Como o Uso de Ferramentas de Gerenciamento de Projetos é Ensinado em Cursos Superiores de Computação: Um Panorama das Instituições de Ensino Brasileiras

How the usage of Project Management Tools is taught in Superior Computer Courses: A Panorama of Brazilian Educational Institutions

Rafael Queiroz Gonçalves

Departamento de Informática e Estatística
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC
Florianópolis, Brasil
rafael.queiroz@posgrad.ufsc.br

Christiane Gresse von Wangenheim

Departamento de Informática e Estatística
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC
Florianópolis, Brasil
c.wangenheim@ufsc.br

Resumo *Devido à complexidade dos projetos de software contemporâneos, o Gerenciamento de Projetos (GP) é impraticável sem o apoio de ferramentas de software. Assim, o uso destas ferramentas também precisa ser abordado no ensino de GP em cursos superiores de computação. Mesmo existindo bastante literatura sobre o ensino de GP em geral – principalmente do ensino de conceitos e métodos, não se encontra muita informação sobre como ensinar o uso destas ferramentas. Com o propósito de compreender como atualmente esta competência é ensinada, a presente pesquisa busca caracterizar o ensino das ferramentas de GP nos cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras. Para isto, foi conduzido um survey com objetivo de identificar: (a) quais ferramentas de gerenciamento de projetos são ensinadas; (b) como são definidas as unidades instrucionais; e (c) como são avaliadas. Foram convidados 590 professores de disciplinas de GP e engenharia de software no Brasil, e obtidas 92 respostas. Os dados coletados são sintetizados e apresentados, mostrando um panorama da situação atual nas instituições de ensino brasileiras. Os resultados podem ser aproveitados por professores da engenharia de software em relação às suas disciplinas, e também por pesquisadores, apontando oportunidades para melhorar o ensino deste conteúdo de forma mais eficaz e eficiente.*

Palavras-Chave: Gerenciamento de projetos; ferramenta de gerenciamento de projetos; PMBOK; Survey; Ensino; Educação.

Abstract *The Project Management of a contemporary software project is impractical without the support of a Project Management tool. Thus, the usage of these tools has to be addressed in superior computer courses. Even existing a wide literature about project management – mainly regarding concepts and methods, it is not found many information related to the teaching of the usage of these tools. Aiming to understand how this competency is been taught, this research aims to characterize the teaching of the usage of these tools in superior computer courses in Brazilian educational institutions. Hence, it was carried out a survey to identify: (a) Which project management tools are been taught; (b) how the instructional units are been defined; and (c) how they are evaluated. We have invited 590 teachers of Project Management and Software Engineering disciplines, and obtained 92 responses. The collected data are synthetized, presenting the panorama of Brazilian educational institutions. The results may be useful for teachers in their disciplines and also for researches, pointing out the improvement opportunities for teaching this content more efficiently.*

Keywords: Project Management; project management tools; PMBOK; Survey; Teaching; Learning.

1 Introdução

O gerenciamento de projetos (GP) é uma área crítica para organizações no setor de software. Entretanto, uma quantidade significativa de projetos ainda fracassa devido à falta de um processo de GP apropriado [1]. Entre as consequências da falta deste processo estão: perda de prazos, custos acima do orçamento, falta de cobertura de escopo, etc. [1, 2]. Para melhorar esta situação o GP faz uso de conhecimentos, habilidades e ferramentas para atender aos objetivos de um projeto [3], entendido como um esforço temporário empregado para atender um resultado singular. Na prática, a adoção de um processo de GP pode ser facilitada pelo uso de uma ferramenta de GP [4]. Este é um software que suporta o processo de GP, ou uma parte particular deste processo [5, 6]. Suas funcionalidades tipicamente incluem suporte para o desenvolvimento de cronograma, alocação de recursos, monitoramento e controle do desempenho do projeto, etc. Devido à importância da adoção de um processo de GP na prática, identifica-se também a importância de ensinar o uso de ferramentas de GP na formação de profissionais [5, 7, 8]. O ensino de GP deve preparar os alunos no desenvolvimento de competências [9], que incluem o conhecimento teórico de GP, além de conhecimentos gerais sobre administração, ambiente e área de aplicação do projeto, e habilidades interpessoais [3]. Entre estas competências está o uso de ferramentas de GP [4, 5].

Porém, na prática observa-se uma falta de preparação adequada de profissionais na área de GP [5]. Esta situação se agrava ainda mais considerando que muitos gerentes de projetos são oriundos do quadro técnico das organizações [7]. E segundo as orientações do currículo da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para os cursos de Ciência da Computação [10], muitos cursos superiores de computação não abordam de forma suficiente esta área de conhecimento.

Isto demonstra que a carência no ensino em GP é uma das causas dos problemas relacionados à ampla falta de adoção do GP na prática. Outras pesquisas também identificam o ensino de GP está entre os mais importantes do ponto de vista de egressos de cursos de computação [7]. Esta importância também se reflete nas recomendações da ACM/IEEE para os currículos de cursos de computação, incluindo explicitamente este conhecimento como conteúdo programado [11].

Pesquisas anteriores relatam experiências sobre como o ensino do uso de ferramentas de GP pode ser realizado em cursos superiores de computação [5, 12]. Mas, especificamente no contexto de instituições de ensino brasileiras, tais pesquisas não são encontradas. De forma mais ampla, algumas pesquisas já foram realizadas para caracterizar o ensino de Engenharia de Software (ES) no cenário brasileiro [13, 14]. Estas realizaram *surveys*, que sob o ponto de vista de professores, buscaram identificar problemas, soluções e desafios existentes na educação de ES no Brasil. Porém, não foram relatadas práticas sobre o ensino de ferramentas de GP.

Neste sentido, a contribuição desta pesquisa é a caracterização da situação atual do ensino de GP – especificamente das ferramentas de GP - em cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras. Os resultados foram obtidos

por meio de um *survey*, e podem ser utilizados por professores que queiram conhecer as diferentes ferramentas de GP adotadas, assim como as estratégias instrucionais utilizadas. E com base na discussão apresentada, evidenciam-se possibilidades para ampliar e melhorar a qualidade do ensino desta competência.

2 Fundamentação Teórica

Nesta seção são apresentados os principais conceitos relacionados ao GP, às ferramentas de GP, e seu ensino nos cursos superiores de computação. O entendimento sobre estes assuntos são essenciais para compressão da definição do *survey*, e da análise e discussão dos resultados apresentados nas seções subsequentes.

2.1 Gerenciamento de projetos

O GP direciona as atividades e os recursos dos projetos para atender aos seus objetivos [3], desde a iniciação do projeto até seu encerramento (Figura 1).

Figura 1: Grupos de processo de GP [3].

Ortogonalmente a estes grupos de processos, o GP aborda várias áreas de conhecimento (Tabela 1).

Área de conhecimento	Processos para:
Integração	Identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os processos e as atividades de GP.
Escopo	Garantir que o projeto abranja todo o trabalho para atender aos seus requisitos.
Tempo	Planejar, monitorar, e controlar as atividades que serão executadas no projeto para este encerrar dentro do prazo.
Custo	Planejar, estimar, e controlar os custos do projeto, para este encerrar dentro do orçamento aprovado.
Qualidade	Definir as responsabilidades, objetivos, e políticas de qualidade para o projeto atender as necessidades que o motivaram.
Recursos Humanos	Organizar e gerenciar a equipe do projeto.
Comunicação	Garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, e recuperação das informações do projeto.
Riscos	Identificar, monitorar, e controlar os riscos do projeto.
Aquisições	Comprar ou contratar produtos, serviços, ou outros recursos que não estejam disponíveis nos recursos internos do projeto.
Stakeholder	Identificar e gerenciar os <i>stakeholders</i> e suas expectativas.

Tabela 1: Áreas de Conhecimento do GP [3].

No contexto do presente trabalho, o processo de GP refere-se exclusivamente ao definido pelo PMBOK [3], que é a principal referência na área e amplamente aceita mundialmente

[15].

A aplicação do processo de GP é auxiliada pela utilização de ferramentas de GP, que fazem uso da tecnologia para suportar o processo de GP ou uma parte deste processo. Este suporte pode semi-automatizar algumas atividades do processo de GP, como reuniões de *status* do projeto, por exemplo, enviando lembretes aos participantes, fornecendo formulários *online* para a documentação das atas, e facilitando o preenchimento manual destes artefatos pelos envolvidos [6]. Enquanto outras atividades do processo de GP podem até ser completamente automatizadas, por exemplo, o cálculo do valor total do projeto, a identificação do caminho crítico ou de recursos superalocados [5, 16].

2.2 Ferramentas de GP

Realizar o processo de GP pode ser bastante complexo e demandar muitos recursos de uma organização. Para auxiliar sua execução, recentemente tem sido desenvolvidas diversas ferramentas de GP. Exemplos de ferramentas são: MS-Project (microsoft.com/project), Primavera (oracle.com/primavera), DotProject (dotproject.net), Project.net (project.net), etc. [4, 17].

Entretanto, devido à grande diversidade de ferramentas existentes, as funcionalidades e características destas ferramentas são bastante heterogêneas [17, 18]. As funcionalidades suportadas, por exemplo, podem cobrir todo o processo de GP, apenas uma área de conhecimento do GP, ou ainda de forma mais específica, apenas algumas atividades, como o registro de horas trabalhadas [12, 18]. As funcionalidades suportadas têm grande influência no uso destas ferramentas para o ensino, pois podem restringir o conteúdo ensinado às funcionalidades suportadas.

Além das funcionalidades, outras características destas ferramentas também podem influenciar na escolha da ferramenta a ser adotada para o ensino. Isto porque de acordo com suas características podem ser exigidas especificidades no ambiente computacional, além de necessidades financeiras. Entre as características mais relevantes estão: disponibilidade, plataforma, e propósito de uso.

A disponibilidade das ferramentas pode ser proprietária (exige licenciamento ou aquisição, e mantida exclusivamente por uma organização) ou *open-source* (uso gratuito e mantida pela comunidade de usuários). As ferramentas proprietárias podem ser acessíveis apenas para algumas instituições de ensino dispostas a realizar a aquisição, enquanto outras podem preferir a adoção de soluções *open-source*.

Em termos de plataforma existem ferramentas *stand-alone* (monousuário e acessada via *desktop*) ou *web-based* (multiusuário e acessada via navegador *web*). Na prática, para acompanhar todo o processo de GP de forma efetiva as ferramentas precisam ser *web-based*, promovendo o trabalho colaborativo e o compartilhamento de informações [6]. Assim, o ensino destas prepara melhor o aluno para o mercado de trabalho [5]. Porém, a adoção de ferramentas *web-based* para o ensino demanda que esta seja instalada em um servidor *web* compatível com as especificações da ferramenta e que os alunos tenham acesso à internet.

Além das ferramentas de GP com propósito de uso geral (e.g. MS-Project ou dotProject), com foco no uso cotidiano e profissional, existem também ferramentas de GP educacionais, cujo foco é no aprendizado dos alunos. As ferramentas de GP educacionais incluem aspectos didáticos, como instruções sobre o uso das funcionalidades ou simulações para propiciar cenários que facilitem a aplicação de técnicas de GP específicas. Exemplos de ferramentas de GP educacionais são RESCON (<http://feb.kuleuven.be/rescon/>), ProMES (<http://kkir.simor.ntua.gr/promes.html>), e PpcProject (<https://code.google.com/p/ppcproject/>) [12].

2.3 Ensino de ferramentas de GP

O uso de ferramentas de GP é uma das competências que devem ser desenvolvidas por alunos que estudam GP nos cursos superiores de computação [11]. Desta forma precisa-se definir Unidades Instrucionais (UIs) para o ensino desta competência [19]. Uma UI é entendida como uma série de atividades ou exercícios realizados em torno de um objetivo educacional, organizados em uma sequência lógica, apresentando ao instrutor uma visão concisa do conteúdo e dos materiais que serão utilizados [19, 20]. Para assegurar que uma UI seja eficaz, eficiente e motivadora, esta deve ser cuidadosamente preparada e avaliada seguindo um processo de *Design Instrucional*, como por exemplo, ADDIE [21].

Neste contexto, a necessidade de aprendizagem indica que os alunos precisam saber como utilizar as ferramentas de GP para apoiar a execução do processo de GP relacionado a todas as áreas de conhecimento do GP. Para isto são definidos objetivos de aprendizagem [11], tais como: identificar os papéis necessários em uma equipe de projeto; utilizar métodos para estimar o esforço para realização de atividades; utilizar técnicas de estimativas de custos; compreender as diferentes categorias de riscos em projetos de software; identificar os riscos que podem impactar no plano do projeto; etc. Estes objetivos de aprendizagem indicam que esta competência deve ser ensinada principalmente até o nível de aplicação do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom [22], que se refere à habilidade do aluno aplicar o conhecimento em situações concretas.

Para ensinar os objetivos de aprendizagem podem ser utilizadas diferentes estratégias instrucionais [19]. Estas estratégias podem utilizar métodos como instrução direta (e.g. aulas expositivas) ou aprendizagem experiencial (e.g. uso das ferramentas de GP pelos alunos). A aplicação destes métodos pode necessitar do apoio de materiais instrucionais, por exemplo, ferramentas de GP, recursos de software e hardware, slides, apostilas, etc.

Parte da estratégia instrucional inclui a definição de como é avaliado o grau da aprendizagem pelos alunos. A avaliação pode ser formativa, quando ocorre durante a UI e busca diagnosticar o atendimento de objetivos de aprendizagem específicos, ou somativa, quando realizada ao final da UI com objetivo de verificar o desenvolvimento da competência como um todo [21]. Instrumentos para realizar a avaliação podem incluir: trabalhos práticos com uma ferramenta da GP, trabalhos de pesquisa, provas escritas, etc.

A aplicação da UI envolve a preparação do ambiente de aprendizagem. Isto pode incluir, por exemplo, a configuração

do ambiente computacional para o uso das ferramentas de GP, a instalação destas ferramentas, ou a criação de contas de acesso para os alunos.

Ao desenvolver e aplicar uma UI, é importante avaliar sua qualidade. O objetivo da avaliação da UI pode focar em diferentes aspectos, como a aprendizagem dos alunos, a motivação ou experiência do usuário proporcionada pela UI [23]. Estes objetivos ainda podem assumir diferentes níveis, desde a reação dos alunos à UI, até a avaliação do resultado da UI nas atividades profissionais [24]. Existem diferentes métodos de pesquisa para condução da avaliação, variando de observações informais, estudos de caso ou até experimentos formais [25, 26]. Ao concluir a avaliação, além de identificar se os objetivos da avaliação foram atendidos, podem ser identificados pontos de melhoria para novas aplicações da UI.

3 Metodologia de Pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é analisar como é ensinado o uso de ferramentas de GP atualmente nos cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras.

Para atingir este objetivo é realizado um *survey*, que possibilita expor um número grande de indivíduos a um mesmo conjunto de questões. Outras vantagens deste método são a uniformidade das respostas, o anonimato dos participantes, além de não precisar ser realizado presencialmente [25]. Para realização deste *survey* seguiu-se um processo sistemático (Figura 2) com base no método definido por Kasunic [27] e apoiado na abordagem GQM (*Goal Question Metric*) [28], que auxilia na definição do objetivo da pesquisa, na derivação deste em questões de análise e métricas, e na análise e interpretação dos resultados.

Figura 2: Processo para realização do survey [27, 28].

Na etapa de **definição** é identificado o objetivo da pesquisa seguindo a abordagem GQM. Em seguida o público-alvo é caracterizado e a amostragem planejada. A seleção dos indivíduos é realizada por buscas em páginas *web* de comitês de programa dos principais eventos de ES brasileiros (SBES, FEES, SBQS, etc.), página *web* de instituições de ensino (e.g.

página dos docentes de um determinado curso ou página pessoal dos professores), comitês de *chapters* brasileiros do *Project Management Institute* (PMI), e pela base de currículos LATTES. A seleção dos indivíduos segue uma amostra não probabilística, pois é necessário julgar sobre a participação de cada indivíduo [26, 27]. São selecionados apenas os indivíduos que explicitamente indicam lecionar disciplinas de ES ou GP em cursos superiores de computação.

Em seguida a abordagem GQM é utilizada para derivação das questões de análise e métricas [28]. A coleta dos dados é operacionalizada pelo desenvolvimento de um questionário, representando cada métrica por um ou mais itens do questionário. A versão inicial do questionário foi testada em um pequeno piloto. O questionário foi disponibilizado *online* usando a ferramenta LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org>), e os testes piloto avaliaram suas funcionalidades para *backup* e análise de dados.

Na etapa de **execução** o convite foi distribuído a todos os indivíduos selecionados via *e-mail*, entre os meses de dezembro de 2014 a março de 2015. Ao todo foram convidados 590 professores, dos quais 92 responderam ao questionário, obtendo uma taxa de participação de 15,59%.

Na etapa de análise e interpretação os dados são analisados. A síntese dos dados é realizada por análise estatística, utilizando as técnicas de agrupamento de classes e frequência acumulada, assim como medidas de percentual, mediana e moda. Todas as informações sobre as ferramentas de GP e UIs são extraídas exclusivamente das respostas coletadas. A análise dos dados é guiada pela decomposição do GQM, respondendo as questões de análise com base nos dados coletados referente às métricas definidas.

4 Definição do Survey

O objetivo da presente pesquisa é: “analisar o ensino de ferramentas de GP com propósito de caracterizar o “estado da prática” com respeito às ferramentas de GP, estratégias instrucionais, e métodos de avaliação sob o ponto de vista de professores de GP e ES no contexto de cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras.”.

O público-alvo do *survey* são professores de disciplinas de GP e ES em cursos superiores de computação. No contexto desta pesquisa, entende-se curso superior de computação como qualquer curso de graduação ou pós-graduação, incluindo Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Sistemas de Informação, Análise de Sistemas, entre outros. Os indivíduos foram pesquisados, e aqueles que se enquadraram no público-alvo tiveram seu *e-mail* registrado.

O plano GQM (Tabela 2) apresenta as questões de análise (QA), as métricas, e os itens do questionário com suas escalas de resposta, utilizados para instrumentalização da coleta de dados.

Objetivo: Analisar o ensino de ferramentas de GP com propósito de caracterizar o “estado da prática” com respeito às ferramentas de GP, estratégias instrucionais, e métodos de avaliação sob o ponto de vista de professores de GP e ES no contexto de cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras.

Métrica	Item do questionário	Escala
QA1: Quais ferramentas de GP são ensinadas em cursos superiores de computação?		
QA1.M1. Frequência acumulada em que as ferramentas de GP são utilizadas no ensino.	Você ensina qual(uais) ferramenta(s) de GP nesta disciplina?	Gantt Project; MS-Project (stand-alone/desktop); MS-Project Server; Open-proj; DotProject; Oracle Primavera; Outra(s).
	Por que motivo(s) você ensina esta(s) ferramenta(s)?	Já está instalada nos laboratórios da universidade; Facilidade de instalação; Pelas funcionalidades suportadas; Outro(s).
Questões subjetivas	Quais os pontos fortes que você percebe utilizando esta ferramenta para ensinar ferramentas de GP?	Questão aberta.
	Quais os pontos fracos que você percebe utilizando esta ferramenta para ensinar ferramentas de GP?	Questão aberta.
QA2: Quais estratégias instrucionais são utilizadas para ensinar ferramentas de GP em cursos superiores de computação?		
QA2.M1. Frequência acumulada dos objetivos de aprendizagem das UIs.	Quais os objetivos de aprendizagem da UI?	Questão aberta.
	Indique as áreas de conhecimento (conteúdo) que são abordadas no ensino da ferramenta de GP ensinada em cada grupo de processo.	Áreas de conhecimento x grupos de processo (matriz contendo todas as opções de intersecção).
	Qual(uais) níveis de aprendizagem a(s) ferramenta(s) de GP são ensinados referentes ao domínio cognitivo (conhecimento) seguindo a taxonomia do Bloom?	Conhecimento; Compreensão; Aplicação; Análise; Síntese; Avaliação [22].
	Qual(uais) níveis de aprendizagem a(s) ferramenta(s) de GP são ensinados referentes ao domínio psicomotor (habilidades) seguindo a taxonomia do Bloom?	Naturalização; Articulação; Precisão; Manipulação; Imitação [22].
	Qual(uais) níveis de aprendizagem a(s) ferramenta(s) de GP são ensinados referentes ao domínio afetivo (atitudes) seguindo a taxonomia do Bloom?	Internalização de valores; Organização; Valorização; Resposta; Recepção [22].
QA2.M2. Frequência acumulada em que as estratégias instrucionais são utilizadas.	Descreva brevemente como você ensina a ferramenta de GP?	Questão aberta.
	Qual(Quais) método (s) instrucional(instrucionais) você usa para ensinar a ferramenta de GP?	Instrução direta; Instrução indireta; Instrução Interativa; Estudo Independente; Aprendizagem Experiencial.
	Qual a carga horária dedicada ao ensino de ferramentas de GP dentro da disciplina?	0 a 2 horas/aula; 2 a 4 horas/aula; 5 a 10 horas/aula; 10 a 15 horas/aula; 15 a 20 horas/aula; Mais de 20 horas/aula; Não é definida a carga horária para o ensino de ferramentas de GP.
	Quais são os pré-requisitos necessários para aprender a ferramenta de GP?	Não há pré-requisitos; Ter cursado a disciplina de ES; Ter assistido às aulas teóricas sobre GP alinhado ao PMBOK; Outro(s).
	Qual(uais) material(materiais) de suporte você utiliza para ensinar a ferramenta de GP?	Plano de aula; Apostila; Listas de exercícios; Slides; Livros; Vídeo aula; Jogos; Outro(s).
	Em que momento da disciplina você ensina a ferramenta de GP?	Logo no início da disciplina; Após aula(s) teórica(s) sobre GP; Intercalando entre aulas teóricas de GP e a ferramenta de GP; Outro.
	Você define algum tema para os projetos realizados com a ferramenta de GP?	Tema livre; Sistema computacional; Próximas férias; Festa de aniversário; Não é realizado nenhum projeto com a ferramenta de GP.
	Como você avalia os alunos quanto à aprendizagem sobre a ferramenta de GP?	Provas de múltipla escolha; Provas dissertativas; Trabalhos práticos utilizando a ferramenta de GP; Trabalhos de pesquisa sobre um tema referente às ferramentas de GP; Não avalio a aprendizagem dos alunos sobre a ferramenta de GP.
	Foi você que desenvolveu sua UI, ou segue alguma pré-definida?	Sim, eu que desenvolvi minha própria UI; Não, sigo uma UI já existente; Não, sigo uma UI já existente, mas adaptei para disciplina que leciono.
QA3: Como a qualidade das UIs é avaliada?		
QA3.M1. Frequência acumulada dos objetivos de avaliação das UIs.	Quais foram os objetivos da avaliação da UI?	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno; Avaliar a motivação estimulada pela UI; Avaliar a experiência do usuário percebida durante a UI; Não defini objetivos de avaliação para UI [23].
QA3.M2. Frequência acumulada dos métodos utili-	Em algum momento você já avaliou a qualidade da UI que você ensina? Neste caso como foi avaliado?	Nunca avaliei a UI; <i>ad-hoc</i> (observando informalmente a reação dos alunos); Estudo de caso (definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas sem grupo de controle); Experimento (definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas com grupo de controle

zados para avaliar as UIs.		usando outro tipo de UI).
	Em quantas turmas você aplicou esta UI para o ensino de ferramenta de GP?	De 1 a 5 turmas; De 6 a 10 turmas; De 11 a 20 turmas; De 21 e 40 turmas; Mais de 41 turmas.
	Quais foram os instrumentos de coleta de dados da avaliação?	Observação; Questionário; Entrevista; Prova escrita; Não coletei dados para avaliação da UI.
Questões subjetivas	Quais os pontos fortes que você percebe utilizando esta UI para ensinar ferramentas de GP?	Questão aberta.
	Quais os pontos fracos que você percebe utilizando esta UI para ensinar ferramentas de GP?	Questão aberta.

Tabela 2: Plano GQM.

O questionário também inclui questões para coletar informações demográficas, como dados da instituição de ensino, curso, disciplina, e quantidade de alunos nas turmas. Além disto, para facilitar a compressão dos participantes, o questionário inclui explicações para os termos conceituais utilizados, tais como, UI e taxonomia de Bloom.

5 Análise dos dados

A análise dos dados coletados¹ é apresentada em quatro partes, primeiramente são analisados os dados demográficos dos participantes, e em seguida é apresentada a análise dos dados para responder cada questão de análise.

5.1 Demográficos

O *survey* envolveu instituições de ensino de diversas regiões do país, incluindo o setor público (24 respostas) e privado (15 respostas). Recebemos um maior número de respostas referente à UIs ensinadas em cursos de graduação (32 respostas), do que cursos de pós-graduação (7 respostas). Em relação às disciplinas, observa-se uma maior concentração em disciplinas específicas de GP (29 respostas) do que em disciplinas de ES (10 respostas).

O que se destaca é que das 92 respostas recebidas, 53 indicaram explicitamente que não ensinam o uso de ferramentas de GP. Embora, em muitos destes casos confirmaram lecionar disciplinas onde o uso destas ferramentas é exigido dos alunos. Nestas situações, tipicamente, os alunos têm liberdade de escolher uma ferramenta de GP de sua preferência, mas devem aprender a utilizá-la por estudo independente.

5.2 QA1: Quais ferramentas de GP são ensinadas em cursos superiores de computação?

As principais ferramentas utilizadas no ensino de GP identificadas pelo *survey* são MS-Project, GanttProject, Open-proj e dotProject (Figura 3). Além disto, outras ferramentas foram citadas somente uma única vez (somadas na categoria “outras”), sendo estas: GP3 (gp3.com.br), Artia (artia.com), Planner (wiki.gnome.org/Planner), Gantter (gantter.com), WebProject (webproject.org), Redmine (redmine.org), e ProjectLibre (projectlibre.org).

Figura 3: Uso das ferramentas de GP nas UIs.

Para ter uma melhor compreensão destas ferramentas de GP, foram coletados dados sobre sua utilização no ensino. Entre estas informações está a classificação das ferramentas em termos de disponibilidade, plataforma, e propósito, assim como os pontos fortes e fracos que motivaram sua adoção. Estas informações são apresentadas na Tabela 3, com exceção das ferramentas de GP agrupadas na classe “Outras” devido à falta de informações fornecidas.

¹ Os dados completos coletados pelo *survey* podem ser acessados no endereço: http://dp.telemedicina.ufsc.br/respostas_survey_ensino_ferramentas_de_GP.xls

Ferramenta	Classificações	Motivos da adoção da ferramenta	Pontos fortes para o ensino	Pontos fracos para o ensino	Screenshot
MS-Project (desktop)	Proprietária, desktop, uso geral.	Facilidade de instalação, facilidade de uso, disponibilidade nos laboratórios da instituição de ensino, e funcionalidades suportadas.	-Acompanhamento do cronograma e atividades do projeto. -Facilita o entendimento dos alunos em relação a diagramas de rede e gráficos de Gantt. -Uso intensivo no mercado. -Familiaridade dos alunos com o ambiente MS-Office.	-Inflexibilidade de personalização na visualização do andamento das atividades. -Fracá integração da área de gerenciamento de tempo com as áreas de gerenciamento de riscos e de RH. -Ser <i>stand-alone</i> . -Carência de funcionalidades -Falta de cobertura ao PMBOK.
GanttProject	Open-source, desktop, uso geral.	Facilidade de instalação, disponibilidade nos laboratórios da instituição de ensino, e ser <i>open-source</i> .	-Facilidade de uso. -Estabelecida no mercado.	-Poucas funcionalidades em comparação as ferramentas proprietárias. -Bugs existentes.
Open-proj	Open-source, desktop, uso geral.	Funcionalidades suportadas, facilidade de instalação, e ser <i>open-source</i> .	-Acompanhamento do cronograma e atividades do projeto. -Cadastro de RH e visualização da distribuição dos RH nas atividades. -Suporte similar ao de ferramentas proprietárias. -Possibilidade de evolução das funcionalidades da ferramenta.	-Inflexibilidade de personalização na visualização do andamento das atividades. -Falta suporte ao gerenciamento de custos, e a simulação de custos e tempo.
dotProject	Open-source, web-based, uso geral.	Funcionalidades suportadas e ser <i>open-source</i> .	-Ser <i>web-based</i> . -Cobertura ao PMBOK. -Ampla visibilidade das informações do projeto. -Relatórios gerenciais e de fácil acompanhamento. -Possibilidade de evolução das funcionalidades da ferramenta. -Estabelecida no mercado.	-Problemas de usabilidade. -Falta de integração com outras ferramentas.

Tabela 3: Principais ferramentas de GP utilizadas nas UIs (QA1).

A ferramenta MS-Project se mostrou a mais utilizada no ensino. Dentre os principais motivos para sua adoção foram destacadas a sua grande popularidade e intenso uso no mercado de trabalho. Outros fatores são sua facilidade de instalação ou porque frequentemente está instalada nos laboratórios da instituição de ensino. Os professores também destacaram que a familiaridade dos alunos com o ambiente MS-Office facilita a aceitação da ferramenta. Mas, mesmo com estas motivações, muitos professores apontaram pontos fracos no ensino da ferramenta. Entre eles se destacam a carência de funcionalidades para diversas áreas de conhecimento do GP, e a dificuldade do compartilhamento das informações e do trabalho em equipe devido à plataforma *stand alone*.

As ferramentas GanttProject e OpenProj também se mostraram muito utilizadas, principalmente por serem *open-source* e de fácil instalação. Entre seus pontos fracos está o conjunto de funcionalidades limitadas que reduz a cobertura do ensino das áreas de conhecimento de GP. Isto ainda é agravado por *bugs* presentes em algumas funcionalidades. A realização de trabalhos em equipe é dificultada pelas restrições da plataforma *stand-alone*.

Outra ferramenta utilizada é o dotProject, sendo adotada principalmente pelas suas funcionalidades que oferecem su-

porte à diversas áreas de conhecimento do GP. Além disto, o dotProject é *open-source* e *web-based*, o que facilita a realização de trabalhos em equipe, aproximando os alunos do cenário propício de ambientes corporativos. O ponto fraco desta ferramenta são seus problemas de usabilidade.

Algo evidenciado pelo *survey* é que a ferramenta Oracle Primavera apesar de ser considerada uma das mais utilizadas no mercado [4], não foi citada por nenhum participante da pesquisa.

5.3 QA2: Quais estratégias instrucionais são utilizadas para ensinar ferramentas de GP em cursos superiores de computação?

Diversas estratégias instrucionais foram reportadas. Ao analisá-las, observaram-se três principais variações, apesar de existirem particularidades em cada estratégia. Na Tabela 4 são apresentados estes tipos de estratégias, e as características comuns às estratégias aderentes a cada tipo. As colunas relacionadas ao nível de aprendizagem da taxonomia de Bloom e carga horária foram sintetizadas pela mediana dos dados.

Tipo	Atividades instrucionais	Objetivo de aprendizagem	Grupos de processos GP abordados	Áreas de conhecimento de GP abordadas	Nível de aprendizagem nos domínios da taxonomia de Bloom [20]	Método de avaliação dos alunos	Carga horária (horas/aula)	Quantidade de UIs reportadas no survey
E1	Desenvolver um produto de software utilizando uma ferramenta de GP para apoiar a execução de todos os grupos de processo do GP. Nesta atividade utiliza-se a ferramenta de GP e uma ferramenta de programação.	Após as aulas sobre o uso de uma ferramenta de GP os alunos devem conhecer os processos de GP para planejar e monitorar um projeto, e utilizar uma ferramenta de GP para executar estes processos.	Iniciação, planejamento, execução, monitoramento & controle, encerramento.	Escopo, integração, custos, tempo, RH.	Cognitivo: Análise. Psicomotor: Articulação. Afetivo: Valorização.	Trabalho prático	10 a 20	8
E2	Os alunos utilizam uma ferramenta de GP para criar e planejar um projeto, de maneira geral com tema livre. Nesta atividade utiliza-se apenas uma ferramenta de GP.	Após as aulas sobre o uso de uma ferramenta de GP os alunos devem conhecer as diversas opções de ferramentas de GP, e utilizar suas funcionalidades para criar e planejar um projeto.	Iniciação, planejamento	Escopo, tempo, RH, custos.	Cognitivo: Análise. Psicomotor: Articulação. Afetivo: Valorização.	Trabalho prático	5 a 10	13
E3	Inserir na ferramenta de GP as informações de um projeto de exemplo disponibilizado pelo professor, assim executando as funcionalidades da ferramenta de GP.	Após as aulas sobre o uso de uma ferramenta de GP os alunos devem correlacionar os conceitos teóricos de GP com as funcionalidades suportadas por uma ferramenta de GP.	Planejamento, monitoramento & controle.	Tempo, RH, custos.	Cognitivo: Avaliação. Psicomotor: Articulação. Afetivo: Organização.	Prova discursiva	2 a 4	16

Tabela 4: Estratégias instrucionais típicas no ensino de ferramentas de GP (QA2).

Em relação ao conteúdo, a estratégia que envolve o desenvolvimento de um produto de software abrange todos os grupos de processo. Ela aborda as áreas de conhecimento de integração, escopo, tempo, RH e custos. Entretanto, foram observadas diversas variações entre as UIs que seguem esta estratégia, as quais abordam áreas de conhecimento específicas, como, comunicação (3 UIs), riscos (2 UIs), *stakeholders* (5 UIs) e aquisições (2 UIs). Já a estratégia que envolve o desenvolvimento de um plano de projeto é focada nos grupos de processos de iniciação e planejamento. E a estratégia em que os alunos reproduzem as funcionalidades demonstradas pelo professor aborda os grupos de processos de planejamento e monitoramento & controle. Ambas são direcionadas para o ensino das áreas de conhecimento de escopo, tempo, RHs e custos.

Os níveis de aprendizagem de acordo com a taxonomia de Bloom foram coletados para identificar a profundidade em que o ensino está sendo realizado nos domínios cognitivos, psicomotor, e afetivo. Os dados para estas questões foram sintetizados pela mediana, e os valores obtidos foram bastante homogêneos entre as estratégias identificadas. No domínio cognitivo o nível de análise foi predominante. Para o domínio psicomotor todas as estratégias reportaram o nível de articulação. E no domínio afetivo a maioria das estratégias reportou o nível de valorização.

Todas as UIs reportaram utilizar o método instrucional de aprendizagem experiencial, ao envolver o uso de ferramentas de GP pelos alunos. Alguns casos também utilizaram o método de instrução direta, pela demonstração das funcionalidades das ferramentas pelo professor.

Em relação à carga-horária em geral se dedica entre 2 a 20 horas/aula para o ensino de ferramentas de GP. As estratégias com menor carga horária normalmente apenas expõem as funcionalidades das ferramentas de GP aos alunos. Já as com maior carga horária demandam que os alunos desenvolvam um projeto de software com apoio de uma ferramenta de GP.

Os materiais instrucionais mais utilizados são na respectiva ordem: slides, planos de aula, lista de exercícios, livros, e apostilas. Apenas casos isolados informaram utilizar materiais instrucionais como jogos educacionais ou vídeo aulas.

Quanto ao momento na disciplina em que as ferramentas de GP são ensinadas, observou-se que na maioria dos casos isto ocorre intercalando entre aulas teóricas sobre GP e aulas práticas para aplicação do conteúdo em ferramentas de GP. Outros informaram que realizam primeiramente todas as aulas teóricas, para apenas depois iniciar o ensino das ferramentas de GP.

Os métodos de avaliação dos alunos são na maioria trabalhos práticos utilizando uma ferramenta de GP. Em algumas UIs, a avaliação é complementada por provas discursivas. Nas estratégias que os alunos observam a demonstração das funcionalidades pelo professor, a avaliação é realizada por provas de questões discursivas e de múltipla escolha.

Ao analisar o desenvolvimento das UIs pelos professores, observou-se que a maioria dos professores desenvolvem suas próprias UIs. Aproximadamente um quarto indica utilizar UIs já desenvolvidas, mas que adaptaram para suas necessidades. Poucos registros indicaram o uso de UIs prontas, sem necessidade de ajustes. Pode-se observar também, que em geral faltam materiais instrucionais prontos para serem compartilhados, e assim viabilizar utilização de UIs já desenvolvidas.

5.4 QA3: Como a qualidade das UIs é avaliada?

Para responder esta questão de análise é preciso compreender quais aspectos das UIs foram avaliados (objetivos da avaliação), e como foram avaliados (métodos de avaliação). Para auxiliar nesta análise a Tabela 5 apresenta a síntese das avaliações reportadas, agrupadas pelo método de avaliação. As colunas do objetivo e instrumento de coleta de dados apresentam apenas o comum a todas as UIs do grupo. O tamanho da amostra apresenta a mediana dos dados coletados, e o nível da avaliação foi derivado dos objetivos reportados.

ID	Método de avaliação [26]	Objetivo da avaliação	Instrumento para coleta de dados [25]	Tamanho da amostra	Nível da avaliação [24]	Quantidade de UIs avaliadas pelo método
1	Nunca avaliou	Não foram definidos objetivos de avaliação para unidade instrucional.	Não são coletados dados para avaliação da unidade instrucional	De 1 a 5 turmas	-	14
2	<i>Ad-hoc</i> (observando informalmente a reação dos alunos)	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno quanto aos objetivos de aprendizagem definidos para o ensino de ferramentas de GP.	Observação	De 6 a 10 turmas	Reação	13
3	Estudo de caso (Definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas sem grupo de controle)	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno quanto aos objetivos de aprendizagem definidos para o ensino de ferramentas de GP.	Questionário Entrevista	De 11 a 20 turmas	Reação	2
4	Experimento (Definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas com grupo de controle usando outro tipo de unidade instrucional)	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno quanto aos objetivos de aprendizagem definidos para o ensino de ferramentas de GP.	Observação Questionário	De 11 a 20 turmas	Reação	4

Tabela 5: Resumo dos métodos da avaliação das UIs (QA3).

Grande parte das UIs nunca foi avaliada. Considerando as UIs que tiveram avaliação, observa-se que o objetivo da avaliação em todos os casos foi avaliar o grau de aprendizagem do aluno em relação aos objetivos de aprendizagem definidos para o ensino de ferramentas de GP. Apenas 8 UIs buscaram avaliar a experiência do usuário percebida durante a UI ou a motivação estimulada pela UI.

O método de avaliação na maior parte dos casos ocorreu de forma *ad-hoc*, observando informalmente a reação dos alunos. Foram poucos os casos (6 UIs) em que foram realizados métodos mais rigorosos, como estudos de caso ou experimentos.

A quantidade de turmas em que as UIs foram aplicadas, variam entre 1 e 20 turmas. Apenas uma UI em particular foi aplicada mais vezes. E os instrumentos para coleta de dados foram principalmente observação e questionários. Também foram utilizadas ferramentas de avaliação da própria instituição de ensino durante o período de avaliação institucional.

5.5 Pontos fortes e fracos das UIs

Para completar as informações do *survey* foram coletados dados referentes aos pontos fortes e fracos das UIs. Entre os pontos fortes foi ressaltado que o ensino das ferramentas de GP auxilia a aprendizagem e a motivação dos alunos na disciplina de GP. Isto devido à associação dos conceitos teóricos com seu uso prático. Outro consenso entre os professores é que estas UIs melhoram a preparação dos alunos para o mercado de trabalho.

Já os pontos fracos apontados incluem a carência de um monitor, pessoa responsável por auxiliar o professor nas aulas práticas. Este se faz necessário devido à dificuldade de atender todos os alunos no período curto de cada encontro. Outro ponto fraco é a falta de orçamento para aquisição de ferramentas de GP proprietárias.

6 Discussão

6.1 Ferramentas de GP ensinadas nos cursos superiores de computação

Com base nos resultados do *survey* é possível constatar que a ferramenta MS-Project atualmente é a mais utilizada para o ensino. Entretanto, observa-se que no geral a utilização de ferramentas *open-source* está presente na maioria das UIs. Apesar de três ferramentas *open-source* terem se destacado, evidencia-se o uso de uma grande variedade de ferramentas, o que demonstra a ausência de consenso quanto à ferramenta de GP mais adequada para o ensino.

O uso de ferramentas *stand alone* é predominante, o que é considerado um ponto fraco para o ensino. Isto

porque no ambiente corporativo é recomendado o uso de ferramentas *web-based*, que facilitam o trabalho cooperativo e compartilhamento de informações [6]. Também foi observado que todas as ferramentas de GP reportadas são de uso geral. Nenhuma UI reportou a utilização de ferramentas de GP com propósito educacional.

Assim, a principal lacuna identificada é a falta de utilização de aspectos didáticos nas ferramentas de GP, que poderiam facilitar a cobertura do conteúdo e a aprendizagem do uso das funcionalidades. Ainda, se faz necessário ensinar funcionalidades particulares da plataforma *web-based*, necessárias para muitas atividades profissionais. A identificação destas lacunas pode ser uma oportunidade para melhorar o ensino das ferramentas de GP nas instituições de ensino brasileiras.

6.2 Estratégias Instrucionais

Apesar da variedade de estratégias identificadas, todas apresentaram o mesmo objetivo de aprendizagem: após as aulas os alunos devem conhecer os processos de GP para iniciar, planejar e monitorar & controlar um projeto, e utilizar uma ferramenta de GP para executar estes processos.

O ensino deste objetivo tem sido realizado por meio de diferentes estratégias instrucionais. Algumas com maior carga horária e demandando o uso mais intenso da ferramenta, e outras com menor carga horária e uso mais superficial.

Em muitas das estratégias o professor em um ou mais encontros, demonstra as funcionalidades da ferramenta por aula expositiva. Em algumas destas estratégias os alunos observam passivamente a demonstração, enquanto em outras o método de aprendizagem experiencial é aplicado, pela reprodução das funcionalidades demonstradas em um projeto exemplo ou em um projeto definido pelos próprios alunos. Existem estratégias em que os alunos têm liberdade de escolher a ferramentas de GP a ser utilizada, e nestes casos, não há aulas expositivas, e os alunos aprendem sozinhos, pela análise exploratória das funcionalidades. Já para abordar as funcionalidades relacionadas ao monitoramento & controle, algumas estratégias fazem simulações manuais dos valores de execução do projeto (tipicamente relacionados a tempo e custo), enquanto nas estratégias em que os alunos desenvolvem seus próprios projetos, a ferramenta é atualizada periodicamente com os dados do progresso realizado.

6.3 Métodos de avaliação das UIs

Uma grande parte das UIs não relatou nenhum tipo de avaliação, sendo este um indício da falta de reflexão quanto à qualidade destas UIs nas instituições de ensino brasileiras.

Considerando as UIs que foram avaliadas, todas buscaram analisar a aprendizagem dos alunos em relação aos

objetivos de aprendizagem. Foram poucos os casos cujas avaliações objetivaram avaliar a experiência do usuário ou a motivação proporcionada pela UI. A maioria das avaliações ocorreu de forma *ad-hoc*, por observação informal realizada pelo próprio professor. Poucas UIs foram avaliadas de maneira mais rigorosa, com a utilização de experimentos ou estudos de caso. Ainda, muitas destas avaliações ocorreram apenas quando exigidas pela instituição de ensino, e nestes casos foi realizada de forma mais ampla no contexto da disciplina, e não focada apenas na UI.

Esta situação claramente indica a necessidade de avaliações metodologicamente mais rigorosas para sistematicamente avaliar o impacto das UIs na aprendizagem dos alunos, e também em outros fatores como a sua motivação, experiência de uso, etc. Estas avaliações poderiam ser a base para sistematicamente começar a melhorar as UIs com o objetivo de maximizar a aprendizagem dos alunos.

6.4 Ameaças à validade

Como toda pesquisa, esta também está sujeita a ameaças à validade [29, 30].

Ameaças à validade de conclusão podem ocorrer devido à inconsistência de dados coletados. Neste *survey*, alguns indivíduos podem carecer de conhecimentos sobre ensino e aprendizagem ou até mesmo sobre GP. Isto pode levar a falhas de interpretação das questões e por consequência levar a respostas inconsistentes. Para reduzir esta ameaça, o questionário foi projetado analisando cuidadosamente a terminologia e a inclusão de explicações de termos conceituais utilizados. Além disto, foi possibilitado aos indivíduos não responderem as questões que não compreendem.

Ameaças à validade de construção estão relacionadas ao instrumento de coleta de dados que pode não conter o conjunto de questões necessário para atender seu objetivo. Por isto foi utilizada a abordagem GQM para auxiliar na construção do questionário, de modo que sistematicamente os objetivos da pesquisa foram desdobrados em questões de análise e métricas, que depois foram representados por itens do questionário. O questionário ainda pode conter algum viés para os resultados esperados pelos pesquisadores. Por isto, a maioria das questões possibilitou também o indivíduo indicar sua própria resposta, não limitando às alternativas pré-estabelecidas pelos pesquisadores.

Ameaças à validade externa podem ocorrer por não obter uma amostra significativa, devido às particularidades do público-alvo. Isto foi mitigado pela busca de professores em diferentes fontes, tais como: membros de comitês de eventos de ES, *chapters* do PMI brasileiro, e base de currículos LATTES. Assim, obteve-se a participação de indivíduos de todas as regiões do Brasil, e de instituições de ensino bastante variadas. Mas, é necessá-

rio ter cautela ao generalizar os resultados, pois a amostragem foi não probabilística, por escolha racional [26]. Também é possível que existam ferramentas de GP e estratégias instrucionais não identificadas pelo *survey*, já que o escopo desta pesquisa foi delimitado ao GP clássico, definido pelo PMBOK. Desta forma não foram abordadas UIs focadas em gerenciamento ágil, e por consequência as ferramentas de GP dedicadas ao suporte destes métodos. Mesmo assim, levando também em consideração a taxa de resposta de 15,59 %, é aceitável utilizar os dados coletados para descrever o estado atual do ensino de ferramentas de GP em instituições de ensino superior no Brasil.

7 Conclusões

O *survey* apresentado teve o objetivo de compreender o panorama do ensino das ferramentas de GP nos cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras. Para isto buscou-se identificar quais as ferramentas de GP são adotadas para o ensino, as estratégias instrucionais utilizadas, e como estas foram avaliadas. Observou-se que a ferramenta de GP mais utilizada é o MS-Project, mas que há uma grande tendência pelo uso de ferramentas *open-source*. De maneira geral não são ensinadas ferramentas de GP com propósito educacional e/ou ferramentas *web-based*, que são características importantes para a aprendizagem e o preparo profissional. Em relação às estratégias instrucionais foram observadas três principais variações, mas com objetivo de aprendizagem comum, de ensinar o uso de ferramentas de GP para suportar todo o processo de GP. Estas estratégias utilizam métodos como aulas expositivas, com a demonstração das funcionalidades pelo professor, e/ou aprendizagem experiencial, com o uso das ferramentas pelos alunos. Observa-se também que muitas UIs não são avaliadas, e nas situações em que isto ocorre, tipicamente são utilizados métodos informais e com amostras restritas.

Assim, levando em consideração a importância da competência do uso de uma ferramenta de GP na atualidade, é importante sistematizar seu ensino. Neste sentido, trabalhos futuros poderiam obter informações mais aprofundadas por meio de entrevistas com os professores, e também sugerir o desenvolvimento de UIs que ensinem de forma mais eficaz e eficiente o uso de uma ferramenta de GP. Estas UIs poderiam propor a adoção de estratégias instrucionais mais adequadas, e o uso de *add-ons* de ferramentas de GP para oferecer aos alunos não apenas as funcionalidades de GP, mas também funcionalidades educacionais, facilitando assim a aprendizagem.

Agradecimentos

Este trabalho teve suporte do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –

www.cnpq.br), uma entidade do governo brasileiro com foco no desenvolvimento científico e tecnológico.

Referências

- [1] The Standish Group, Chaos Manifest, Boston/EUA, 2013.
- [2] M. Keil, A. Rai, e J. Mann, "Why software projects escalate: The importance of project management constructs," *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50 (3), 251–261, 2003.
- [3] PMI – Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 5. ed., Newtown Square, 2013.
- [4] R. Fabac, D. Radošević, e I. Pihir, "Frequency of use and importance of software tools in project management practice in Croatia," In: *Proc. of 32nd Int. Conf. on Information Technology Interfaces, Cavtat/Croatia*, 2010.
- [5] Ž. Car, H. Belani, e K. Pripuzić, "Teaching Project Management in Academic ICT Environments," In: *Proc. of the Int. Conf. on computer as a tool, Warsaw/Poland*, 2007.
- [6] H. Cicibas, O. Unal, e K. Demir, "A comparison of project management software tools (PMST)," In: *Proc. of the 9th Software Engineering Research and Practice, Las Vegas/EUA*, 2010.
- [7] C. Wangenheim, e D. Silva, "Qual Conhecimento de Engenharia de Software é Importante para um Profissional de Software?," In: *Proc. of Fórum de Educação em Engenharia de Software, Fortaleza/Brasil*, 2009.
- [8] T. Lethbridge, J. Diaz-Herrera, R. Leblanc, e J. Thompson, "Improving software practice through education: Challenges and future trends," In: *Proc. of Future of Software Engineering, Minneapolis/EUA*, 2007.
- [9] L. Spencer, e S. Spencer, *Competence at Work: Models for Superior Performance*, 1st ed. John Wiley & Sons, 1993.
- [10] SBC - Sociedade Brasileira de Computação, Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação, Brasil, 2005.
- [11] ACM, e IEEE Computer Society, *Computer Science Curricula 2013*, 2013.
- [12] L. Salas-Morera, A. Arauzo-Azofra, e L. García-Hernández, "PpcProject: An educational tool for software project management," *Computers & Education*, 69 (1), 181-188, 2013.
- [13] R. Santos, C. Werner, e G. Travassos, "Utilizando Experimentação para Apoiar a Pesquisa em Educação em Engenharia de Software no Brasil," In: *Proc. of Fórum de Educação em Engenharia de Software, Campinas/Brasil*, 2008.
- [14] M. Schots, R. Santos, A. Mendonça, e C. Werner. "Elaboração de um Survey para a Caracterização do Cenário de Educação em Engenharia de Software no Brasil," In: *Proc. of Fórum de Educação em Engenharia de Software, Fortaleza/Brasil*, 2009.
- [15] O. Ojeda, e P. Reusch, "Sustainable procurement - Extending project procurement concepts and processes based on PMBOK," In: *Proc. of 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, Berlin/Germany*, 2013.
- [16] A. Mishra, e D. Mishra, "Software Project Management Tools: A Brief Comparative View," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 38 (3), 1-4, 2013.
- [17] A. Pereira, R. Gonçalves, e C. Wangenheim, "Comparison of open source tools for project management," *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 23 (2), 189-209, 2013.
- [18] C. Wangenheim, J. Hauck, e A. Wangenheim, "Enhancing open source software in alignment with CMMI-DEV," *IEEE Software*, 26 (2), 59-67, 2009.
- [19] J. Bruner, *The process of education*, Harvard University Press, 1977.
- [20] J. Bransford, A. Brown, e R. Cocking, *How people learn: Brain, mind, experience, and school*, 2ed ed. National Academies Press, 2000.
- [21] M. Molenda, "In Search of the Elusive ADDIE Model," *Performance Improvement*, 42 (5), 34-36, 2003.

- [22] B. Bloom, Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, 1st ed. Longmans, 1956.
- [23] R. Savi, C. Wangenheim, e A. Borgatto, "Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software," In: Proc. of 25th Brazilian Symposium on Software Engineering, São Paulo/Brasil, 2011.
- [24] D. Kirkpatrick, e J. Kirkpatrick, Evaluating training programs: The four levels, 4th ed. Berrett-Koehler Publishers, 2012.
- [25] J. McMillan, e S. Schumacher, Research in Education: Evidence-Based Inquiry, 7th ed. New York: Addison Wesley Education Publishers Inc, 2009.
- [26] D. Tofan, "Software engineering researchers' attitudes on case studies and experiments: An exploratory survey," In: Proc. of 15th Annual Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering, Durham/England, 2011.
- [27] M. Kasunic, Designing an Effective Survey. Software Engineering Institute - SEI, Hanscom AFB/ISA: Carnegie Mellon/EUA, 2005.
- [28] V. Basili, G. Caldier, e D. Rombach, The Goal Question Metric Approach. Encyclopedia of software engineering, John Wiley & Sons, páginas 528-532, 1994.
- [29] C. Wohlin, P. Runeson, e M. Höst. Experimentation in Software Engineering: An Introduction, Springer, 2012.
- [30] A. Arcuri, e G. Fraser, "Sound Empirical Evidence in Software Testing," In: Proc. of 34th International Conference on Software Engineering, Zurich/Switzerland, 2012.