmp = floor($riscosTotais * 1.5);
    $rangeMax = 0;
    // array que conterá os valores a serem sorteados
    $poissonSimulacao = array();
    // variável que conterá o total acumulado para definir uma faixa proporcional pra cada valor de poisson
a ser sorteado
    $poissonDistTotal = 0;
    $poissonEscolhido = 0;
    $escolhaProbabilidadeZero = rand(0,100);
    $NO_RISKS_PROBABILITY = 60 - ($sensibilidade/2.5);
    if($escolhaProbabilidadeZero <= $NO_RISKS_PROBABILITY){
        $poissonEscolhido = 0;
    }
    else {
        while ($poissonTmp > ($riscosTotais / 2)) {
            $poissonAtual = floor(poisson($riscosTotais, $poissonTmp) * 1000) / 1000;
            $poissonSimulacao[$poissonTmp] = $poissonAtual;
            $poissonDistTotal += $poissonAtual;
            $poissonTmp--;
            $rangeMax++;
        }
        // faixas de valores (acumulativo) para cada valor de poisson
        $poissonAleatorio = array();
        $faixasTotais = 0;
        foreach ($poissonSimulacao as $key => $valorPoisson) {
            $poissonAleatorio[$key] = floor(($faixasTotais + 100 * $valorPoisson / $poissonDistTotal) * 100) /
100;
            $faixasTotais += 100 * $valorPoisson / $poissonDistTotal;
        }
    }
}

```

```

$escolha = rand(1, end($poissonAleatorio));
// funcao que verifica poisson escolhido
foreach ($poissonAleatorio as $key => $value) {
    if ($value >= $escolha) {
        $poissonEscolhido = $key;
        break;
    }
}
}
$PRINT_SIMULATIONRISKSPPOISSON = true;
if($PRINT_SIMULATIONRISKSPPOISSON == true){
    print_r("<h3> SIMULAÇÃO -> CALCULO </h3> <br><br>");
    print_r("Número de riscos gerados pelo Poisson: ");
    print_r($poissonEscolhido);
    print_r("<br>");
    print_r("Array contendo todos os riscos: ");
    print_r($riscosProjeto);
    print_r("<br><br>");
}
return gerarRiscos($riscosProjeto, $poissonEscolhido);
}
function gerarRiscos($riscosProjeto, $quantRiscos) {
    $riscosSimulados = array();
    while ($quantRiscos > 0) {
        $randomIndex = rand(0, (count($riscosProjeto) - 1));
        array_push($riscosSimulados, $riscosProjeto[$randomIndex]);
        $quantRiscos--;
    }
    return $riscosSimulados;
}
function factorial($number) {
    if ($number < 2) {
        return 1;
    } else {
        return ($number * factorial($number - 1));
    }
}
function poisson($chance, $occurrence) {
    $e = exp(1);
    $a = pow($e, (-1 * $chance));
    $b = pow($chance, $occurrence);
    $c = factorial($occurrence);
    return $a * $b / $c;
}

```

Arquivo "*simulation_tasks.php*"

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_inserts.php");

```

```

// alteração das tarefas do projeto a partir do risco
function simulaTarefaRisco($simulacaoId, $risco, $tarefa, $dataAtual) {
    $riscoId = $risco["risk_id"];
    $riscoTipo = $risco["risk_type"];
    $riscoImpacto = $risco["risk_impact"];
    switch ($riscoTipo) {
        case 1: //RH
            $tarefaSimulada = simulaRH($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId, $dataAtual);
            break;
        case 2: //Tecnico
            $tarefaSimulada = simulaTecnicoComunicacao($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId,
            $dataAtual);
            break;
        case 3: //Custos
            $tarefaSimulada = simulaCustos($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId, $dataAtual);
            break;
        case 4: //Aquisições
            $tarefaSimulada = simulaAquisicao($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId, $dataAtual);
            break;
        case 5: //Comunicação
            $tarefaSimulada = simulaTecnicoComunicacao($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId,
            $dataAtual);
            break;
    }
    return $tarefaSimulada;
}
function simulaRH($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId, $dataAtual) {
    $tarefaId = $tarefa["task_id"];
    $tarefaDuracao = $tarefa["task_duration"];
    $tarefaHorasTrabalhadas = $tarefa["task_hours_worked"];
    $tarefaPercentual = $tarefa["task_percent_complete"];
    $tarefaEsforco = $tarefa["effort"];
    if (array_key_exists("percentualSimulado", $tarefa)) {
        $historicoPercentual = $tarefa["percentualSimulado"];
        switch ($riscoImpacto) {
            case 0: //Muito Baixo
                $porcentagemUsada = (90 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (90 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
                break;
            case 1: //Baixo
                $porcentagemUsada = (75 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (75 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
                break;
            case 2: //Médio
                $porcentagemUsada = (50 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (50 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
                break;
            case 3: //Alto
                $porcentagemUsada = (40 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (40 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
                break;
        }
    }
}

```

```

        case 4: //Muito Alto
            $porcentagemUsada = (20 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (20 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        }
    } else {
        switch ($riscoImpacto) {
            case 0: //Muito Baixo
                $porcentagemUsada = 90;
                break;
            case 1: //Baixo
                $porcentagemUsada = 75;
                break;
            case 2: //Médio
                $porcentagemUsada = 50;
                break;
            case 3: //Alto
                $porcentagemUsada = 40;
                break;
            case 4: //Muito Alto
                $porcentagemUsada = 20;
                break;
        }
    }
    $porcentagemDia = 100 / $tarefaDuracao;
    $simulacaoPorcentagem = $porcentagemDia * ($porcentagemUsada / 100);
    $tarefaPercentualSimulado = ($tarefaPercentual + $simulacaoPorcentagem > 100) ? 100 :
$tarefaPercentual + $simulacaoPorcentagem;
    //Calcula quantidade de horas trabalhadas para a tarefa
    $horasTrabalhadas = $tarefaEsforco / $tarefaDuracao;
    $tarefaHorasTrabalhadasSimulado = $tarefaHorasTrabalhadas + $horasTrabalhadas;
    salvarSimulacaoExecutadaSQL($simulacaoId, $riscoId, $tarefaId, $dataAtual,
$tarefaHorasTrabalhadas, $tarefaHorasTrabalhadasSimulado, $tarefaPercentual,
$tarefaPercentualSimulado);
    if (array_key_exists("percentualHoraUsada", $tarefa)) {
        $historicoHoraPercentual = $tarefa["percentualHoraUsada"];
        $horasTrabalhadas = $tarefa["horasTrabalhadasLog"];
    } else {
        $historicoHoraPercentual = 100;
    }
    //adiciona na a $tarefa, valores para historico de porcentagem e hora
    $tarefa["percentualHoraUsada"] = $historicoHoraPercentual;
    $tarefa["percentualSimulado"] = $porcentagemUsada;
    $tarefa["horasTrabalhadasLog"] = $horasTrabalhadas;
    $tarefa["percentualTrabalhadoLog"] = $simulacaoPorcentagem;
    //retornar a $tarefa
    return $tarefa;
}
function simulaTecnicoComunicacao($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId, $dataAtual) {
    $tarefaId = $tarefa["task_id"];
    $tarefaDuracao = $tarefa["task_duration"];

```

```

$starefaHorasTrabalhadas = $starefa["task_hours_worked"];
$starefaEsforco = $starefa["effort"];
$starefaPercentual = $starefa["task_percent_complete"];
if (array_key_exists("percentualSimulado", $starefa) && array_key_exists("percentualHoraUsada",
$starefa)) {
    $historicoPercentual = $starefa["percentualSimulado"];
    $historicoHoraPercentual = $starefa["percentualHoraUsada"];
    switch ($riscoImpacto) {
        case 0: //Muito Baixo
            $percentualHoraUsada = (105 + $historicoHoraPercentual - 100) > 0 ? (105 +
$historicoHoraPercentual - 100) : 0;
            $porcentagemUsada = (95 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (95 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 1: //Baixo
            $percentualHoraUsada = (115 + $historicoHoraPercentual - 100) > 0 ? (115 +
$historicoHoraPercentual - 100) : 0;
            $porcentagemUsada = (85 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (85 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 2: //Médio
            $percentualHoraUsada = (125 + $historicoHoraPercentual - 100) > 0 ? (125 +
$historicoHoraPercentual - 100) : 0;
            $porcentagemUsada = (75 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (75 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 3: //Alto
            $percentualHoraUsada = (135 + $historicoHoraPercentual - 100) > 0 ? (135 +
$historicoHoraPercentual - 100) : 0;
            $porcentagemUsada = (65 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (65 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 4: //Muito Alto
            $percentualHoraUsada = (150 + $historicoHoraPercentual - 100) > 0 ? (150 +
$historicoHoraPercentual - 100) : 0;
            $porcentagemUsada = (55 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (55 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
    }
} else {
    switch ($riscoImpacto) {
        case 0: //Muito Baixo
            $percentualHoraUsada = 105;
            $porcentagemUsada = 95;
            break;
        case 1: //Baixo
            $percentualHoraUsada = 115;
            $porcentagemUsada = 85;
            break;
        case 2: //Médio
            $percentualHoraUsada = 125;

```

```

        $porcentagemUsada = 75;
        break;
    case 3: //Alto
        $percentualHoraUsada = 135;
        $porcentagemUsada = 65;
        break;
    case 4: //Muito Alto
        $percentualHoraUsada = 150;
        $porcentagemUsada = 55;
        break;
    }
}
$porcentagemDia = 100 / $tarefaDuracao;
$simulacaoPorcentagem = $porcentagemDia * ($porcentagemUsada / 100);
$tarefaPercentualSimulado = ($tarefaPercentual + $simulacaoPorcentagem > 100) ? 100 :
$tarefaPercentual + $simulacaoPorcentagem;
$horasEstimadas = $tarefaEsforco / $tarefaDuracao;
$simulacaoHorasTrabalhadas = $horasEstimadas * ($percentualHoraUsada / 100);
$tarefaHorasTrabalhadasSimulado = $tarefaHorasTrabalhadas + $simulacaoHorasTrabalhadas;
salvarSimulacaoExecutadaSQL($simulacaoId, $riscolId, $tarefaId, $dataAtual,
$tarefaHorasTrabalhadas, $tarefaHorasTrabalhadasSimulado, $tarefaPercentual,
$tarefaPercentualSimulado);
//adiciona na a $tarefa, valores para historico de porcentagem e hora
$tarefa["percentualHoraUsada"] = $percentualHoraUsada;
$tarefa["percentualSimulado"] = $porcentagemUsada;
$tarefa["horasTrabalhadasLog"] = $simulacaoHorasTrabalhadas;
$tarefa["percentualTrabalhadoLog"] = $simulacaoPorcentagem;
return $tarefa;
}
function simulaCustos($tarefa, $riscolImpacto, $simulacaoId, $riscolId, $dataAtual) {
    $tarefaId = $tarefa["task_id"];
    $tarefaDuracao = $tarefa["task_duration"];
    $tarefaHorasTrabalhadas = $tarefa["task_hours_worked"];
    $tarefaEsforco = $tarefa["effort"];
    $tarefaPercentual = $tarefa["task_percent_complete"];
    if (array_key_exists("percentualHoraUsada", $tarefa)) {
        $historicoPercentual = $tarefa["percentualHoraUsada"];
        switch ($riscolImpacto) {
            case 0: //Muito Baixo
                $percentualHoraUsada = (105 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (105 + $historicoPercentual -
100) : 0;
                break;
            case 1: //Baixo
                $percentualHoraUsada = (115 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (115 + $historicoPercentual -
100) : 0;
                break;
            case 2: //Médico
                $percentualHoraUsada = (125 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (125 + $historicoPercentual -
100) : 0;
                break;
            case 3: //Alto

```

```

        $percentualHoraUsada = (135 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (135 + $historicoPercentual -
100) : 0;
        break;
        case 4: //Muito Alto
        $percentualHoraUsada = (150 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (150 + $historicoPercentual -
100) : 0;
        break;
    }
} else {
    switch ($riscoImpacto) {
        case 0: //Muito Baixo
        $percentualHoraUsada = 105;
        break;
        case 1: //Baixo
        $percentualHoraUsada = 115;
        break;
        case 2: //Médio
        $percentualHoraUsada = 125;
        break;
        case 3: //Alto
        $percentualHoraUsada = 135;
        break;
        case 4: //Muito Alto
        $percentualHoraUsada = 150;
        break;
    }
}
$horasTrabalhadasEstimada = $tarefaEsforco / $tarefaDuracao;
$simulacaoHorasTrabalhadas = $horasTrabalhadasEstimada * ($percentualHoraUsada / 100);
$porcentagemDia = 100 / $tarefaDuracao;
$tarefaPercentualSimulado = ($tarefaPercentual + $porcentagemDia > 100) ? 100 : $tarefaPercentual
+ $porcentagemDia;
$tarefaHorasTrabalhadasSimulado = $tarefaHorasTrabalhadas + $simulacaoHorasTrabalhadas;
salvarSimulacaoExecutadaSQL($simulacaoId, $riscoId, $tarefaId, $dataAtual,
$tarefaHorasTrabalhadas, $tarefaHorasTrabalhadasSimulado, $tarefaPercentual,
$tarefaPercentualSimulado);
if (array_key_exists("percentualSimulado", $tarefa)) {
    $porcentagemUsada = $tarefa["percentualSimulado"];
    $porcentagemDia = $tarefa["percentualTrabalhodoLog"];
} else {
    $porcentagemUsada = 100;
}
//adiciona na a $tarefa, valores para historico de porcentagem e hora
$tarefa["percentualHoraUsada"] = $percentualHoraUsada;
$tarefa["percentualSimulado"] = $porcentagemUsada;
$tarefa["horasTrabalhadasLog"] = $simulacaoHorasTrabalhadas;
$tarefa["percentualTrabalhodoLog"] = $porcentagemDia;
//retornar a $tarefa
return $tarefa;
}
function simulaAquisicao($tarefa, $riscoImpacto, $simulacaoId, $riscoId, $dataAtual) {

```



```

$tarefald = $arefa["task_id"];
$arefaDuracao = $arefa["task_duration"];
$arefaHorasTrabalhadas = $arefa["task_hours_worked"];
$arefaEsforco = $arefa["effort"];
$arefaPercentual = $arefa["task_percent_complete"];
if (array_key_exists("percentualSimulado", $arefa)) {
    $historicoPercentual = $arefa["percentualSimulado"];
    switch ($riscoImpacto) {
        case 0: //Muito Baixo
            $porcentagemUsada = (85 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (85 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 1: //Baixo
            $porcentagemUsada = (70 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (70 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 2: //Médio
            $porcentagemUsada = (50 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (50 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 3: //Alto
            $porcentagemUsada = (35 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (35 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
        case 4: //Muito Alto
            $porcentagemUsada = (18 + $historicoPercentual - 100) > 0 ? (15 + $historicoPercentual - 100)
: 0;
            break;
    }
} else {
    switch ($riscoImpacto) {
        case 0: //Muito Baixo
            $porcentagemUsada = 85;
            break;
        case 1: //Baixo
            $porcentagemUsada = 70;
            break;
        case 2: //Médio
            $porcentagemUsada = 50;
            break;
        case 3: //Alto
            $porcentagemUsada = 35;
            break;
        case 4: //Muito Alto
            $porcentagemUsada = 15;
            break;
    }
}

$porcentagemDia = 100 / $arefaDuracao;
$simulacaoPorcentagem = $porcentagemDia * ($porcentagemUsada / 100);

```

```

    $starefaPercentualSimulado = ($starefaPercentual + $simulacaoPorcentagem > 100) ? 100 :
    $starefaPercentual + $simulacaoPorcentagem;
    //Calcula quantidade de horas trabalhadas para a tarefa
    $horasTrabalhadas = $starefaEsforco / $starefaDuracao;
    $starefaHorasTrabalhadasSimulado = $starefaHorasTrabalhadas + $horasTrabalhadas;
    salvarSimulacaoExecutadaSQL($simulacaoId, $riscoId, $starefaId, $dataAtual,
    $starefaHorasTrabalhadas, $starefaHorasTrabalhadasSimulado, $starefaPercentual,
    $starefaPercentualSimulado);
    if (array_key_exists("percentualHoraUsada", $starefa)) {
        $historicoHoraPercentual = $starefa["percentualHoraUsada"];
        $horasTrabalhadas = $starefa["horasTrabalhadasLog"];
    } else {
        $historicoHoraPercentual = 100;
    }
    //adiciona na a $starefa, valores para historico de porcentagem e hora
    $starefa["percentualHoraUsada"] = $historicoHoraPercentual;
    $starefa["percentualSimulado"] = $porcentagemUsada;
    $starefa["horasTrabalhadasLog"] = $horasTrabalhadas;
    $starefa["percentualTrabalhadoLog"] = $simulacaoPorcentagem;
    //retornar a $starefa
    return $starefa;
}
//Completa a lista de tarefas alteradas com as tarefas que não foram atingidos por risco
function geraTarefasFinais($tarefasAlteradas, $listaTarefasProjeto) {
    $starefaAlteradaRetorno = $tarefasAlteradas;
    foreach ($listaTarefasProjeto as $starefaPlanejada) {
        //verificar se esta na $tarefasAlteradas
        $starefaAlteradaKey = array_search($starefaPlanejada["task_id"], array_column($tarefasAlteradas,
"task_id"));
        //se estiver, PARA! Tarefa foi alterada e vai para a próxima da lista
        if ($starefaAlteradaKey >= 0 && $starefaAlteradaKey !== false) { continue; }
        //executa a tarefa como planejado
        $starefaAlteradaNova = executaTarefaPlanejado($starefaPlanejada);
        array_push($starefaAlteradaRetorno, $starefaAlteradaNova);
    }
    return $starefaAlteradaRetorno;
}
function executaTarefaPlanejado($starefa) {
    $starefaDuracao = $starefa["task_duration"];
    $starefaEsforco = $starefa["effort"];
    $porcentagemDia = 100 / $starefaDuracao;
    $horasTrabalhadasEstimada = $starefaEsforco / $starefaDuracao;
    //adiciona na a $starefa, valores para historico de porcentagem e hora
    $starefa["percentualHoraUsada"] = 100;
    $starefa["percentualSimulado"] = 100;
    $starefa["horasTrabalhadasLog"] = $horasTrabalhadasEstimada;
    $starefa["percentualTrabalhadoLog"] = $porcentagemDia;
    //retornar a $starefa
    return $starefa;
}

```

Pasta Locales

Arquivo "en.inc"

"CONFIGURACAO"=>"Configuration",
"SIMULACAO"=>"Simulation",
"INTERVALOSIMULACAO"=>"Period for Simulation",
"TEMPO"=>"Time",
"SENSIBILIDADE"=>"Sensitivity",
"ITENSSIMULAR"=>"Items to Simulate",
"PROJETOSSIMULAR"=>"Projects to Simulate",
"PROJETOS"=>"Projects",
"SIMULAR"=>"Simulate",
"FORM_VALIDATION"=>"There are required fields not filled in.",
"SELECCIONETURMA"=>"Select the class",
"DATAINICIAL"=>"Start date",
"DATAFINAL"=>"End date",
"LBL_NAME" => "NAME",
"LBL_TYPE_SELECT" => "Select",
"LBL_TYPE_HM" => "Human Resources",
"LBL_TYPE_TECHNICAL" => "Technical",
"LBL_TYPE_COST" => "Costs",
"LBL_TYPE_ACQUISITIONS" => "Acquisitions",
"LBL_TYPE_COMMUNICATION" => "Communication",
"LBL_TASK" => "Tasks",
"LBL_TASK_IDENT" => "Item number",
"LBL_WORK_HOURS" => "Hours worked",
"LBL_WORK_PERCENT" => "Working Percent",
"LBL_DATE" => "Date",
"LBL_RISK" => "Risk",
"LBL_RISK_TYPE" => "Type of risk",
"LBL_AFFECTED_AREA" => "Affected Area",
"LBL_HOURS" => "Hours Completed",
"LBL_PERCENT" => "Percent Complete",
"LBL_DEVIATION" => "Deviation",
"LBL_CAUSE" => "Cause",
"LBL_IMPACT" => "Impact",
"LBL_SIGNIFICANT_DEVIATION" => "Significant deviation",
"LBL_ADD_ITEM_SIGNIFICANT_DEVIATION" => "Add significant deviation",
"LBL_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Corrective actions",
"LBL_ADD_ITEM_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Add corrective action",
"LBL_CORRECTIVE_ACTION" => "Corrective action",
"LBL_DEADLINE" => "Deadline",
"LBL_RESPONSIBLE" => "Responsible",
"LBL_ADD_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Add diversion and corrective actions",
"LBL_SELECCIONESIMULACAO" => "Select the simulation",
"LBL_DEVIATION_ITEM_INCLUDED" => "Including significant variance item",
"LBL_ACTION_ITEM_INCLUDED" => "Included corrective action item",
"LBL_DEVIATION_EXCLUDED" => "Excluded significant deviation item",
"LBL_ACTION_EXCLUDED" => "Excluded corrective action item",
"LBL_CLASS" => "Class",
"LBL_PERIOD" => "Period",
"LBL_SENSITIVITY" => "Sensitivity",

"LBL_RESULT" => "Result",
"LBL_DEVIATION_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Deviation and Corrective Actions",
"LBL_SEE" => "View",
"LBL_PROJECT" => "Project",
"LBL_DATE_EXEC" => "Execution date",
"LBL_HOURS_WORK" => "Working hours",
"LBL_PERCENT_WORK" => "Percentage of work",
"LBL_EXPO_RISK" => "Risk Exposure Factor",
"LBL_HOURS_WORK_BEFORE_SIMULATION" => "Before the simulation",
"LBL_HOURS_WORK_AFTER_SIMULATION" => "After the simulation",
"LBL_HOURS_WORK_PLANNED" => "Planned",
"LBL_PERCENT_WORK_BEFORE_SIMULATION" => "Before the simulation",
"LBL_PERCENT_WORK_AFTER_SIMULATION" => "After the simulation",
"LBL_NO_RISK" => "There were no risks in this simulation",

Arquivo "pt_br.inc"

"CONFIGURACAO"=>"Configuração",
"SIMULACAO"=>"Simulação",
"INTERVALOSIMULACAO"=>"Período para Simulação",
"TEMPO"=>"Tempo",
"SENSIBILIDADE"=>"Sensibilidade",
"ITENSSIMULAR"=>"Itens para Simular",
"PROJETOSSIMULAR"=>"Projetos para Simular",
"PROJETOS"=>"Projetos",
"SIMULAR"=>"Simular",
"FORM_VALIDATION"=>"Existem campos obrigatórios não preenchidos.",
"SELECIONETURMA"=>"Selecione a turma",
"DATAINICIAL"=>"Data inicial",
"DATAFINAL"=>"Data final",
"LBL_NAME" => "NOME",
"LBL_TYPE_SELECT" => "Selecione",
"LBL_TYPE_HM" => "Recursos humanos",
"LBL_TYPE_TECHNICAL" => "Técnico",
"LBL_TYPE_COST" => "Custos",
"LBL_TYPE_ACQUISITIONS" => "Aquisições",
"LBL_TYPE_COMMUNICATION" => "Comunicação",
"LBL_TASK" => "Tarefas",
"LBL_TASK_IDENT" => "Número Item",
"LBL_WORK_HOURS" => "Esforço Real",
"LBL_WORK_PERCENT" => "Progresso Real",
"LBL_DATE" => "Data",
"LBL_RISK" => "Risco Ocorrido",
"LBL_RISK_TYPE" => "Tipo do risco",
"LBL_AFFECTED_AREA" => "Area Afetada",
"LBL_HOURS" => "Esforço",
"LBL_PERCENT" => "Percentual Concluído",
"LBL_DEVIATION" => "Desvio",
"LBL_CAUSE" => "Causa",
"LBL_IMPACT" => "Impacto",
"LBL_SIGNIFICANT_DEVIATION" => "Desvio Significativo",
"LBL_ADD_ITEM_SIGNIFICANT_DEVIATION" => "Adicionar desvio significativo",

"LBL_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Ações corretivas",
 "LBL_ADD_ITEM_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Adicionar ação corretiva",
 "LBL_CORRECTIVE_ACTION" => "Ação corretiva",
 "LBL_DEADLINE" => "Prazo",
 "LBL_RESPONSIBLE" => "Responsável",
 "LBL_ADD_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Adicionar desvio e ações corretivas",
 "LBL_SELECCIONESIMULACAO" => "Selecione a simulação",
 "LBL_DEVIATION_ITEM_INCLUDED" => "Incluído item de desvio significativo",
 "LBL_ACTION_ITEM_INCLUDED" => "Incluído item de ação corretiva",
 "LBL_DEVIATION_EXCLUDED" => "Excluído item de desvio significativo",
 "LBL_ACTION_EXCLUDED" => "Excluído item de ação corretiva",
 "LBL_CLASS" => "Turma",
 "LBL_PERIOD" => "Período",
 "LBL_SENSITIVITY" => "Sensibilidade",
 "LBL_RESULT" => "Resultado",
 "LBL_DEVIATION_CORRECTIVE_ACTIONS" => "Desvio e Ações Corretivas",
 "LBL_SEE" => "Ver",
 "LBL_PROJECT" => "Projeto",
 "LBL_DATE_EXEC" => "Data execução",
 "LBL_HOURS_WORK" => "Horas de trabalho",
 "LBL_PERCENT_WORK" => "Porcentagem de trabalho",
 "LBL_EXPO_RISK" => "Fator de Exposição do Risco",
 "LBL_HOURS_WORK_BEFORE_SIMULATION" => "Antes da simulação",
 "LBL_HOURS_WORK_AFTER_SIMULATION" => "Depois da simulação",
 "LBL_HOURS_WORK_PLANNED" => "Planejada",
 "LBL_PERCENT_WORK_BEFORE_SIMULATION" => "Antes da simulação",
 "LBL_PERCENT_WORK_AFTER_SIMULATION" => "Depois da simulação",
 "LBL_NO_RISK" => "Não ocorreu riscos nessa simulação",

Pasta sqls

Arquivo "sql_inserts.php"

```
<?php
```

```

if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly.');
```

```
}
```

```
//Simulation
```

```
function salvaSimulacaoConfiguracaoSQL($objetoSimulacao) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addTable("simulation");
    $q->addInsert("class_id", $objetoSimulacao->class_id);
    $q->addInsert("start_date", $objetoSimulacao->dataInicial);
    $q->addInsert("end_date", $objetoSimulacao->dataFinal);
    $q->addInsert("sensitivity", $objetoSimulacao->sensibilidade);
    $q->exec();
    $simulationId = mysql_insert_id();
    return $simulationId;
}
```

```
function salvarSimulacaoExecutadaSQL($simulationId, $idRisk, $idTask, $simulationDay,
    $hours_worked_before, $hours_worked_after, $percent_complete_before, $percent_complete_after) {
```

```

$q = new DBQuery();
$q->clear();
$q->addTable("simulation_results");
$q->addInsert("simulation_id", $simulationId);
$q->addInsert("task_id", $idTask);
$q->addInsert("risk_id", $idRisk);
$q->addInsert("simulation_day", $simulationDay);
$q->addInsert("task_hours_worked_before", $hours_worked_before);
$q->addInsert("task_hours_worked_after", $hours_worked_after);
$q->addInsert("task_percent_complete_before", $percent_complete_before);
$q->addInsert("task_percent_complete_after", $percent_complete_after);
$q->exec();
}
//Tasks
function salvaLogTarefaSQL($tarefald, $horasFeitas, $data, $executor) {
    global $AppUI;
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addTable("task_log");
    $q->addInsert("task_log_task", $tarefald);
    $q->addInsert("task_log_name", "Atividade executada via Módulo de Simulação");
    $q->addInsert("task_log_description", "Atividade executada via Módulo de Simulação");
    $q->addInsert("task_log_creator", $executor);
    $q->addInsert("task_log_hours", $horasFeitas);
    $q->addInsert("task_log_date", $data);
    $q->exec();
}
function insereRiscosProjetoSimulacaoSQL($idProjeto, $idRiscoTipo) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addTable("risks");
    $q->addInsert("risk_cause", " ");
    $q->addInsert("risk_consequence", " ");
    $q->addInsert("risk_responsible", 92);
    $q->addInsert("risk_probability", 2);
    $q->addInsert("risk_impact", 2);
    $q->addInsert("risk_potential_other_projects", 0);
    $q->addInsert("risk_priority", " ");
    $q->addInsert("risk_active", 0);
    $q->addInsert("risk_strategy", 0);
    $q->addInsert("risk_description", "CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO");
    $q->addInsert("risk_project", $idProjeto);
    $q->addInsert("risk_type", $idRiscoTipo);

    switch ($idRiscoTipo) {
        case 1:
            $q->addInsert("risk_name", "Risco de Recurso Humano - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO");
            break;
        case 2:
            $q->addInsert("risk_name", "Risco Técnico - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO");
            break;
    }
}

```

```

    case 3:
        $q->addInsert("risk_name", "Risco de Custos - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO");
        break;
    case 4:
        $q->addInsert("risk_name", "Risco de Aquisição - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO");
        break;
    case 5:
        $q->addInsert("risk_name", "Risco de Comunicação - CADASTRADO VIA SIMULAÇÃO");
        break;
    }
    $q->exec();
}

```

Arquivo "sql_queries.php"

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly.');
```

```

}
```

```

//Class
```

```

function retornaTurmasSQL() {
```

```

    $q = new DBQuery();
```

```

//Para selecionar a turma
```

```

    $q->clear();
```

```

    $q->addQuery('class_id, concat(instructor,\' (\', year, \'-\', semester, \')\') as turma');
```

```

    $q->addTable('dpp_classes');
```

```

    return $turmas = $q->loadList();
```

```

}
```

```

function retornaProjetosTurmaSQL($turmaSelecionada) {
```

```

    $query = new DBQuery();
```

```

    $query->clear();
```

```

    $query->addQuery('user_company');
```

```

    $query->addTable('dpp_classes_users');
```

```

    $query->addWhere("class_id = " . $turmaSelecionada);
```

```

    $idsCompany = $query->prepare();
```

```

    $query->clear();
```

```

    $query->addQuery("project_id, project_name");
```

```

    $query->addTable('projects');
```

```

    $query->addWhere("project_company IN (" . $idsCompany . "));
```

```

    return $query->loadList();
```

```

}
```

```

//Risks
```

```

function retornaRiscosPorDiaTipoSQL($idProjeto, $dataAtual, $risktype) {
```

```

    $q = new DBQuery();
```

```

    $valid_ordering = array(
```

```

        'riscos.risk_id',
```

```

        'riscos.risk_probability',
```

```

        'riscos.risk_impact',
```

```

        'riscos.risk_answer_to_risk',
```

```

        'riscos.risk_project',
```

```

        'riscos.risk_task',
```

```

        'riscos.risk_priority',
```

```

'riscos.risk_active',
'riscos.risk_strategy',
'riscos.risk_period_start_date',
'riscos.risk_period_end_date',
'riscos.risk_status',
'riscos.risk_type',
'task.task_start_date',
'task.task_end_date'
);
$orderdire = "desc";
$orderbyby = "risk_priority";
$whereDates = '(riscos.risk_period_start_date <= "' . $dataAtual . '" and riscos.risk_period_end_date
>= "' . $dataAtual . '"
. ' OR riscos.risk_period_start_date is null and riscos.risk_period_end_date is null'
. ' OR riscos.risk_period_start_date = 0000-00-00 and riscos.risk_period_end_date =
0000-00-00)';
$whereProject = " and riscos.risk_project = " . $idProjeto . " and riscos.risk_type = " . $risktype;
$q->clear();
$q->addQuery($valid_ordering);
$q->addTable("risks", "riscos");
$q->leftJoin("tasks", "task", "riscos.risk_task = task.task_id");
$q->addWhere($whereDates);
$q->addWhere("riscos.risk_active = \"0\" $whereProject");
$q->addOrder($orderbyby . " " . $orderdire);
$activeList = $q->loadList();
return $activeList;
}
function retornaRiscosPorTipoSQL($idProjeto, $dataInicial, $dataFinal, $risktype) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'riscos.risk_id',
        'riscos.risk_probability',
        'riscos.risk_impact',
        'riscos.risk_answer_to_risk',
        'riscos.risk_project',
        'riscos.risk_task',
        'riscos.risk_priority',
        'riscos.risk_active',
        'riscos.risk_strategy',
        'riscos.risk_period_start_date',
        'riscos.risk_period_end_date',
        'riscos.risk_status',
        'riscos.risk_type',
        'task.task_start_date',
        'task.task_end_date'
    );
    $orderdire = "desc";
    $orderbyby = "risk_priority";
    $whereDates = '(riscos.risk_period_start_date <= "' . $dataInicial . '" and riscos.risk_period_end_date
>= "' . $dataFinal . '"
. ' OR riscos.risk_period_start_date is null and riscos.risk_period_end_date is null'

```



```

        . ' OR riscos.risk_period_start_date = 0000-00-00 and riscos.risk_period_end_date = 0000-00-00'
        . ' OR riscos.risk_period_start_date BETWEEN "' . $dataInicial . '" AND "' . $dataFinal . '"
        . ' OR riscos.risk_period_end_date BETWEEN "' . $dataInicial . '" AND "' . $dataFinal . '"');
$whereProject = " and riscos.risk_project = " . $idProjeto . " and riscos.risk_type = " . $risktype;
$q->clear();
$q->addQuery($valid_ordering);
$q->addTable("risks", "riscos");
$q->leftJoin("tasks", "task", "riscos.risk_task = task.task_id");
$q->addWhere($whereDates);
$q->addWhere("riscos.risk_active = \"0\" $whereProject");
$q->addOrder($orderby . " " . $orderdire);
$activeList = $q->loadList();

return $activeList;
}
//Tasks
function retornaTarefasProjetoSQL($idProjeto, $dataAtual) {
    $dataAtualConvertido = convert_to_datetime($dataAtual . ' 00:00:00');
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'task.task_id',
        'task.task_project',
        'task.task_name',
        'task.task_duration',
        'task.task_start_date',
        'task.task_end_date',
        'task.task_hours_worked',
        'task.task_status',
        'task.task_percent_complete',
        'task.task_target_budget',
        'task.task_owner',
        'estimations.estimate',
        'estimations.estimate_unit'
    );
    $orderdire = "desc";
    $orderby = "task_id";
    $whereDates = '((task.task_start_date <= "' . $dataAtualConvertido . '" and task.task_end_date >= "' .
    $dataAtualConvertido . '"
        . ' and task.task_percent_complete < 100)'
        . ' OR (task.task_end_date < "' . $dataAtualConvertido . '" and task.task_percent_complete <
    100))';
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("tasks", "task");
    $q->leftJoin("project_tasks_estimations", "estimations", "estimations.task_id = task.task_id");
    $q->addWhere($whereDates);
    $q->addWhere("task.task_project = " . $idProjeto);
    $q->addOrder($orderby . " " . $orderdire);
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}

```

```

function retornaTarefaAquisicaoSQL($id, $dataAtual) {
    $dataAtualConvertido = convert_to_datetime($dataAtual . ' 00:00:00');
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'acquisition.task_id'
    );
    $whereDates = '((task.task_start_date <= "' . $dataAtualConvertido . '" and task.task_end_date >= "' .
    $dataAtualConvertido . '"
        . 'and task.task_percent_complete < 100)'
        . ' OR (task.task_percent_complete > 0 and task.task_percent_complete < 100))';
    $whereProjeto = "acquisition.project_id= " . $id;
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("acquisition_planning", "acquisition");
    $q->leftJoin("tasks", "task", "task.task_id = acquisition.task_id");
    $q->addWhere($whereDates);
    $q->addWhere($whereProjeto);
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}

function retornaRHTarefa($idTask) {
    $consultaSQL = array(
        'rh.human_resource_user_id'
    );
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery($consultaSQL);
    $q->addTable('human_resource', 'rh');
    $q->leftJoin("human_resource_allocation", "rha", "rh.human_resource_id = rha.human_resource_id");
    $q->leftJoin("project_tasks_estimated_roles", "roles", "roles.id =
rha.project_tasks_estimated_roles_id");
    $q->addWhere("roles.task_id = " . $idTask);
    return $query = $q->loadList();
}

//Simulation
function retornaSimulacaoSQL($id) {
    $consultaSQL = array(
        's.*',
        'concat(classe.instructor,\' (\', classe.year, \'-\', classe.semester, \')\') as turma'
    );
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery($consultaSQL);
    $q->addTable('simulation', 's');
    $q->leftJoin("dpp_classes", "classe", "s.class_id = classe.class_id");
    $q->addWhere("simulation_id = " . $id);
    return $query = $q->loadList();
}

function retornaResultadoSimulacaoSQL($id, $idProjeto) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(

```

```

'similar.simulation_day',
'similar.task_hours_worked_before',
'similar.task_hours_worked_after',
'similar.task_percent_complete_before',
'similar.task_percent_complete_after',
'risco.risk_name',
'risco.risk_priority',
'risco.risk_type',
'tarefas.task_name',
'tarefas.task_duration',
'projetos.project_name'
);
$orderby = "projetos.project_name, similar.simulation_day ASC, risco.risk_type ASC ";
$whereSimulation = "similar.simulation_id= " . $id . " and projetos.project_id= " . $idProjeto;
$q->clear();
$q->addQuery($valid_ordering);
$q->addTable("simulation_results", "similar");
$q->leftJoin("risks", "risco", "similar.risk_id = risco.risk_id");
$q->leftJoin("tasks", "tarefas", "similar.task_id = tarefas.task_id");
$q->leftJoin("projects", "projetos", "tarefas.task_project = projetos.project_id");
$q->addWhere($whereSimulation);
$q->addOrder($orderby);
$activeList = $q->loadList();
return $activeList;
}
//Converts
function convert_to_datetime($date) {
    $date = str_replace('/', '-', $date);
    $dateObj = new DateTime($date);
    $date = $dateObj->format('Y-m-d H:i:s');
    return $date;
}
//Projects
function getProjectsCompanySQL($idCompany) {
    $consultaSQL = array(
        'project_id',
        'project_name',
        'project_description'
    );
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery($consultaSQL);
    $q->addTable('projects');
    $q->addWhere("project_company = " . $idCompany);
    return $query = $q->loadList();
}
function getSimulationTaskSQL($idTask) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'sr.id',
        'sr.simulation_day',

```

```

        'sr.task_hours_worked_after',
        'sr.task_percent_complete_after',
        'risk.risk_name',
        'risk.risk_type'
    );
    $orderby = "sr.simulation_day, sr.id ASC";
    $whereSimulation = "sr.task_id = " . $idTask;
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("simulation_results", "sr");
    $q->leftJoin("risks", "risk", "sr.risk_id = risk.risk_id");
    $q->addWhere($whereSimulation);
    $q->addOrder($orderby);
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}
function getTaskProjectSQL($idProject, $simulation_id) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'sr.task_id',
        'task.task_name',
        'task.task_hours_worked',
        'task.task_percent_complete'
    );
    $orderby = "sr.simulation_day, sr.id ASC";
    $whereSimulation = "task.task_project = " . $idProject . " and sr.simulation_id = " . $simulation_id;
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("simulation_results", "sr");
    $q->leftJoin("tasks", "task", "sr.task_id = task.task_id");
    $q->addWhere($whereSimulation);
    $q->addOrder($orderby);
    $q->addGroup("sr.task_id");
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}
function getSimulationCompanySQL($idComapny) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        's.simulation_id',
        's.start_date',
        's.end_date'
    );
    $whereSimulation = "projects.project_company = " . $idComapny;
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("simulation", "s");
    $q->leftJoin("simulation_results", "sr", "s.simulation_id = sr.simulation_id");
    $q->leftJoin("tasks", "task", "sr.task_id = task.task_id");
    $q->leftJoin("projects", "projects", "task.task_project = projects.project_id");
    $q->addWhere($whereSimulation);

```

```

    $q->addGroup("s.simulation_id");
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}
function getSimulation($idClass) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        's.simulation_id',
        's.start_date',
        's.end_date'
    );
    $whereSimulation = "s.class_id = " . $idClass;
    $orderby = "s.simulation_id ASC";
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("simulation", "s");
    $q->addWhere($whereSimulation);
    $q->addOrder($orderby);
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}
function getSignificantDeviationProject($idProject) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'id_deviation',
        'number',
        'deviation',
        'cause',
        'impact'
    );
    $whereCA = "id_project = " . $idProject;
    $orderby = "number ASC";
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("simulation_significant_deviation");
    $q->addWhere($whereCA);
    $q->addOrder($orderby);
    $activeList = $q->loadList();
    return $activeList;
}
function getProjectSimulation($idSimulation) {
    $query = new DBQuery();
    $query->clear();
    $query->addQuery('sr.task_id');
    $query->addTable('simulation_results', "sr");
    $query->addWhere("sr.simulation_id = " . $idSimulation);
    $idsTask = $query->prepare();
    $valid_ordering = array(
        'DISTINCT t.task_project',
        'p.project_name'
    );
};

```

```

$query->clear();
$query->addQuery($valid_ordering);
$query->addTable("tasks", "t");
$query->leftJoin("projects", "p", "t.task_project = p.project_id");
$query->addWhere("t.task_id IN (" . $idsTask . ")");
return $query->loadList();
}
function getConfigPMSurvey() {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'conf.config_name',
        'conf.config_value',
    );
    $where = "conf.config_group = 'simulation'";
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("config", "conf");
    $q->addWhere($where);
    return $q->loadList();
}
function verificaRiscosProjetoSQL($idProjeto, $idRiscoTipo) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'risk_id'
    );
    $where = "risk_project = " . $idProjeto . " AND risk_type = " . $idRiscoTipo;
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("risks");
    $q->addWhere($where);
    return $q->loadList();
}
function getCorrectiveAcitonSQL($idDesvio) {
    $q = new DBQuery();
    $valid_ordering = array(
        'id_corrective',
        'corrective_action'
    );
    $where = "id_deviation = " . $idDesvio;
    $q->clear();
    $q->addQuery($valid_ordering);
    $q->addTable("simulation_corrective_actions");
    $q->addWhere($where);
    return $q->loadList();
}
}

```

Arquivo "sql_updates.php"

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly.');
```

```

//Tasks
function atualizaTarefaSQL($starefald, $horasTotais, $porcentagemTotal) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addTable('tasks');
    $q->addUpdate('task_hours_worked', $horasTotais);
    $q->addUpdate('task_percent_complete', $porcentagemTotal);
    $q->addWhere("task_id = " . $starefald);
    $q->exec();
}
//Risks
function atualizaRiscoStatusSQL($riskId) {
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addTable('risks');
    $q->addUpdate('risk_status', 2);
    $q->addWhere("risk_id = " . $riskId);
    $q->exec();
}

```

Pasta views

Arquivo "view_aluno.php"

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");
$appUI->savePlace();
$simulation_id = intval(dPgetParam($_GET, "simulation_id", 0));
?>
<style>
.ScrollTask
{
    max-height: 300px;
    overflow-y: scroll;
}
.ScrollDAC
{
    max-height: 400px;
    overflow-y: scroll;
}
</style>
<script>
<?php
if ($simulation_id > 0) {
    ?>
    $(document).ready(function () {
        onChangeSimulacaoSelecionada(<?php echo $simulation_id ?>);
    });
    <?php
}

```

```

?>
function onChangeSimulacaoSelecionada(id) {
    var form = $("#selSimulacao");
    if (id !== null && id !== "") {
        $.ajax({
            type: "POST",
            url: form.attr("action"),
            data: form.serialize(),
            dataType: "html",
            success: function (data) {
                var teste = data.split("</div>")
                $('#tabelaResultado').html(teste[0]);
                $('#divDesvio').html(teste[1]);
                $('[name='class_id']").val(id);
            },
            error: function (data)
            {
                console.log(data);
            }
        });
    } else {
        $('#tabelaResultado').html("");
        $('#divDesvio').html("");
    }
}
</script>
<form id="selSimulacao" action="?m=simulacao" method="post" >
    <input name="dosql" type="hidden" value="do_view_aluno_table" />
    <table class="std">
        <tr>
            <td><?php echo $AppUI->_('LBL_SELECOESIMULACAO'); ?><span style="color:red"> *
</span></td>
            <td>
                <?php
                $simulacoesturmas = getSimulationCompanySQL($AppUI->user_company);
                $select = '<select name="simulacoesFeitas"
onChange="onChangeSimulacaoSelecionada(this.value)">';
                $select .= '<option value=""></option>';
                $i = 0;
                foreach ($simulacoesturmas as $simulacao) {
                    $i++;
                    $select .= '<option value="" . $simulacao[simulation_id] . "" ';
                    if ($simulacao[simulation_id] == $simulation_id) {
                        $select .= 'selected';
                    }
                    $dateS = date_create($simulacao['start_date']);
                    $dateE = date_create($simulacao['end_date']);
                    $select .= '>' . $i . ' - ' . date_format($dateS, 'd/m/Y') . ' - ' . date_format($dateE, 'd/m/Y') .
'</option>';
                }
                $select .= '</select>';
                echo $select;

```



```

        ?>
    </td>
</tr>
</table>
</form>
<div id="tabelaResultado">
</div>
<div id="divDesvio">
</div>

```

Pasta raiz do projeto

Arquivo "do_view_aluno_table.php"

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly.');
```

```

}
```

```

$AppUI->savePlace();
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");
```

```

require_once (DP_BASE_DIR .
"/modules/simulacao/control/controller_desvio_acao_corretiva.class.php");
```

```

require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/item_eap.php");
```

```

$controller = new ControllerDesvioAcaoCorretiva();
```

```

$riskType = dPgetSysVal("RiskType");
```

```

foreach ($riskType as $key => $value) {
```

```

    $riskType[$key] = $AppUI->_($value);
```

```

}
```

```

$simulation_id = $_POST['simulacoesFeitas'];
```

```

$varProjetos = getProjectsCompanySQL($AppUI->user_company);
```

```

foreach ($varProjetos as $projects) {
```

```

    $project_id = $projects['project_id'];
```

```

    $simulacaoProjeto = getTaskProjectSQL($project_id, $simulation_id);
```

```

    if (empty($simulacaoProjeto)) {
```

```

        continue;
```

```

    }
```

```

    geraEAPNumber($project_id);
```

```

    ?>
```

```

    <a target="_blank" href="?m=projects&a=view&project_id=<?php echo
htmlspecialchars($project_id); ?>"
```

```

        <?php if (!empty($projects['project_description'])) { ?>onmouseover="return overlib('<?php
```

```

        echo(htmlspecialchars(('<div><p>' . str_replace(array("\r\n", "\n", "\r"), '</p><p>',
```

```

        addslashes($projects['project_description']))
```

```

        . '</p></div>'), ENT_QUOTES));
```

```

        ?>', CAPTION, '<?php echo($AppUI->_('Description')); ?>', CENTER);" onmouseout="nd();"<?php }
```

```

    ?>>
```

```

    <?php echo (htmlspecialchars($projects['project_name'], ENT_QUOTES)); ?>
```

```

    </a>
```

```

    <div class="ScrollTask">
```

```

        <table width="100%" border="0" cellpadding="2" cellspacing="1" class="tbl">
```

```

            <thead>
```

```

                <tr>
```

```

                    <th colspan="4">Atual</th>
```

```

        <th colspan="4">Simulado</th>
    </tr>
    <tr>
        <th style="width: 90px;"><?php echo $AppUI->_('LBL_TASK_IDENT'); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_('LBL_TASK'); ?></th>
        <th style="width: 50px;"><?php echo $AppUI->_('LBL_WORK_HOURS'); ?></th>
        <th style="width: 50px;"><?php echo $AppUI->_('LBL_WORK_PERCENT'); ?></th>
        <th style="width: 70px;"><?php echo $AppUI->_('LBL_DATE'); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_('LBL_RISK'); ?></th>
        <th style="width: 125px;"><?php echo $AppUI->_('LBL_AFECTED_AREA'); ?></th>
        <th style="width: 50px;"><?php echo $AppUI->_('LBL_HOURS'); ?></th>
    </tr>
</thead>
<tbody>
    <?php
    foreach ($simulacaoProjeto as $varSimulado) {
        $simulation = getSimulationTaskSQL($varSimulado["task_id"]);
        ?>
        <tr>
            <td align="center" rowspan="<?php print_r(count($simulation)); ?>"><?php echo A . ". " .
$activitiesIdsForDisplay[$varSimulado["task_id"]]; ?></td>
            <td align="left" rowspan="<?php print_r(count($simulation)); ?>"><?php echo
$varSimulado["task_name"]; ?></td>
            <td align="center" rowspan="<?php print_r(count($simulation)); ?>"><?php echo
number_format($varSimulado["task_hours_worked"], 1, ',', '.'); ?></td>
            <td align="center" rowspan="<?php print_r(count($simulation)); ?>"><?php echo
$varSimulado["task_percent_complete"]; ?> %</td>
            <td align="center"><?php echo date_format(date_create($simulation[0]["simulation_day"]),
"d/m/Y"); ?></td>
            <td align="left"><?php echo $simulation[0]["risk_name"]; ?></td>
            <td align="center"><?php echo $riskType[$simulation[0]["risk_type"]]; ?></td>
            <td align="center"><?php echo number_format($simulation[0]["task_hours_worked_after"],
1, ',', '.'); ?></td>
            <?php
            for ($pos = 1; $pos < count($simulation); $pos++) {
                ?>
                <tr>
                    <td align="center"><?php echo
date_format(date_create($simulation[$pos]["simulation_day"]), "d/m/Y"); ?></td>
                    <td align="left"><?php echo $simulation[$pos]["risk_name"]; ?></td>
                    <td align="center"><?php echo $riskType[$simulation[$pos]["risk_type"]]; ?></td>
                    <td align="center"><?php echo
number_format($simulation[$pos]["task_hours_worked_after"], 1, ',', '.'); ?></td>
                </tr>
            <?php } ?>
        </tr>
    <?php }
    ?>
</tbody>
</table>
</div>

```

```

<?php echo "</br></br>"; ?>
<div class="ScrollDAC">
  <style>
    textarea{
      width:80%;
      height: 150px;
      text-align: left;
    }
  </style>
  <script>
    function newSDItem() {
      document.monitoring_form.form_action.value = 1;
      document.monitoring_form.submit();
    }
    function newCAItem() {
      document.monitoring_form.form_action.value = 2;
      document.monitoring_form.submit();
    }
    function deleteRecord(action, id) {
      document.monitoring_form.form_action.value = action;
      document.monitoring_form.id_for_delete.value = id;
      document.monitoring_form.submit();
    }
  </script>
  <link href="modules/timeplanning/css/table_form.css" type="text/css" rel="stylesheet" />
  <form name="monitoring_form" method="post" action="?m=simulacao">
    <input name="dosql" type="hidden" value="do_desvio_acao_corretiva" />
    <input name="project_id" type="hidden" value="<?php echo $project_id; ?>" />
    <input name="simulation_id" type="hidden" value="<?php echo $simulation_id; ?>" />
    <input name="form_action" type="hidden" value="" />
    <input name="id_for_delete" type="hidden" value="" />
    <br/>
    <table class="tbl" align="center" width="95%" style="border: 0px solid black">
      <!-- SIGNIFICANT DEVIATION -->
      <tr>
        <th colspan="2" style="font-weight: bold">
          <?php echo $AppUI->_("LBL_SIGNIFICANT_DEVIATION"); ?>
        </th>
      </tr>
      <tr>
        <td colspan="2">
          <table width="100%" align="center">
            <tr>
              <td>
                <input type="button" value="<?php echo
$AppUI->_("LBL_ADD_ITEM_SIGNIFICANT_DEVIATION"); ?>" onclick="newSDItem()" />
              </td>
            </tr>
          </table>
          <input name="significant_deviation_items" type="hidden" value="3" /><!-- computed on
page load - the count of entries on db when click to new: submission -->

```

```

<table class="tbl" style="border: 0px solid black" width="100%" align="center">
  <tr>
    <th colspan="2"><?php echo $AppUI->_("LBL_DEVIATION"); ?></th>
    <th><?php echo $AppUI->_("LBL_CAUSE"); ?></th>
    <th><?php echo $AppUI->_("LBL_IMPACT"); ?></th>
    <th style="width:4%">&nbsp;</th>
  </tr>
  <?php
  $desvioItems = $controller->loadItemDesvio($project_id);
  $i = 1;
  foreach ($desvioItems as $id => $data) {
    $ai_id = $data[0];
    $number = $data[1];
    $deviation = $data[2];
    $cause = $data[3];
    $impact = $data[4];
    ?>
    <tr>
      <td valign="top" style="width: 60px;">
        <input name="significant_deviation_id_<?php echo $i ?>" value="<?php echo
        $ai_id; ?>" type="hidden" />
        <input name="number_sd_<?php echo $i ?>" value="<?php echo $number; ?>"
        type="hidden" />
        <a name="n_sd_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height: 38px;resize:
        none">#<?php echo $number; ?>.</a>
      </td>
      <td valign="top">
        <textarea type="text" name="deviation_sd_<?php echo $i ?>"
        style="width:97%;height: 38px;resize: none"><?php echo $deviation; ?></textarea>
      </td>
      <td valign="top">
        <textarea type="text" name="cause_sd_<?php echo $i ?>"
        style="width:97%;height: 38px;resize: none"><?php echo $cause; ?></textarea>
      </td>
      <td valign="top">
        <textarea name="impact_sd_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height:
        38px;resize: none"><?php echo $impact; ?></textarea>
      </td>
      <td style="vertical-align:top">
        )"
        />
      </td>
    </tr>
    <?php
    $i++;
  }
  ?>
</table>
<input type="hidden" name="significant_deviation_items" value="<?php echo $i </td>

```

```

</tr>
<!-- CORRECTIVE ACTIONS -->
<tr>
  <th colspan="2" style="font-weight: bold">
    <?php echo $AppUI->_("LBL_CORRECTIVE_ACTIONS"); ?>
  </th>
</tr>
<tr>
  <td colspan="2">
    <table width="100%" align="center">
      <tr>
        <td>
          <input type="button" value="<?php echo
$AppUI->_("LBL_ADD_ITEM_CORRECTIVE_ACTIONS"); ?>" onclick="newCAItem()" />
        </td>
      </tr>
    </table>
    <input name="corrective_actions_items" type="hidden" value="3" /><!-- computed on page
load - the count of entries on db when click to new: submission -->
    <table class="tbl" style="border: 0px solid black" width="100%" align="center">
      <tr>
        <th>#<?php echo $AppUI->_("LBL_DEVIATION"); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_CORRECTIVE_ACTION"); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_DEADLINE"); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_RESPONSIBLE"); ?></th>
        <th style="width:4%">&nbsp;   </th>
      </tr>
      <?php
$acaoCorretivaltems = $controller->loadItemAcaoCorretiva($project_id);
$i = 1;
foreach ($acaoCorretivaltems as $id => $data) {
  $ai_id = $data[0];
  $deviation = $data[1];
  $correctiveAction = $data[2];
  $deadline = $data[3];
  $responsible = $data[4]
  ?>
  <tr>
    <td valign="top" style="width: 60px;">
      <input name="corrective_actions_item_id_<?php echo $i ?>" value="<?php echo
$ai_id; ?>" type="hidden" />
      <?php $numeroDesvio = $controller->loadNumeroItemDesvio($project_id); ?>
      <select name="deviation_ca_<?php echo $i ?>">
        <option value=""></option>
        <?php foreach ($numeroDesvio as $item) { ?>
          <option value="<?php echo $item['id_deviation']; ?>" <?php
if ($item['id_deviation'] == $deviation) {
            echo 'selected';
          }
          ?>><?php echo $item['number']; ?>#</option>
        <?php } ?>

```

```

        </select>
    </td>
    <td valign="top">
        <textarea type="text" name="action_ca_<?php echo $i ?>"
style="width:97%;height: 38px;resize: none"><?php echo $correctiveAction; ?></textarea>
    </td>

    <td valign="top">
        <input type="date" name="deadline_ca_<?php echo $i ?>"
id="deadline_ca_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height: 38px;resize: none" value="<?php echo
$deadline; ?>">
    </td>

    <td valign="top">
        <textarea name="responsible_ca_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height:
38px;resize: none"><?php echo $responsible; ?></textarea>
    </td>
    <td style="vertical-align:top">
        )"
/>
    </td>
</tr>
<?php
$i++;
}
?>
</table>
<input type="hidden" name="corrective_actions_items" value="<?php echo $i ?>">
</td>
</tr>
</table>
<table width="95%" align="center">
<tr>
<td colspan="2" align="right">
<input type="submit" name="Salvar" value="<?php echo $AppUI->_("LBL_SAVE"); ?>"
class="button" />
<?php require_once (DP_BASE_DIR .
"/modules/timeplanning/view/subform_back_button_project.php"); ?>
</td>
</tr>
</table>
</form>
</div>
<?php
}

```

Arquivo “view_aluno_desvioacaocorretiva.php”

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}

```

```

}
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");
require_once (DP_BASE_DIR .
"/modules/simulacao/control/controller_desvio_acao_corretiva.class.php");
$controller = new ControllerDesvioAcaoCorretiva();
$AppUI->savePlace();
$simulation_id = intval(dPgetParam($_GET, "simulation_id", 0));
$project_id = intval(dPgetParam($_GET, "project_id", 0));
?>
<a name="project_corrective_actions"></a>
<style>
    textarea{
        width:80%;
        height: 150px;
        text-align: left;
    }
</style>
<script>
    function newSDItem() {
        document.monitoring_form.form_action.value = 1;
        document.monitoring_form.submit();
    }
    function newCAItem() {
        document.monitoring_form.form_action.value = 2;
        document.monitoring_form.submit();
    }
    function deleteRecord(action, id) {
        document.monitoring_form.form_action.value = action;
        document.monitoring_form.id_for_delete.value = id;
        document.monitoring_form.submit();
    }
</script>
<link href="modules/timeplanning/css/table_form.css" type="text/css" rel="stylesheet" />
<form name="monitoring_form" method="post" action="?m=simulacao">
    <input name="dosql" type="hidden" value="do_desvio_acao_corretiva" />
    <input name="project_id" type="hidden" value="<?php echo $project_id; ?>" />
    <input name="simulation_id" type="hidden" value="<?php echo $simulation_id; ?>" />
    <input name="form_action" type="hidden" value="" />
    <input name="id_for_delete" type="hidden" value="" />
<br/>
<table class="tbl" align="center" width="95%" style="border: 0px solid black">
    <!-- SIGNIFICANT DEVIATION -->
    <tr>
        <th colspan="2" style="font-weight: bold">
            <?php echo $AppUI->_("LBL_SIGNIFICANT_DEVIATION"); ?>
        </th>
    </tr>
    <tr>
        <td colspan="2">
            <table width="100%" align="center">
                <tr>

```

```

        <td>
            <input type="button" value="<?php echo
$AppUI->_("LBL_ADD_ITEM_SIGNIFICANT_DEVIATION"); ?>" onclick="newSDItem()" />
        </td>
    </tr>
</table>
<input name="significant_deviation_items" type="hidden" value="3" /><!-- computed on page
load - the count of entries on db when click to new: submission -->
<table class="tbl" style="border: 0px solid black" width="100%" align="center">
    <tr>
        <th colspan="2"><?php echo $AppUI->_("LBL_DEVIATION"); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_CAUSE"); ?></th>
        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_IMPACT"); ?></th>
        <th style="width:4%">&nbsp;</th>
    </tr>
    <?php
$desvioItems = $controller->loadItemDesvio($project_id);
$i = 1;
foreach ($desvioItems as $id => $data) {
    $ai_id = $data[0];
    $number = $data[1];
    $deviation = $data[2];
    $cause = $data[3];
    $impact = $data[4];
    ?>
    <tr>
        <td valign="top" style="width: 60px;">
            <input name="significant_deviation_id_<?php echo $i ?>" value="<?php echo $ai_id;
?>" type="hidden" />
            <input name="number_sd_<?php echo $i ?>" value="<?php echo $number; ?>"
type="hidden" />
            <a name="n_sd_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height: 38px;resize:
none">#<?php echo $number; ?>.</a>
        </td>
        <td valign="top">
            <textarea type="text" name="deviation_sd_<?php echo $i ?>"
style="width:97%;height: 38px;resize: none"><?php echo $deviation; ?></textarea>
        </td>
        <td valign="top">
            <textarea type="text" name="cause_sd_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height:
38px;resize: none"><?php echo $cause; ?></textarea>
        </td>
        <td valign="top">
            <textarea name="impact_sd_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height: 38px;resize:
none"><?php echo $impact; ?></textarea>
        </td>
        <td style="vertical-align:top">
            )" />

```



```

                </td>
            </tr>
            <?php
            $i++;
        }
    ?>
</table>
    <input type="hidden" name="significant_deviation_items" value="<?php echo $i ?>">
</td>
</tr>
<!-- CORRECTIVE ACTIONS -->
<tr>
    <th colspan="2" style="font-weight: bold">
        <?php echo $AppUI->_("LBL_CORRECTIVE_ACTIONS"); ?>
    </th>
</tr>
<tr>
    <td colspan="2">
        <table width="100%" align="center">
            <tr>
                <td>
                    <input type="button" value="<?php echo
$AppUI->_("LBL_ADD_ITEM_CORRECTIVE_ACTIONS"); ?>" onclick="newCAItem()" />
                </td>
            </tr>
        </table>
        <input name="corrective_actions_items" type="hidden" value="3" /><!-- computed on page load
- the count of entries on db when click to new: submission -->
        <table class="tbl" style="border: 0px solid black" width="100%" align="center">
            <tr>
                <th>#<?php echo $AppUI->_("LBL_DEVIATION"); ?></th>
                <th><?php echo $AppUI->_("LBL_CORRECTIVE_ACTION"); ?></th>
                <th><?php echo $AppUI->_("LBL_DEADLINE"); ?></th>
                <th><?php echo $AppUI->_("LBL_RESPONSIBLE"); ?></th>
                <th style="width:4%">&nbsp;</th>
            </tr>
            <?php
            $acaoCorretivaItems = $controller->loadItemAcaoCorretiva($project_id);
            $i = 1;
            foreach ($acaoCorretivaItems as $id => $data) {
                $ai_id = $data[0];
                $deviation = $data[1];
                $correctiveAction = $data[2];
                $deadline = $data[3];
                $responsible = $data[4]
            ?>
            <tr>
                <td valign="top" style="width: 60px;">
                    <input name="corrective_actions_item_id_<?php echo $i ?>" value="<?php echo
$ai_id; ?>" type="hidden" />
                    <?php $numeroDesvio = $controller->loadNumeroItemDesvio($project_id); ?>

```

```

        <select name="deviation_ca_<?php echo $i ?>">
            <option value=""></option>
            <?php foreach ($numeroDesvio as $item) { ?>
                <option value="<?php echo $item['id_deviation']; ?>" <?php
                    if ($item['id_deviation'] == $deviation) {
                        echo 'selected';
                    }
                ?><?php echo $item['number']; ?>#</option>
            <?php } ?>
        </select>
    </td>
    <td valign="top">
        <textarea type="text" name="action_ca_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height:
38px;resize: none"><?php echo $correctiveAction; ?></textarea>
    </td>
    <td valign="top">
        <input type="date" name="deadline_ca_<?php echo $i ?>" id="deadline_ca_<?php
echo $i ?>" style="width:97%;height: 38px;resize: none" value="<?php echo $deadline; ?>">
    </td>
    <td valign="top">
        <textarea name="responsible_ca_<?php echo $i ?>" style="width:97%;height:
38px;resize: none"><?php echo $responsible; ?></textarea>
    </td>
    <td style="vertical-align:top">
        )" />
    </td>
</tr>
<?php
$i++;
}
?>
</table>
<input type="hidden" name="corrective_actions_items" value="<?php echo $i ?>">
</td>
</tr>
</table>
<table width="95%" align="center">
<tr>
<td colspan="2" align="right">
<input type="submit" name="Salvar" value="<?php echo $AppUI->_("LBL_SAVE"); ?>"
class="button" />
<?php require_once (DP_BASE_DIR .
"/modules/timeplanning/view/subform_back_button_project.php"); ?>
</td>
</tr>
</table>
</form>

```

Arquivo "index.php"

```
<?php
```

```

if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly.');
```

```

}
?>
```

```

<div>
    <h1>
        <?php echo $AppUI->_('SIMULACAO') ?>
    </h1>
</div>
```

```

<div>
    <?php
    $user_company = $AppUI->user_company;
    if ($user_company != 0) {
        include("/views/view_aluno.php");
    } else {
        include("view_professor_configuracao.php");
    }
    ?>
</div>
```

Arquivo “*item_eap.php*”

```

<?php
global $activitiesIdsForDisplay;
function geraEAPNumber($project) {
    global $activitiesIdsForDisplay;
    $items = getEAPItems($project);
    foreach ($items as $eapItem) {
        $char = 97;
        $works = getTasksWorkpackages($eapItem["id"]);
        foreach ($works as $task) {
            $activitiesIdsForDisplay[$task["task_id"]] = $eapItem["number"] . "." . chr($char++);
        }
    }
}
```

```

function getEAPItems($project) {
    $consultaSQL = array(
        'id',
        'number'
    );
    $orderby = "sort_order";
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery($consultaSQL);
    $q->addTable('project_eap_items');
    $q->addWhere("project_id = " . $project . " and is_leaf = '1'");
    $q->addOrder($orderby);
    return $query = $q->loadList();
}
```

```

function getTasksWorkpackages($eapId) {
    $consultaSQL = array(
```

```

        'task_id'
    );
    $orderby = "eap_item_id, activity_order ASC";
    $q = new DBQuery();
    $q->clear();
    $q->addQuery($consultaSQL);
    $q->addTable('tasks_workpackages');
    $q->addWhere("eap_item_id = " . $eapId);
    $q->addOrder($orderby);
    return $query = $q->loadList();
}

```

Arquivo "configuracao.class.php"

```

<?php

if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}

class SimulacaoConfig extends CDpObject {
    var $class_id = null;
    var $dataInicial = null;
    var $dataFinal = null;
    var $sensibilidade = null;
    var $itensSimular = array();
    var $projetosSimular = array();
    function SimulacaoConfig() {
//        parent::CDpObject("", 'class_id');
    }
}

```

Arquivo "do_tabela_projetos.php"

```

<?php

if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly. ');
}

require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");
if (isset($_POST['turmas'])) {
    $idTurma = $_POST['turmas'];
    $projects = retornaProjetosTurmaSQL($idTurma);
    $projetos = '<table class="table"><thead>
        <tr>
            <th> <label><input type="checkbox" id="ckbCheckAll" /></label> </th>
            <th style="visibility: hidden">';
    $projetos .= '</th><th> ';
    $projetos .= $AppUI->_('LBL_NAME');
    $projetos .= '</th></tr></thead><tbody>';
    foreach ($projects as $row) {
        $projetos .= '<tr><td id="proj';
        $projetos .= $row['project_id'];
        $projetos .= ' _chbx"><label><input class="checkBoxClass" id="proj';
        $projetos .= $row['project_id'];
    }
}

```

```

$projetos .= '_inpt' name="projetosSimular[]" value="";
$projetos .= $row['project_id'];
$projetos .= " type='checkbox' /></label></td><td style='visibility: hidden' id='proj';
$projetos .= $row['project_id'];
$projetos .= '_id'>';
$projetos .= $row['project_id'];
$projetos .= '</td><td id="proj';
$projetos .= $row['project_id'];
$projetos .= '_name'>';
$projetos .= $row['project_name'];
$projetos .= '</td></tr>';
}
$projetos .= '</tbody></table>';
$simulacoes = getSimulation($idTurma);
if (empty($simulacoes)) {
    $projetos .= '<table></table>';
}
else{
    $projetos .= '<table class="tbl"><thead><tr><th>';
    $projetos .= $AppUI->_('LBL_PERIOD');
    $projetos .= '</th><th>';
    $projetos .= $AppUI->_('LBL_RESULT');
    $projetos .= '</th><tr></thead><tbody>';
    foreach ($simulacoes as $rowSim) {
        $dataInicial= new DateTime($rowSim["start_date"]);
        $dataFormatada = date_format($dataInicial, "d/m/Y");
        $dataFormatada .= ' - ';
        $dataFinal = new DateTime($rowSim["end_date"]);
        $dataFormatada .= date_format($dataFinal, "d/m/Y");
        $projetos .= '<tr><td align="center">';
        $projetos .= $dataFormatada;
        $projetos .= '</td><td align="center">'
            . '<a target="_blank" href="?m=simulacao&a=view_professor_resultado&simulation_id=';
        $projetos .= $rowSim["simulation_id"];
        $projetos .= "'>';
        $projetos .= $AppUI->_('LBL_SEE');
        $projetos .= '</a></td></tr>';
    }
    $projetos .= '</tbody></table>';
}
echo $projetos;
}

```

Arquivo “*view_professor_configuracao.php*”

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/configuracao.class.php");
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/do_simulacao.php");
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");

```

```

$AppUI->savePlace();
$class_id = "";
$class = new SimulacaoConfig();
$class->dataInicial = date('Y-m-d');
$class->dataFinal = date('Y-m-d', strtotime($class->dataInicial . ' + 6 days'));
if (isset($_POST["simular"])) {
    $obj = new SimulacaoConfig();
    $obj->bind($_POST);
    $obj->itensSimular = $_POST["itensSimular"];
    $obj->projetosSimular = $_POST["projetosSimular"];
    do_simulacao($obj);
}
?>
<style>
    div.op1 {
        width: 50%;
        display: inline-block;
        min-width:40vw;
    }
    div.op2 {
        width: 38%;
        display: inline-block;
        margin-right: 0vw;
        min-width:40vw;
        float:right;
    }
</style>
<script>
function updateNumeroSensibilidade(val) {
    $('#numeroSensibilidade').text(val);
}
function onChangeTurmaSelecionada(id) {
    var form = $("#selTurma");
    if (id !== null && id !== "") {
        $.ajax({
            type: "POST",
            url: form.attr("action"),
            data: form.serialize(),
            dataType: "html",
            success: function (data) {
                var teste = data.split("</table>")
                $('#tableHolder').html(teste[0]);
                $('#divSimulacoesAnteriores').html(teste[1]);
                $('[name='class_id']").val(id);
                $('#ckbCheckAll').click(function () {
                    $(".checkBoxClass").prop('checked', $(this).prop('checked'));
                });
            },
            error: function (data) {
                console.log(data);
            }
        });
    } else {
        $('#tableHolder').html("");
    }
}

```

```

        $('#divSimulacoesAnteriores').html("");
    }
}
function validateForm() {
    var isValid = true;
    if (document.configuracao.intervalo.value === "") {
        isValid = false;
    }
    if (!isValid) {
        setAppMessage("<?php echo $AppUI->_('FORM_VALIDATION') ?>",
APP_MESSAGE_TYPE_WARNING);
    }
    return isValid;
}
</script>
<div class='op1'>
    <form id="selTurma" action="?m=simulacao" method="post" >
        <input name="dosql" type="hidden" value="do_tabela_projetos" />
        <table class="std">
            <tr>
                <td><?php echo $AppUI->_('SELEZIONETURMA'); ?><span style="color:red"> * </span></td>
                <td>
                    <?php
                    $turmas = retornaTurmasSQL();
                    $select = '<select name="turmas" onchange="onChangeTurmaSelecionada(this.value)">';
                    $select .= '<option value=""></option>';
                    foreach ($turmas as $turma) {
                        $select .= '<option value="" . $turma['class_id'] . "'>' . $turma['turma'] . '</option>';
                    }
                    $select .= '</select>';
                    echo $select;
                ?>
            </td>
        </tr>
        </table>
    </form>
    <form id="configuracao" action="?m=simulacao" method="post" onsubmit="return validateForm()" >
        <!--<input type="hidden" name="dosql" value="do_simulacao" />-->
        <input type="hidden" name="class_id" value="<?php echo $class->class_id ?>" />
        <fieldset style="width: 500px">
            <legend style="font-weight: bold"><?php echo $AppUI->_('CONFIGURACAO'); ?></legend>
            <table class="std">
                <tr>
                    <td><?php echo $AppUI->_('INTERVALOSIMULACAO'); ?></td>
                </tr>
                <tr>
                    <td></td>
                    <td> <?php echo $AppUI->_('DATAINICIAL'); ?>: <span style="color:red"> * </span>
                        <input type="date" id="dataInicial" value="<?php echo $class->dataInicial ?>"
name="dataInicial" >
                    </td>
                </tr>
            </table>
        </fieldset>
    </form>

```



```

}
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/configuracao.class.php");
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/control/simulation_risks_poisson.php");
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/control/simulation_tasks.php");
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_updates.php");
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");
$tarefasAlteradas;
$dataAtual;
$simulationId;
function do_simulacao($objeto) {
    global $tarefasAlteradas, $dataAtual, $simulationId;
    //retorna o Id da simulação
    $simulationId = salvaSimulacaoConfiguracaoSQL($objeto);
    //Calcular quantidade de dias da simulação
    $simDataIniTotal = strtotime($objeto->dataInicial);
    $simDataFinTotal = strtotime($objeto->dataFinal);
    $totalDias = (($simDataFinTotal - $simDataIniTotal) / 86400);
    //para cada projeto selecionado
    foreach ($objeto->projetosSimular as $projeto) {
        //Executa para os dias selecionados a alteração atual
        verificaRiscos($projeto);
        $riscosSorteados = geraRiscosProjeto($projeto, $objeto);

        for ($index = 0; $index <= $totalDias; $index++) {
            $dataAtual = date("Y-m-d", strtotime($objeto->dataInicial . ' + ' . $index . ' days'));
            $tarefasAlteradas = array();
            $periodoSemanal = 0;
            if (floor($index / 7) > $periodoSemanal) {
                $periodoSemanal++;
                //A cada 7 dias (1 semana) é feita uma nova escolha de riscos
                $riscosSorteados = geraRiscosProjeto($projeto, $objeto);
            }
            $listaTarefasProjeto = retornaTarefasProjetoSQL($projeto, $dataAtual);
            //Verifica se volta alguma tarefa do banco para a data selecionada
            if (empty($listaTarefasProjeto)) {
                continue;
            }
            $valorConfig = getConfigPMSurvey();
            $ITEMS_RISK_PROBABILITY = array(
                "Recursos humanos" => 0,
                "Técnico" => 0,
                "Custos" => 0,
                "Aquisições" => 0,
                "Comunicação" => 0,
            );
            foreach ($valorConfig as $tipoConfig) {
                switch ($tipoConfig['config_name']):
                    case 'pm_human_resources_title':
                        $ITEMS_RISK_PROBABILITY['Recursos humanos'] = intval($tipoConfig['config_value']);
                        break;
                    case 'pm_technical_title':

```

```

        $ITEMS_RISK_PROBABILITY['Técnico'] = intval($tipoConfig['config_value']);
        break;
    case'pm_cost_title':
        $ITEMS_RISK_PROBABILITY['Custos'] = intval($tipoConfig['config_value']);
        break;
    case'pm_acquisition_title':
        $ITEMS_RISK_PROBABILITY['Aquisições'] = intval($tipoConfig['config_value']);
        break;
    case'pm_communication_title':
        $ITEMS_RISK_PROBABILITY['Comunicação'] = intval($tipoConfig['config_value']);
        break;
    endswitch;
}
$riscoTipoPorc = array();
$riscoTipoPorcTotal = 0;
$indexTipoEscolhido = -1;
$valorSysVals = 1;
//idealmente a linha abaixo vem da tabela do banco "sysvals"
foreach ($ITEMS_RISK_PROBABILITY as $tipo => $probabilidade) {
    $riscoTipoPorc[$valorSysVals] = $riscoTipoPorcTotal + $probabilidade;
    $riscoTipoPorcTotal += $probabilidade;
    $valorSysVals++;
}
// funcao que verifica tipo de risco escolhido
$escolha = rand(0, $riscoTipoPorcTotal);
foreach ($riscoTipoPorc as $tipo => $value) {
    if ($value >= $escolha) {
        $indexTipoEscolhido = $tipo;
        break;
    }
}
$riscoSorteados = retornaRiscosPorTipoSQL($projeto, $objeto->dataInicial, $objeto->dataFinal,
$indexTipoEscolhido);
$riscoUsar = rand(0, count($riscoSorteados));
//se o numero sorteado for maior que a quantidade de registros do array, aquele dia não
aconteceu risco
if ($riscoUsar > (count($riscoSorteados) - 1)) {
    if ($PRINT_DOSIMULACAO == true) {
        print_r("SEM RISCOS NESSE DIA DE SIMULAÇÃO");
    }
}
continue;
}
$risco = $riscoSorteados[$riscoUsar];
//selecionar a tarefa a ser alterada
$idRiscoTarefa = $risco["risk_task"];
//SE RISCO FOR DO TIPO AQUISIÇÃO PRECISA PEGAR A TAREFA RELACIONADA COM
UMA AQUISIÇÃO DO PROJETO
if ($risco["risk_type"] == 4) {
    $listaTarefasAquisicao = retornaTarefaAquisicaoSQL($projeto, $dataAtual);
    if (empty($listaTarefasAquisicao)) {
        continue;
    }
    if ($idRiscoTarefa > 0) {
        //verifica se a tarefa associada ao risco está associado a alguma aquisição

```

```

        $riscoTarefaInAquisicao = array_search($idRiscoTarefa,
array_column($listaTarefasAquisicao, "task_id"));
        //se ter, pega a posição do array que está
        if ($riscoTarefaInAquisicao >= 0 && $riscoTarefaInAquisicao !== false) {
            $tarefaOriginalKey = array_search($idRiscoTarefa, array_column($listaTarefasProjeto,
"task_id"));
        } else {
            continue;
        }
        } else {
            //pega uma tarefa relacionada a aquisição aleatoria
            $posicaoArrayAquisicao = rand(1, count($listaTarefasAquisicao)) - 1;
            $tarefaAquisicaoID = $listaTarefasAquisicao[$posicaoArrayAquisicao]["task_id"];
            //verifica se a tarefa esta na lista de tarefas do projeto
            $tarefaOriginalKey = array_search($tarefaAquisicaoID, array_column($listaTarefasProjeto,
"task_id"));
        }
        if ($tarefaOriginalKey >= 0 && $tarefaOriginalKey !== false) {
            //pega aquela tarefa
            $tarefaAleatoria[0] = $listaTarefasProjeto[$tarefaOriginalKey];
        } else {
            continue;
        }
        } else //verifica se o risco tem tarefa associada
        if ($idRiscoTarefa > 0) {
            //Verifica se a tarefa relacionada com o risco está na lista de tarefas
            $tarefaOriginalKey = array_search($idRiscoTarefa, array_column($listaTarefasProjeto,
"task_id"));
        }
        if ($tarefaOriginalKey >= 0 && $tarefaOriginalKey !== false) {
            $tarefaAleatoria[0] = $listaTarefasProjeto[$tarefaOriginalKey];
        } else {
            continue;
        }
        } else {
            $riskProbability = $risco["risk_probability"];
            $riskProbability = ($riskProbability + 1) * 10;
            $quantidadeTarefasProbabilide = ceil((count($listaTarefasProjeto) * $riskProbability) / 100);
            $tarefasParaSelecionar = $listaTarefasProjeto;
            for ($nTarefa = 0; $nTarefa < $quantidadeTarefasProbabilide; $nTarefa++) {
                $posicaoArray = rand(1, count($tarefasParaSelecionar)) - 1;
                $tarefaAleatoria[$nTarefa] = $tarefasParaSelecionar[$posicaoArray];
                array_splice($tarefasParaSelecionar, $posicaoArray, 1);
            }
        }
        }
        executaSimulacaoTarefas($tarefaAleatoria, $risco);
        //Altera o risco para ocorrido
        atualizaRiscoStatusSQL($risco["risk_id"]);
        // Verificar quais tarefas não foram alteradas pelos riscos e executa elas planejado
        // Retorna a lista de tarefas total, com as alteradas pelos riscos e as executadas como planejada
        $tarefasFinais = geraTarefasFinais($tarefasAlteradas, $listaTarefasProjeto);
        salvaLogAtualizaTarefa($tarefasFinais, $dataAtual);
    }
}
$_SESSION["simulation_id"] = $simulationId;
// $AppUI->redirect("m=simulacao&a=view_professor_resultado&simulation_id=".$simulationId);
}
function executaSimulacaoTarefas($tarefaAleatoria, $risco) {

```

```

global $tarefasAlteradas, $dataAtual, $simulationId;
foreach ($arefaAleatoria as $arefaParaSimular) {
    //verificar se esta na $tarefasAlteradas
    $arefaAlteradaKey = array_search($arefaParaSimular["task_id"], array_column($tarefasAlteradas,
"task_id"));
    //se estiver, passar a tarefa da variavel $tarefasAlteradas
    if ($arefaAlteradaKey >= 0 && $arefaAlteradaKey != false) {
        $arefaParaSimular = $tarefasAlteradas[$arefaAlteradaKey];
        array_splice($tarefasAlteradas, $arefaAlteradaKey, 1);
    }
    //se não estiver, passa a do original
    //chama função para simulação
    //retorna tarefa alterada
    $arefaSimulada = simulaTarefaRisco($simulationId, $risco, $arefaParaSimular, $dataAtual);
    //adiciona na variavel $tarefasAlteradas
    array_push($tarefasAlteradas, $arefaSimulada);
    if ($PRINT_DOSIMULACAO == true) {
        print_r("Lista de Tarefas Alteradas");
        print_r($tarefasAlteradas);
        print_r("</br></br>");
        print_r("Tarefa Simulada");
        print_r($arefaSimulada);
        print_r("</br></br>");
    }
}
}
function salvaLogAtualizaTarefa($tarefasFinais) {
    global $dataAtual;
    foreach ($tarefasFinais as $arefa) {
        $rhID = current(retornaRHTarefa($arefa["task_id"]));
        if ($rhID == 0 || $rhID == null) {
            $rhID = $arefa["task_owner"];
        }
        salvaLogTarefaSQL($arefa["task_id"], $arefa["horasTrabalhadasLog"], $dataAtual,
$rhID["human_resource_user_id"]);
        $totalHorasTrabalhadas = $arefa["task_hours_worked"] + $arefa["horasTrabalhadasLog"];
        $totalPercentualTrabalhado = ($arefa["task_percent_complete"] +
$arefa["percentualTrabalhadoLog"] > 100) ? 100 : $arefa["task_percent_complete"] +
$arefa["percentualTrabalhadoLog"];

        atualizaTarefaSQL($arefa["task_id"], $totalHorasTrabalhadas, $totalPercentualTrabalhado);
    }
}
function verificaRiscos($idProjeto) {
    for ($index = 1; $index < 6; $index++) {
        $temRisco = verificaRiscosProjetoSQL($idProjeto, $index);
        if (empty($temRisco)) {
            insereRiscosProjetoSimulacaoSQL($idProjeto, $index);
        }
    }
}
}

```

Arquivo "view_professor_resultado.php"

```
<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}
require_once (DP_BASE_DIR . "/modules/simulacao/sqls/sql_queries.php");
$riskPriority = dPgetSysVal('RiskPriority');
foreach ($riskPriority as $key => $value) {
    $riskPriority[$key] = str_replace("&eacute;", "é", htmlspecialchars($AppUI->_($value)));
}
$riskType = dPgetSysVal("RiskType");
foreach ($riskType as $key => $value) {
    $riskType[$key] = $AppUI->_($value);
}
$simulationId = intval(dPgetParam($_GET, "simulation_id", 0));
$simulation = retornaSimulacaoSQL($simulationId);
$start_date = date_create($simulation[0]['start_date']);
$end_date = date_create($simulation[0]['end_date']);
?>
<style>
    div.op1 {
        width: 50%;
        display: inline-block;
        min-width:40vw;
    }
    div.op2 {
        width: 38%;
        display: inline-block;
        margin-right: 0vw;
        min-width:40vw;
        float:right;
    }
</style>
<br/><br/>
<label><?php echo $AppUI->_('LBL_CLASS'); ?>: <?php echo $simulation[0]['turma']; ?></label>
<br/>
<label><?php echo $AppUI->_('LBL_PERIOD'); ?>: <?php echo date_format($start_date, "d/m/Y"); ?> a
<?php echo date_format($end_date, "d/m/Y"); ?></label>
<br/>
<label><?php echo $AppUI->_('LBL_SENSITIVITY'); ?>: <?php echo $simulation[0]['sensitivity'];
?>%</label>
<br/>
<?php
$simulacaoProjeto = getProjectSimulation($simulationId);
if (empty($simulacaoProjeto)) {
    ?>
    <div>
        <label><?php echo $AppUI->_('LBL_NO_RISK'); ?></label>
    </div>
<?php
```

```

} else {
    foreach ($simulacaoProjeto as $projetoSimulado) {
        ?>
        <fieldset>
            <legend style="font-weight: bold"><?php echo $projetoSimulado['project_name']; ?></legend>
            <div class='op1'>
                <table class="tbl">
                    <tr>
                        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_DATE_EXEC"); ?></th>
                        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_RISK"); ?></th>
                        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_RISK_TYPE"); ?></th>
                        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_EXPO_RISK"); ?></th>
                        <th><?php echo $AppUI->_("LBL_TASK"); ?></th>
                    </tr>
                    <?php
                    $resultadosSimulacao = retornaResultadoSimulacaoSQL($simulationId,
$projetoSimulado['task_project']);
                    foreach ($resultadosSimulacao as $value) {
                        $dateSimul = date_create($value['simulation_day']);
                        ?>
                        <tr>
                            <td><?php echo date_format($dateSimul, "d/m/Y"); ?></td>
                            <td><?php echo $value['risk_name']; ?></td>
                            <td><?php echo $riskType[$value['risk_type']]; ?></td>
                            <td><?php echo $riskPriority[$value['risk_priority']]; ?></td>
                            <td><?php echo $value['task_name']; ?></td>
                        </tr>
                    <?php
                }
            ?>
        </table>
    </div>
    <div class='op2'>
        <table class="tbl">
            <thead>
                <tr>
                    <th></th>
                    <th><?php echo $AppUI->_("LBL_DEVIATION"); ?></th>
                    <th><?php echo $AppUI->_("LBL_CAUSE"); ?></th>
                    <th><?php echo $AppUI->_("LBL_IMPACT"); ?></th>
                    <th><?php echo $AppUI->_("LBL_CORRECTIVE_ACTION"); ?></th>
                </tr>
            </thead>
            <tbody>
                <?php
                $desvioSignificativo = getSignificantDeviationProject($projetoSimulado['task_project']);
                foreach ($desvioSignificativo as $desvio) {
                    $acoesCorretivas = getCorrectiveAcitonSQL($desvio["id_deviation"]);
                    ?>
                    <tr>
                        <td rowspan="<?php print_r(count($acoesCorretivas)); ?>"><?php echo '#'.

```

```

$desvio['number']; ?></td>
        <td rowspan="<?php print_r(count($acoesCorretivas)); ?>"><?php echo
$desvio['deviation']; ?></td>
        <td rowspan="<?php print_r(count($acoesCorretivas)); ?>"><?php echo
$desvio['cause']; ?></td>
        <td rowspan="<?php print_r(count($acoesCorretivas)); ?>"><?php echo
$desvio['impact']; ?></td>
        <td><?php echo $acoesCorretivas[0]['corrective_action']; ?></td>
        <?php
        for ($pos = 1; $pos < count($acoesCorretivas); $pos++) {
            ?>
            <tr>
                <td>
                    <?php echo $acoesCorretivas[$pos]['corrective_action']; ?>
                </td>
            </tr>
        <?php } ?>
    </tr>
    <?php
    }
    ?>
</tbody>
</table>
</div>
</fieldset>
<?php
}
}

```

Arquivo "do_desvio_acao_corretiva.php"

```

<?php
require_once (DP_BASE_DIR .
"/modules/simulacao/control/controller_desvio_acao_corretiva.class.php");
$simulation_id = intval(dPgetParam($_POST, "simulation_id", 0));
$project_id = intval(dPgetParam($_POST, "project_id", 0));
$numberDesviation = 1;
$controller = new ControllerDesvioAcaoCorretiva();
$nSD = $_POST["significant_deviation_items"];
for ($i = 0; $i < $nSD; $i++) {
    $controller->saveDesvioItem($simulation_id, $project_id, $_POST["number_sd_$i"],
    $_POST["deviation_sd_$i"], $_POST["cause_sd_$i"], $_POST["impact_sd_$i"],
    $_POST["significant_deviation_id_$i"]);
    $numberDesviation = $_POST["number_sd_$i"] + 1;
}
$nCA = $_POST["corrective_actions_items"];
for ($i = 0; $i < $nCA; $i++) {
    $controller->saveAcaoCorretivaItem($project_id, $_POST["deviation_ca_$i"], $_POST["action_ca_$i"],
    $_POST["deadline_ca_$i"], $_POST["responsible_ca_$i"], $_POST["corrective_actions_item_id_$i"]);
}
$action = $_POST["form_action"];
if ($action == 1) {

```

```

        $controller->saveDesvioItem($simulation_id, $project_id, $numberDesviation, "", "", "", "");
        $msg = "LBL_DEVIATION_ITEM_INCLUDED";
    } else if ($action == 2) {
        $controller->saveAcaoCorretivaItem($project_id, "", "", date('Y-m-d'), "", "");
        $msg = "LBL_ACTION_ITEM_INCLUDED";
    } else if ($action == 3) {
        $delete_id = $_POST["id_for_delete"];
        $controller->deleteDesvioItem($delete_id);
        $msg = "LBL_DEVIATION_EXCLUDED";
    } else if ($action == 4) {
        $delete_id = $_POST["id_for_delete"];
        $controller->deleteAcaoCorretivaItem($delete_id);
        $msg = "LBL_ACTION_EXCLUDED";
    }
    $appUI->setMsg($appUI->_($msg, UI_OUTPUT_HTML), UI_MSG_OK);
    $appUI->redirect("m=simulacao&simulation_id=" . $simulation_id);

```

Arquivo “*setup.php*”

```

<?php
if (!defined('DP_BASE_DIR')) {
    die('You should not access this file directly');
}
$config = array(
    'mod_name' => 'Simulação',
    'mod_version' => '0.9.9',
    'mod_directory' => 'simulacao',
    'mod_setup_class' => 'SetupSimulacao',
    'mod_type' => 'user',
    'mod_ui_name' => 'Simulação',
    'mod_ui_icon' => 'Gear_icon_svg.png',
    'mod_description' => "",
    'permissions_item_table' => 'simulacao_inicio',
    'permissions_item_field' => 'pma_id',
    'permissions_item_label' => 'project_name'
);
if (@$a == 'setup') {
    echo dPshowModuleConfig($config);
}
class SetupSimulacao {
    function install() {
        $ok = true;
        $q = new DBQuery;
        $sql = "(
            `simulation_id` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
            `class_id` int NOT NULL,
            `start_date` DATE NOT NULL,
            `end_date` DATE NOT NULL,
            `sensitivity` int NOT NULL,
            PRIMARY KEY (`simulation_id`),
            FOREIGN KEY (`class_id`) REFERENCES " . $q->_table_prefix . "dpp_classes(`class_id`)
        )";
    }
}

```



```

$q->createTable('simulation');
$q->createDefinition($sql);
$q->exec();
$q->clear();
$sql = "(`id` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`simulation_id` int NOT NULL,
`task_id` int NOT NULL,
`risk_id` int NOT NULL,
`simulation_day` DATE NOT NULL,
`task_hours_worked_before` FLOAT NOT NULL,
`task_hours_worked_after` FLOAT NOT NULL,
`task_percent_complete_before` tinyint NOT NULL,
`task_percent_complete_after` tinyint NOT NULL,
PRIMARY KEY (`id`),
FOREIGN KEY (`simulation_id`) REFERENCES " . $q->_table_prefix . "simulation(`simulation_id`),
FOREIGN KEY (`task_id`) REFERENCES " . $q->_table_prefix . "tasks(`task_id`),
FOREIGN KEY (`risk_id`) REFERENCES " . $q->_table_prefix . "risks(`risk_id`
)";
$q->createTable('simulation_results');
$q->createDefinition($sql);
$q->exec();
$q->clear();
//Desvio Significativo e Ações Corretivas
$sql = "( `id_deviation` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,"
. " `id_simulation` INT NOT NULL,"
. " `id_project` INT NOT NULL,"
. " `number` INT NOT NULL,"
. " `deviation` VARCHAR(500) NOT NULL,"
. " `cause` VARCHAR(500) NOT NULL,"
. " `impact` VARCHAR(500) NOT NULL,"
. " PRIMARY KEY (`id_deviation`),"
. " FOREIGN KEY (`id_simulation`) REFERENCES " . $q->_table_prefix .
"simulation(`simulation_id`),"
. " FOREIGN KEY (`id_project`) REFERENCES " . $q->_table_prefix . "projects(`project_id`)"
. ")";
$q->createTable('simulation_significant_deviation');
$q->createDefinition($sql);
$q->exec();
$q->clear();
$sql = "( `id_corrective` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,"
. " `id_deviation` INT NOT NULL,"
. " `id_project` INT NOT NULL,"
. " `corrective_action` VARCHAR(500) NOT NULL,"
. " `deadline` DATE NOT NULL,"
. " `responsible` VARCHAR(500) NOT NULL,"
. " PRIMARY KEY (`id_corrective`),"
. " FOREIGN KEY (`id_project`) REFERENCES " . $q->_table_prefix . "projects(`project_id`)"
. ")";
$q->createTable('simulation_corrective_actions');
$q->createDefinition($sql);
$q->exec();

```

```

//Recursos Humanos
$q->clear();
$q->addTable("config");
$q->addInsert("config_name", 'pm_human_resources');
$q->addInsert("config_value", 10);
$q->addInsert("config_group", 'simulation');
$q->addInsert("config_type", 'number');
$q->exec();
//Técnico
$q->clear();
$q->addTable("config");
$q->addInsert("config_name", 'pm_technical');
$q->addInsert("config_value", 10);
$q->addInsert("config_group", 'simulation');
$q->addInsert("config_type", 'number');
$q->exec();
//Custos
$q->clear();
$q->addTable("config");
$q->addInsert("config_name", 'pm_cost');
$q->addInsert("config_value", 30);
$q->addInsert("config_group", 'simulation');
$q->addInsert("config_type", 'number');
$q->exec();
//Aquisição
$q->clear();
$q->addTable("config");
$q->addInsert("config_name", 'pm_acquisition');
$q->addInsert("config_value", 10);
$q->addInsert("config_group", 'simulation');
$q->addInsert("config_type", 'number');
$q->exec();
//Comunicação
$q->clear();
$q->addTable("config");
$q->addInsert("config_name", 'pm_communication');
$q->addInsert("config_value", 40);
$q->addInsert("config_group", 'simulation');
$q->addInsert("config_type", 'number');
$q->exec();
if (!$ok)
    return false;
return null;
}
function remove() {
    $q = new DBQuery;
    $q->clear();
    $q->setDelete("config");
    $q->addWhere("config_name= 'pm_human_resources' AND config_group= 'simulation'");
    $q->exec();
    $q->clear();
}

```

```
$q->setDelete("config");
$q->addWhere("config_name= 'pm_technical' AND config_group= 'simulation'");
$q->exec();
$q->clear();
$q->setDelete("config");
$q->addWhere("config_name= 'pm_cost' AND config_group= 'simulation'");
$q->exec();
$q->clear();
$q->setDelete("config");
$q->addWhere("config_name= 'pm_acquisition' AND config_group= 'simulation'");
$q->exec();
$q->clear();
$q->setDelete("config");
$q->addWhere("config_name= 'pm_communication' AND config_group= 'simulation'");
$q->exec();
$q->clear();
$q->dropTable('simulation_corrective_actions');
$q->exec();
$q->clear();
$q->dropTable('simulation_significant_deviation');
$q->exec();
$q->clear();
$q->dropTable('simulation_results');
$q->exec();
$q->clear();
$q->dropTable('simulation');
$q->exec();
return null;
}
function upgrade($old_version) {
    return true;
}
?>
```

APÊNDICE III

Utilizando uma Abordagem Baseada em Simulação para o Ensino de Gerência e Monitoramento de Projetos

Jean Carlo Rossa Hauck¹[0000-0001-6550-9092], Santiago Matalonga²[0000-0001-5429-2449], Gerardo Maturro³[0000-0001-6432-1223], Gerardo Quintana³[0000-0002-5122-1271], Lucas Jacques¹[0000-0003-3466-6604] and Christian Galafassi¹[0000-0003-3792-8200]

¹ Federal University of Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brazil

² University of the West of Scotland, Paisley, UK

³ Universidad ORT Uruguay, Montevideo, Uruguay

jean.hauck@ufsc.br, santiago.matalonga@uws.ac.uk,
gerardo.maturro@ort.edu.uy, gquintana@uni.ort.edu.uy,
lucas.jacs@gmail.com, chrisitan.galafassi@gmail.com

Resumo. A gerência de projetos de software é uma competência imprescindível para os engenheiros de software da atualidade. Entretanto, a maioria dos cursos de gerência de projetos não estão preparados para a nova geração de engenheiros de software. Um motivo é o fato de instrutores não darem aos estudantes as ferramentas necessárias para possibilitar o desenvolvimento de competências para aplicá-las nas áreas de conhecimento cobertas por um curso que utilize o PMBOK. Mais especificamente, estamos preocupados com as competências relacionadas ao monitoramento e controle, as quais são dificilmente postas em prática em um cenário educacional. Este artigo apresenta nossas experiências e resultados desenvolvendo um software de gerência de projetos, incluindo a simulação da execução de projetos. Essa simulação prevê aos estudantes a oportunidade de aplicar competências de monitoramento e controle baseadas em informações fornecidas pela simulação de execução do projeto. Nós aplicamos a abordagem em questão e observamos resultados positivos sobre a mesma em um conjunto de 19 estudantes.

Palavras-chave: engenharia de software, gerência de projetos de software, educação de gerência de projetos de software. Simulação de projeto de software

1 Introdução

Os projetos de desenvolvimento de software são empreendimentos complexos e, possivelmente, as competências de gerência de projetos de software são necessárias para a Engenharia de Software (SE). A gerência de projetos de software está presente nas Diretrizes de Currículo do SWEBOK [1] e ACM para Programas de Graduação em Engenharia de Software [2]. Por outro lado, a expectativa dos alunos mudou nos

últimos anos. Millennials são agora a maioria da população de graduação, e esperam e exigem novas abordagens para a sala de aula da universidade [3].

Na Universidade ORT do Uruguai (ORT) e na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), há mais de uma década, um módulo sobre gerência de Projetos de Software faz parte dos currículos de graduação em Engenharia de Software, ciência da computação e sistemas de informação. Refletindo sobre nossa prática de ensino e revisando a literatura disponível, chegamos à conclusão de que um dos principais elementos faltantes na educação de gerência de projetos era a possibilidade de dar aos alunos a oportunidade de aplicar Monitoramento e Controle do Projeto - PMC (um processo necessário para acompanhar, revisar e regular progresso e desempenho do projeto e identificar e gerenciar mudanças quando necessário [4]). Observamos que a aplicação de planejamento de projetos - e áreas de processos relacionados - pode ser obtida por meio de exercícios orientados a aplicativos. Em contraste, para dar aos alunos a oportunidade de aplicar o PMC em um curso de graduação poderia exigir a introdução de uma abordagem de simulação de execução do projeto.

Como resultado, iniciamos um esforço conjunto com o objetivo de desenvolver e aplicar uma estratégia adequada para permitir que os estudantes de gerência de projetos pratiquem o PMC em ambas as universidades levando em consideração os recursos disponíveis.

Este artigo descreve como introduzimos exercícios e simulação orientados a aplicativos que atendem ao requisito. Nós adaptamos e alinhamos os currículos do módulo de gerência de projetos em ambas as universidades e implementamos uma ferramenta de software capaz de simular a execução dos planos de projeto dos alunos. Essa abordagem oferece aos alunos a oportunidade de aplicar o PMC em um ambiente controlado. Um fator diferenciador dessa abordagem é que reprojeteamos um curso baseado no PMBOK [4], com o objetivo de adotar nossa abordagem de simulação. Como resultado, os exercícios práticos podem durar várias semanas ao longo do semestre - ao contrário de intervenções de um tiro que são atualmente a norma quando jogos sérios ou simulações foram introduzidos na literatura. Para avaliar a aplicabilidade e a percepção de aprendizado de nossa abordagem, aplicou-se a 19 alunos da UFSC. No geral, nossos resultados demonstram percepções positivas sobre a abordagem proposta.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. A seção 2 apresenta os resultados da nossa revisão de literatura. A seção 3 apresenta a metodologia. A seção 4 descreve o desenvolvimento da abordagem de simulação, incluindo como ela é fundamentada no descritor do módulo (seção 4.1) e os aspectos técnicos do software de simulação (seção 4.2). A seção 5 apresenta os resultados da nossa implementação piloto. Finalmente, a seção 6 apresenta nossas conclusões e planos de trabalho futuros.

2 **Background - Simulação em Educação em Engenharia de Software**

Esta seção apresenta um resumo de nossa pesquisa sobre a aplicação da simulação na educação em SE. Dörner et al. definir um "jogo sério" como um jogo digital criado com a intenção de entreter e atingir pelo menos um objetivo adicional (por exemplo, aprendizagem ou saúde). Essas metas adicionais são denominadas metas de caracterização [5]. Esses autores também definem o conceito de "jogos educativos" para denotar um subgrupo de jogos sérios, abordando o setor educacional formal desde o ensino fundamental até o ensino superior, treinamento vocacional e treinamento colaborativo no local de trabalho. Os jogos educativos concentram-se na aprendizagem formal em instituições educacionais dedicadas.

Jogos educativos e simulações têm sido observados na literatura como excelentes ferramentas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, pois estimulam e inspiram os alunos, proporcionando uma forma de aprendizado mais atraente e lúdica, conforme relataram múltiplas experiências [6] [7] [8] [9]. Por outro lado, um "jogo de simulação" é aquele que tenta copiar várias atividades da vida real na forma de um jogo para várias finalidades, como treinamento, análise ou previsão [10]. Exemplos bem conhecidos de jogos de simulação são jogos de guerra, jogos de negócios e simulação de dramatização.

Claufield et al. apresentar uma revisão sistemática da literatura [11] que visa jogos ou simulações utilizadas para fins educacionais ou de treinamento em SE em qualquer área de conhecimento da SWEBOK. Os resultados mostraram que os jogos foram utilizados principalmente nas áreas de conhecimento dos processos de gestão e desenvolvimento do SE. Os resultados também mostraram que a maioria dos jogos no campo tem objetivos de aprendizagem direcionados ao primeiro nível da taxonomia de Bloom (conhecimento) [12].

Calderon et al. [13] introduzem experiências de integração de um jogo sério baseado em simulação para treinamento em gerência de projetos de software (ProDeck). ProDeck visa colocar os alunos em uma organização virtual onde eles podem gerenciar projetos de software e aplicar seus conhecimentos em cenários da vida real. Os resultados obtidos mostram evidências positivas sobre a motivação, a experiência e a aquisição de aprendizes dos alunos com o uso do ProDeck.

Para contribuir com o processo de formação do aluno em gerência de Projetos de Software, de Souza et al. [8], apresenta o desenvolvimento e validação de um jogo sério de mesa eletrônica chamado SCRUMI, cujo objetivo é apresentar conceitos do framework SCRUM. Eles observaram resultados positivos e descobriram que jogos em sala de aula merecem ser explorados.

Simsoft [11] é um jogo sério no centro de um projeto de pesquisa projetado para ver se e como os jogos podem contribuir para uma melhor educação em gerência de SE ajudando engenheiros de software e projetos os gerentes exploram algumas das complexidades do campo em um ambiente controlado.

Vá em frente! [14] é um jogo educativo para contribuir para o ensino da norma ISO / IEC 29110. Ele é projetado para uso em conjunto com módulos de educação de gerência de projetos e ajuda a reforçar conceitos apresentados em ambientes de ensino iniciais.

O PMG-2D é um jogo educativo sério que visa auxiliar no treinamento de gerentes de projeto de software inexperientes. O jogo simula um ambiente real de desenvolvimento de software onde o jogador, atuando como gerente de projeto, passa por todas as fases do ciclo de vida de um projeto de software.

DELIVER! [7] é um jogo de tabuleiro para ensinar a técnica de Earned Value Management (EVM) usada para monitorar e controlar a execução de um projeto de software. O jogo destina-se a ser usado como parte de um curso de gerência de projetos, e sua finalidade é reforçar os conceitos de EVM e exercitar sua aplicação. Os autores argumentam que o jogo não substitui, mas complementa outras estratégias instrucionais como, por exemplo, aulas expositivas, a serem adotadas previamente para apresentar os conceitos básicos da EVM.

Schoeffel propôs um jogo de simulação chamado PizzaMia de uma forma que ele chamou de dinâmica experiencial para apoiar o ensino e a aprendizagem em um curso de gerência de projetos baseado no PMBOK [14]. A atividade é baseada no planejamento e execução de uma refeição real.

Como foi identificado por Claufield et al. [11], encontramos apenas algumas referências que incluíram avaliações sistemáticas dos resultados. Uma revisão [15] sobre o uso da aprendizagem baseada em jogos dentro do SE para identificar quais evidências empíricas existem nesta literatura para apoiar essa abordagem. Os autores descobriram que a avaliação do impacto da abordagem de aprendizagem baseada em simulação é severamente limitada e, em muitos casos, inexistente. Eles sugerem que mais pesquisas precisam ser realizadas para avaliar o uso desta abordagem e estudos longitudinais são necessários na aprendizagem baseada em simulação dentro do ensino superior. A fim de avaliar as abordagens educacionais de engenharia de software, [16], apresentamos um exemplo de avaliação multi-angular que mostra a diferença entre a quantidade de insights obtidos através de um pequeno estudo piloto versus o de uma avaliação mais abrangente.

Em relação à avaliação de jogos sérios, Calderon et al. [15], realizaram uma revisão sistemática da literatura para resumir as evidências existentes sobre procedimentos de avaliação e métodos para avaliar jogos sérios em diferentes domínios de aplicação. Eles descobriram que o domínio educacional, especialmente o ensino superior, é o domínio onde mais estudos evidenciam experiências de avaliação, seguidas de saúde e bem-estar, e treinamento e aprendizagem profissional. Eles perceberam que “jogos de computador” é o tipo de jogo que atrai mais interesse para a avaliação. A maioria dos estudos analisados selecionou o questionário como principal método de avaliação. Petri e von Wangenheim também apresentam uma revisão sistemática da literatura [9]. Seus resultados mostram que a maioria das avaliações utiliza um projeto de pesquisa simples, no qual, normalmente, o jogo é usado e, posteriormente, o feedback subjetivo é coletado por meio de questionários dos alunos. A maioria das avaliações é executada com amostras pequenas, sem replicação, usando principalmente métodos qualitativos para análise de dados.

Observamos também que a maioria dos estudos não utiliza um modelo ou método de avaliação bem definido. Os autores concluem que há uma necessidade de avaliações mais rigorosas, bem como apoio metodológico para ajudar os criadores de jogos e instrutores a melhorar esses jogos, bem como apoiar as decisões sobre quando ou como incluí-los nas unidades de ensino. Além disso, em Petri et al. [14], os autores apresentam uma análise de 43 estudos de caso que utilizam o MEEGA, um modelo para avaliação de jogos educativos. A análise fornece evidências de que os jogos digitais e não digitais podem produzir um efeito positivo no aprendizado do SE, proporcionando uma experiência agradável e envolvente aos alunos e motivando-os.

3 Metodologia

Esta abordagem baseada em simulação para o ensino de monitoramento e controle de projetos foi desenvolvida e aplicada para superar as limitações que identificamos nas seções anteriores e, em particular, para dar aos alunos a oportunidade de aplicar o monitoramento do projeto e controlar o corpo do conhecimento.

Tanto na ORT quanto na UFSC, identificamos que os alunos não estão tendo a oportunidade de aplicar as competências do PMC. Enquanto em ambas as universidades os módulos do corpo de conhecimento para o PMC foram incluídos no plano de estudos, eles estavam sendo entregues apenas nos níveis de lembrar e compreender da taxonomia de Bloom [12]. Em contrapartida, as áreas associadas ao planejamento de projetos eram dadas em níveis de lembrar, compreender e aplicar através da implementação de projetos designados em sala de aula.

Assim, as seguintes atividades foram desenvolvidas para desenvolver a abordagem proposta:

- Alinhamento do plano de estudos: alinhar os módulos de gerência de projetos ORT e UFSC; mapeamos os tópicos e os resultados de aprendizagem dos cursos. Embora ambos os cursos tenham sido baseados no Corpo de Conhecimento de gerência de Projetos, eles se concentraram na quantidade de esforço dedicada a cada área de conhecimento. O resultado deste trabalho é apresentado na **Tabela 1**;
- Piloto de módulo de aprendizado: conduzimos o módulo na ORT dando mais importância às áreas de conhecimento da PMC. Para conseguir isso, o exercício de aplicação envolveu o planejamento e a gerência de um projeto simples. Os alunos foram levados a um ciclo de vida incremental, com três entregas. Primeiro, um plano (que deve incluir capítulos para todas as áreas de conhecimento associadas à iniciação e ao planejamento do PMBOK). Em segundo lugar, eles foram solicitados a entregar dois relatórios de progresso;
- Desenvolvimento do software de simulação: seguindo uma abordagem incremental de desenvolvimento de software centrado no Caso de Uso, desenvolvemos a primeira versão do software de simulação de execução do projeto. Isso é descrito na seção 4;

- Avaliação e teste de software de simulação: nós testamos o software de simulação com uma pequena coorte de alunos da UFSC. Isso é descrito na seção 5.

Fig. 1 mostra uma visão geral de alto nível das atividades que realizamos durante 2016-2017 como um esforço conjunto para definir e aplicar a abordagem.

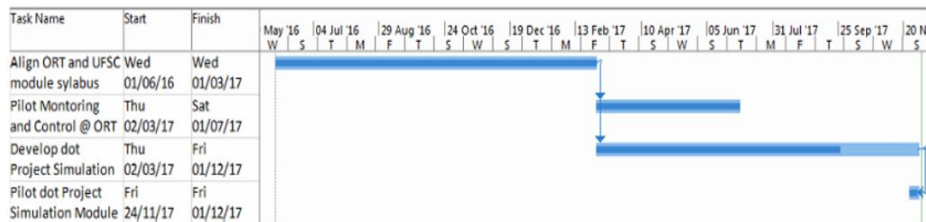


Fig. 1. Visão geral do plano de projeto

Assim, os dois principais resultados do desenvolvimento da abordagem: o módulo de ensino e a ferramenta de software para simulação são apresentados nas seções a seguir.

4 Uma abordagem baseada em simulação de projeto para educar alunos em gerência de projetos de software.

A abordagem de aprendizagem de monitoramento e controle do projeto baseada em simulação foi desenvolvida para atender à necessidade dos alunos de aplicar monitoramento e controle. Em particular, a intenção desta abordagem é dar aos estudantes a oportunidade de aplicar o corpo de conhecimento do PMC.

Iniciando o desenvolvimento da abordagem, nossa avaliação da situação inicial em ambas as universidades foi:

- Ambos os cursos foram baseados no PMBOK;
- Ambos cobriram a maioria das áreas de conhecimento;
- Ambos foram avaliados com um exercício orientado para aplicação e exames finais.
- O exercício orientado para a aplicação envolveu planejamento extensivo, mas não exigiu execução aplicada nem monitoramento e controle de práticas reais.

Assim, tendo esse cenário inicial, decidimos que, para dar aos alunos a oportunidade de aplicar os processos da área de conhecimento de monitoramento e controle, uma maneira era alterar as atividades práticas orientadas para o aplicativo.

Essas atividades incluem a tomada de decisões sobre desvios significativos que podem levar a ações corretivas, mesmo no contexto das restrições de tempo de um curso de graduação em gerência de projetos em que não é possível desenvolver um projeto real e mais da metade do tempo o curso é dedicado ao planejamento do projeto. Como resultado, o plano de aprendizagem apresentado na **Tabela 1** foi desenvolvido para atingir os objetivos pedagógicos definidos para um curso de 72 horas em um semestre.

Assim, também imaginamos uma plataforma de software simulada, onde os alunos escreviam em seus planos de projeto, enquanto instrutores controlaria a execução, introduzindo desvios simulados de cada plano de estudante. Assim, permitindo que os alunos apliquem o conhecimento de monitoramento e controle que receberam durante os módulos.

4.1 Estratégia de entrega do módulo

Esta seção apresenta como visualizamos a entrega do módulo. A **Figura 2** apresenta uma visão geral da abordagem proposta.

Em uma semana, é apresentada uma visão geral teórica da gerência de projetos. Estas apresentações cobrem as áreas de conhecimento de gerência de projetos de Escopo, Tempo, Custos, Qualidade, Recursos Humanos, Comunicações, Riscos, Aquisições e Partes Interessadas, conforme definido no plano de ensino (ver **Tabela 1**).

Para as atividades práticas, os alunos são convidados a formar grupos que formarão suas equipes de projeto durante a duração do módulo. As atividades práticas são apresentadas e definidas pelo instrutor. Em seguida, a introdução da simulação de software permite que o instrutor apresente estudos de caso de documentos reais de especificação de requisitos de software. Assim, a amplitude e o escopo das atividades práticas não são comprometidos pela introdução das atividades de monitoramento e controle (como era o caso na atividade-piloto realizado na ORT descrito na seção 3). Para a atividade prática, os alunos são obrigados a documentar cada área de seu planejamento em uma ferramenta de gerência de projetos.

Usamos dotProject + [17] como ferramenta de gerência de projetos para suportar a abordagem e como base para o desenvolvimento da simulação de execução do projeto. O dotProject + é uma ferramenta gratuita de gerência de projetos que foi desenvolvida e evoluiu através de melhorias em seus principais recursos e também pelo desenvolvimento de vários plugins para suportar a educação em gerência de projetos [17]. Essas melhorias no dotProject + expandiram sua funcionalidade, suportando todos os processos das áreas de conhecimento do PMBOK.

Como já foi mencionado, a atividade prática resulta em três entregas. A primeira com o plano do projeto e duas entregas subsequentes com relatórios de progresso.

No primeiro prazo, todas as equipes são solicitadas a apresentar seu plano à turma e ao instrutor, que avalia os planos do projeto de acordo com sua qualidade técnica.

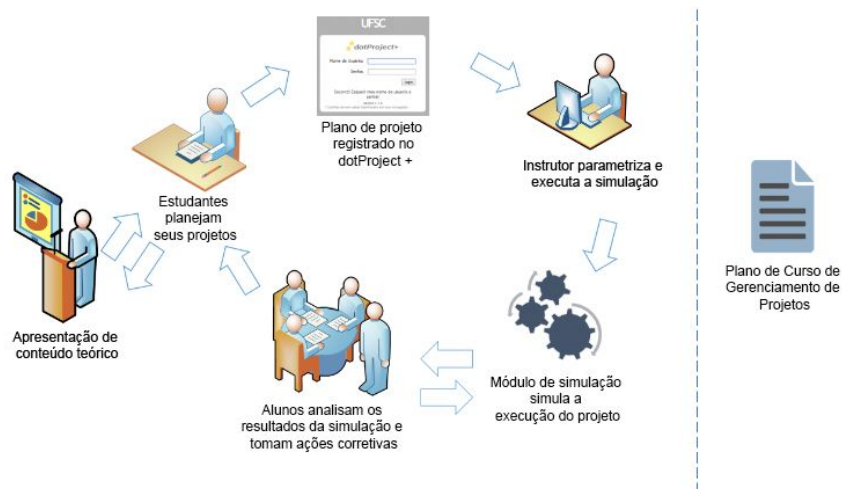


Fig. 2. Abordagem Baseada em Simulação para Ensino de Monitoramento e Controle de Projetos

O prazo para a entrega do plano do projeto coincide com a apresentação dos conceitos do PMC. Assim, o instrutor parametriza dotProject + para permitir que os alunos comecem a simular a execução de seus projetos.

A simulação gera registros de progresso e possíveis ocorrências de riscos com seus impactos em termos de esforço, custos, prazos e alocação de recursos. Em seguida, os alunos analisam o status do projeto, com base nos indicadores de gerência fornecidos pela ferramenta, como os indicadores de análise de valor agregado. Os alunos então decidem sobre possíveis ações corretivas necessárias, executam e apresentam para todo o grupo.

Para cada uma das próximas três semanas, este ciclo de simulação de execução, análise, tomada de ações corretivas e apresentação, é repetido pelos alunos, usando a ferramenta. A próxima seção apresenta uma visão geral técnica da ferramenta de simulação utilizando o dotProject +.

Tabela 1. Plano de Curso de gerência de Projeto Unificado

| Assunto | Objetivos de Aprendizagem | Marco do Módulo |
|--|--|--|
| Introdução e Conceitos Básicos | Compreender os conceitos básicos de gerência de projetos | |
| Iniciação e Planejamento do Projeto | Compreender a iniciação do projeto | Exercício de aplicação apresentado aos alunos. |
| Projeto de Documento | Desenvolvimento do Projeto | |
| Escopo, EAP e Atividades | Planejar o escopo e atividades | |
| Recursos Estimativa | Estimate project resources | |
| Esquema | Desenvolver cronograma do projeto | |
| Qualidade, Recursos Humanos e Comunicações | Qualidade e recursos humanos e comunicação | |
| Gestão de riscos | gerência de riscos de projetos de projeto | |
| Aquisição, custos e orçamento | Planejar aquisições, custos e orçamento de projetos | Prazo final para entrega de planos de projetos |
| Controle e controle de projetos | Entender conceitos de monitoramento e controle de projetos de software | |
| Execução da simulação do projeto | Executar monitoramento e atividades de controle | Prazo final para entrega do relatório de progresso 1 |
| Prática de monitoramento e controle | Analisar dados de execução do projeto e tomar ações corretivas. | |
| Projeto de fechamento | Entender conceitos de encerramento do projeto | Prazo final para entrega do relatório final |

4.2 O projeto do dotProject + Simulação: visão geral técnica

O dotProject+ tem sido usado com sucesso para apoiar o aprendizado de áreas de conhecimento de gerência de projetos [17] - [19]. Uma das funcionalidades mais importantes para esse suporte é o feedback instrucional aos alunos, que é realizado durante o planejamento do projeto do aluno (**fig. 3**). A plataforma fornece feedback imediato sobre as etapas de planejamento necessárias, artefatos incompletos e dicas sobre como melhor executar cada etapa do planejamento. No lado do instrutor, a ferramenta fornece suporte para a gerência de classes de alunos, grupos e equipes /

projetos, bem como os artefatos que produzem e também realiza uma avaliação semi automatizada dos vários artefatos produzidos, especialmente em relação à sua completude.

The screenshot displays the dotProject+ interface. At the top, the user 'Jean Hauck' is logged in. The main area shows project details: 'Data de Início: 12/03/2018', 'Data Final Prevista: 22/11/2018', 'Status: Em Iniciação', 'Prioridade: normal', 'Horas planejadas: 1224', and 'Orçamento Previsto(R\$): 12.920,00'. Below this is a table of activities with columns for 'Início', 'Fim', 'Duração', and 'Recursos humanos'. The table shows two rows of activities, both with a duration of 4 days and a status of 'Não iniciada'. On the right side, there are several instructional feedback options, including 'Feedback genérico' and 'Feedback específico (TCC)', both set to 'ON'. There are also sections for 'Integração', 'Escopo', and 'Tempo' with associated questions and instructions.

| | Início | Fim | Duração | Recursos humanos | |
|-------|------------|------------|----------|------------------|--------------|
| de | 09/03/2018 | 12/03/2018 | 4 dia(s) | | Não iniciada |
| utura | 05/03/2018 | 08/03/2018 | 4 dia(s) | | Não iniciada |

Fig. 3. dotProject + com feedback instrucional apoiando o aprendizado de gerência de Projetos

Assim, decidimos usar o dotProject + para suportar o curso de gerência de Projetos de software e aprimorá-lo desenvolvendo um plug-in de simulação de projeto para cumprir nossos objetivos de aprendizado.

Com base em nossas necessidades, foi executada uma engenharia de requisitos uma abordagem de análise baseada em casos de uso. Por meio dessa abordagem, dois atores principais foram identificados: Instrutor e Aluno. Como pode ser visto na **figura 4**, o instrutor pode configurar os parâmetros de simulação, gerar a execução da simulação e analisar os resultados da simulação. O aluno pode visualizar os resultados da simulação de execução do projeto e gerenciar as possíveis ações corretivas.

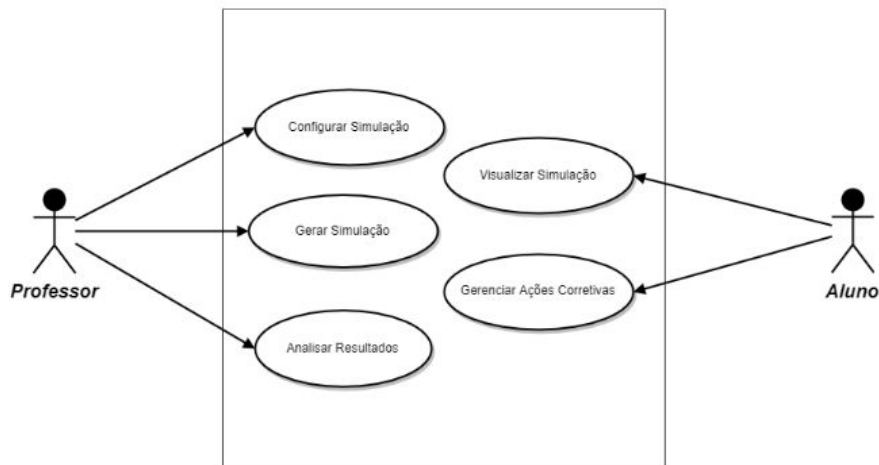


Fig. 4. Plugin de Simulação Use Cases

Seguindo o processo apresentado na Fig. 2, como parte da gerência do progresso dos alunos na ferramenta dotProject +, o Instrutor acessa a ferramenta e visualiza os grupos de alunos e seus projetos de cada uma das classes nas quais ele ou ela ensina. Na tela de simulação do projeto (Fig. 5a), após a seleção da aula, o instrutor pode parametrizar a simulação do projeto, indicando o período de execução a ser simulado, a sensibilidade da simulação, otypes de riscos e os projetos a serem simulados.

Simulação

Selecione a turma * Giani Petri (2017-1)

Configuração

Período para Simulação

Data Inicial: * 13/09/2017

Data Final: * 20/09/2017

Sensibilidade * 20

Itens para Simular *

Recursos Humanos Técnico Custos Aquisições Comunicação

Projetos para Simular *

NOME

PSNet - MPPA

Categorização de erros em protocolos de coerência

Simulador de Matrículas

TCC - App para ensinar programação à crianças

Universal Source Code Beautifier

Aprendendo com Cruzadinhas

IoT Aplicado ao Monitoramento de Saúde

Prefetcher de Cache

Trabalho de Conclusão de Curso

Sistema de transcrição de áudio

TCC - App para ensinar programação à crianças

Universal Source Code Beautifier

Projetos Simulados

| Projeto | Risco | Impacto do Risco | Tarefa |
|---------|-------------------------|------------------|---------------------------------|
| IoT | Ajuste no Escopo do TCC | Baixo | Revisão Bibliográfica |
| IoT A | Ajuste no Escopo do TCC | Baixo | Nova atividade |
| IoT A | teste | Muito Baixo | Revisão bibliográfica |
| IoT A | teste | Muito Baixo | Proposta para Introdução ao TCC |
| IoT A | teste | Muito Baixo | Resumo |

por aba : por lista

Atividade

| Atividade | Plar |
|--------------------------------------|--|
| 1 IoT Aplicado ao Monitoramento | |
| 1.1 Projeto (7) | |
| A.1.1.a | Revisão Bibliográfica |
| + Novo registro de trabalho | Plar 15/0 |
| * Liste de registros de trabalho (2) | |
| A.1.1.b | Resumo |
| + Novo registro de trabalho | Plar 15/0 |
| * Liste de registros de trabalho (1) | |
| Data | Descrição |
| 13/04/2017 | Atividade executada via Módulo de Simulação Admin Person |
| A.1.1.c | Introdução |
| + Novo registro de trabalho | Plar 15/0 |

(a) Configuração da simulação

(b) Resultados da simulação

Fig. 5. Módulo de Simulação

Depois de clicar em "simular", o sistema realiza a simulação da execução do projeto e gera registros de execução do projeto, como mostra a Figura 5b. Em seguida, o plug-in Simulação percorre a lista de atividades planejadas para o período simulado de todos os projetos selecionados, incluindo tarefas ainda não finalizadas de

períodos anteriores. Com base nessa lista de tarefas, o plugin de simulação extrai dos riscos planejados aqueles que podem ocorrer no período, baseado em uma simulação de distribuição de Poisson [19].

Baseado nos riscos planejados, classificados de acordo com uma classificação baseada em campo [20], previamente priorizado pelos alunos com base no fator de exposição calculado, o Simulation Plugin simula a ocorrência de riscos, gerando os possíveis impactos, de acordo com cada tipo de risco. A **Fig. 6** mostra uma descrição de alto nível no pseudocódigo do algoritmo do plugin de simulação.

```
function do_simulation($configuration) {
    global $projectRisks, $projectTasks, $projectChangedTasks;
    foreach($configuration->selectedProject as $project) {
        $projectRisks = selectProjectRisks($project, $configuration);
        $projectTasks = selectProjectTasks($project, $configuration);
        executeSimulation($projectTasks, $projectRisks);
        updateRisks($projectRisks);
        saveTaskLogs($projectChangedTasks);
    }
}
```

Fig. 6. Algoritmo de alto nível do plugin da simulação de execução de projetos

Dentro do procedimento `executeSimulation` (**Fig. 6**), a distribuição de Poisson (**Fig. 7**) foi escolhida para a possibilidade de simular a probabilidade de ocorrência de um risco em um número possivelmente grande de tarefas executado dentro de um determinado intervalo de datas do cronograma planejado do projeto. Além disso, a probabilidade histórica de ocorrência de cada tipo de risco é obtida a partir de uma pesquisa realizada pelo Capítulo Brasileiro do PMI [21].

$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

Fig. 7. Probabilidade de risco de Poisson

A probabilidade de ocorrência de cada tipo de risco é calculada da seguinte forma:

- e é a base do logaritmo natural,
- $k!$ é o fatorial do número de ocorrências discretas de um determinado tipo de risco no intervalo de tempo planejado,
- λ é o número esperado de ocorrências, retirado da pesquisa do PMI [21], com o parâmetro de sensibilidade, definido pelo instrutor ao iniciar a simulação de execução.

Atualmente, a primeira versão inicial do módulo de simulação é implementada e já foi utilizada no contexto de um curso de gerência de projetos, conforme apresentado na próxima seção.

5 Avaliação Inicial

Avaliar a aplicabilidade e a percepção de aprendizado de nossa abordagem, o curso unificado de gerência de projetos, incluindo a simulação de execução de projetos para apoiar o aprendizado PMC, foi aplicado na disciplina de gerência de Projetos do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da UFSC durante o segundo semestre de 2017.

O uso da simulação de execução do projeto foi avaliado sob duas perspectivas: (i) se o uso da simulação no curso contribuiu para a aprendizagem do Monitoramento e Controle do Projeto e (ii) se o módulo de simulação é adequado para ser usado como suporte para o aprendizado de Monitoramento e Controle do Projeto.

Esta avaliação inicial foi conduzida usando um único grupo pós-teste somente [22]. Dezenove estudantes participaram desta avaliação inicial. Os alunos participaram do módulo de simulação e depois foram solicitados a responder um questionário. Este questionário incluiu questões relacionadas aos dois aspectos da percepção de aprendizagem e aplicabilidade do módulo de simulação. A Figura 8 apresenta os resultados da avaliação inicial, divididos pela aplicabilidade do módulo em cinco categorias: facilidade de uso, utilidade, integridade funcional, correção funcional e satisfação.

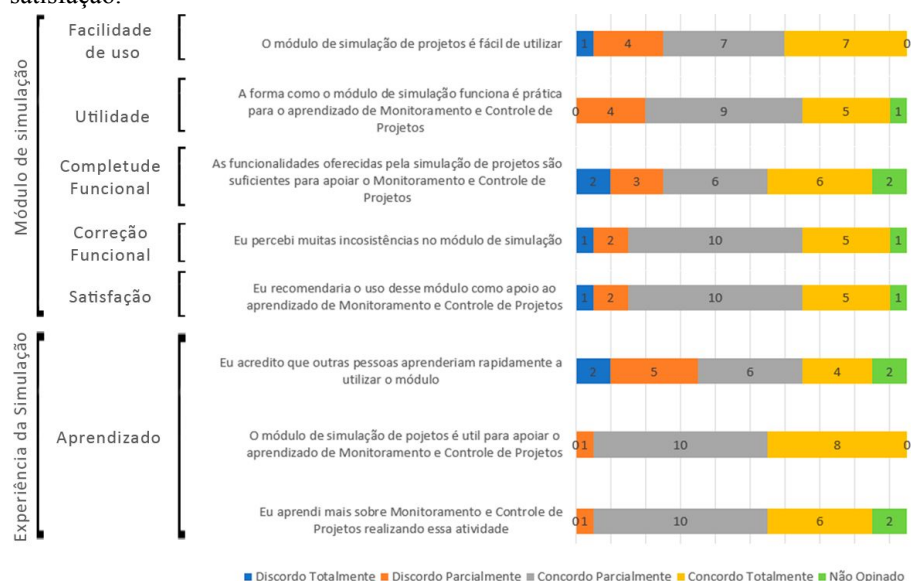


Fig. 8. Resultados da avaliação inicial

Em termos da avaliação da aplicabilidade do módulo de simulação, é possível observar (Fig. 8), que a maioria dos alunos participantes concorda que o módulo é fácil de usar (74%), seu uso é prático (74%) e que as funcionalidades oferecidas pelo módulo de simulação são suficientes para suportar a aprendizagem da área de

processo de Monitoramento e Controle do Projeto (70%). Como oportunidades de melhoria, 83% dos alunos identificaram inconsistências na simulação. Uma análise causal desse resultado revelou um defeito na programação que gerou dados incompletos de execução em alguns casos.

Em relação à percepção de aprendizagem, a maioria dos alunos (95%) concorda que a execução do projeto é útil como suporte para o aprendizado de Monitoramento e Controle do Projeto e a maioria concorda (89%) que eles aprenderam mais sobre Monitoramento e Controle do Projeto usando simulação de execução do projeto.

Algumas ameaças à validade dessa avaliação inicial podem ser observadas, como a pequena amostra de estudantes, o que limita as possibilidades de generalização das conclusões. Da mesma forma, o uso de design de pós-teste de grupo único é naturalmente sujeito a ameaças de maturação e teste. Apesar destas ameaças à validade, esta aplicação é uma avaliação inicial da simulação de execução do projeto, usando um módulo de simulação que ainda está em desenvolvimento, e os resultados podem levantar percepções que contribuem para a continuidade do seu desenvolvimento e a possibilidade de experimentação com maior experimental grupos no futuro.

6 Conclusões

Este artigo apresentou nossa abordagem atual para o ensino de gerência de projetos de software. Esta abordagem tem como foco dar aos alunos a oportunidade de trabalhar nos três primeiros níveis da taxonomia de Bloom. Em particular, a motivação com essa abordagem é proporcionar aos alunos a capacidade de aplicar o monitoramento do projeto e controlar o conhecimento. Um aspecto-chave de diferenciação da nossa abordagem é que reprojeta um curso baseado no PMBOK a partir do zero para que os elementos tecnológicos pudessem ser integrados à experiência dos alunos no módulo.

Assim, o facilitador para dar aos alunos a capacidade de aplicar esse conhecimento é um plugin de simulação de execução de projeto. Este artigo apresentou o processo de desenvolvimento e as principais decisões de design deste plugin.

Além disso, apresentamos nossa avaliação inicial da abordagem de simulação de execução do projeto. Em geral, respostas positivas foram recebidas dos alunos que entraram em contato com a abordagem.

Nossa linha de trabalho futura incluirá a implantação completa do módulo redesenhado nos módulos de gerência de projetos de software da ORT e da UFSC.

Referências

- [1] A. Abran, J. W. Moore, P. Bourque, R. Dupuis, and L. L. Tripp, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, vol. 19759, no. 6. 2004.
- [2] M. Ardis, D. Budgen, G. W. Hislop, J. Offutt, M. Sebern, and W. Visser, “SE

- 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering,” *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 48, no. 11, pp. 106–109, 2015.
- [3] S. Matalonga, G. Mousques, and A. Bia, “Deploying Team-Based Learning at Undergraduate Software Engineering Courses,” in *2017 IEEE/ACM 1st International Workshop on Software Engineering Curricula for Millennials (SECM)*, 2017, pp. 9–15.
- [4] Project Management Institute, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*. 2013.
- [5] S. . W. W. Dörner Ralf; Gobel, *Serious games : foundations, concepts and practice*. Switzerland: Springer, 2016.
- [6] J. E. N. Lino, M. A. Paludo, F. V. Binder, S. Reinehr, and A. Malucelli, “Project management game 2D (PMG-2D): A serious game to assist software project managers training,” in *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2015, pp. 1–8.
- [7] C. G. Von Wangenheim, R. Savi, and A. F. Borgatto, “DELIVER! - An educational game for teaching Earned Value Management in computing courses,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 54, no. 3, pp. 286–298, 2012.
- [8] A. Diniz De Souza, R. Duarte Seabra, J. Marinho Ribeiro, and L. E. Da S. Rodrigues, “SCRUMI: A Board Serious Virtual Game for Teaching the SCRUM Framework,” in *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)*, 2017, pp. 319–321.
- [9] G. Petri and C. Gresse von Wangenheim, “How games for computing education are evaluated? A systematic literature review,” *Comput. Educ.*, vol. 107, pp. 68–90, Apr. 2017.
- [10] K. Jones, *Simulations : a handbook for teachers and trainers*. London New York: Kogan Page Nichols Pub. Co, 1987.
- [11] C. Caulfield, J. C. Xia, D. Veal, and S. Paul Maj, “A systematic survey of games used for software engineering education,” *Mod. Appl. Sci.*, vol. 5, no. 6, pp. 28–43, 2011.
- [12] B. Bloom, “Bloom ’ s Taxonomy,” *ReVision*, pp. 1–6, 2001.
- [13] A. Calderon, M. Ruiz, and E. Orta, “Integrating Serious Games as Learning Resources in a Software Project Management Course: The Case of ProDec,” in *2017 IEEE/ACM 1st International Workshop on Software Engineering Curricula for Millennials (SECM)*, 2017, pp. 21–27.
- [14] M.-L. Sánchez-Gordón, R. V O’Connor, R. Colomo-Palacios, and S. Sanchez-Gordon, “A Learning Tool for the ISO/IEC 29110 Standard: Understanding the Project Management of Basic Profile,” in *Software Process Improvement and Capability Determination: 16th International Conference, SPICE 2016, Dublin, Ireland, June 9-10, 2016, Proceedings*, P. M. Clarke, R. V O’Connor, T. Rout, and A. Dorling, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 270–283.
- [15] A. Calderón and M. Ruiz, “A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management,” *Comput. Educ.*, vol. 87, pp. 396–422, Sep. 2015.

- [16] E. O. Navarro and A. van der Hoek, "Comprehensive Evaluation of an Educational Software Engineering Simulation Environment," in *20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07)*, 2007, pp. 195–202.
- [17] C. G. von Wangenheim, J. C. R. Hauck, and A. von Wangenheim, "Enhancing Open Source Software in Alignment with CMMI-DEV," *IEEE Softw.*, vol. 26, no. 2, pp. 59–67, Mar. 2009.
- [18] R. Q. Gonçalves, A. Pereira, and C. G. von Wangenheim, "Supporting Time Planning Aligned with CMMIDEV and PMBOK," in *Seventh International Conference on Software Engineering Advances*, 2012.
- [19] R. Q. Gonçalves, E. de F. Kühkamp, and C. Gresse von Wangenheim, "Enhancing DotProject to Support Risk Management Aligned with PMBOK in the Context of SMEs," *Int. J. Inf. Technol. Proj. Manag.*, vol. 6, no. 2, pp. 40–60, Apr. 2015.
- [20] D. D. Wu and D. L. Olson, "Computational simulation and risk analysis: An introduction of state of the art research," *Math. Comput. Model.*, vol. 58, no. 9–10, pp. 1581–1587, Nov. 2013.
- [21] PMI Chapter Brazil, "PMI survey," 2014. .
- [22] L. B. Christensen, R. B. Johnson, and L. A. Turner, "Research Methods, Design, and Analysis," *Araştırma Yöntemleri Desen ve Anal.*, p. 560, 2010.