

Proposta e Avaliação de Educação Aberta para Engenharia de Software

Juliana Alves Pereira, Lucas Garcia, Eduardo Figueiredo

Laboratório de Engenharia de Software (LabSoft), Departamento de Ciência da Computação (DCC), Universidade Federal do Minas Gerais (UFMG)
Belo Horizonte – MG – Brasil

{juliana.pereira, lucas.sg, figueiredo}@dcc.ufmg.br

Abstract. *Massive Open Online Course (MOOC) is an emerging method of online lecturing whose application in education is not bounded by space and location constraints. The successful implementation of MOOCs requires conceptual changes in how instructors and students behave in an open unbounded education environment. There are some emerging MOOC initiatives for Software Engineering. However, the knowledge about the best practices for learning Software Engineering processes, methods, and tools in such an open environment is still limited. This paper presents a MOOC, based on a face-to-face course, for introductory Software Engineering courses. Over 60 students are taking this MOOC, which is composed of 44 video lectures, 60 questions in 6 quizzes, and several discussion topics. To evaluate the proposed MOOC, we (i) compared students' performance in online vs. face-to-face courses and (ii) applied a questionnaire to the students taking the course.*

Resumo. *Curso Aberto Disponível na Internet (CADI) é um método emergente de ensino online que não é limitado por restrições de espaço e localização. A implantação bem sucedida de um CADI exige mudanças conceituais na forma como professores e alunos se comportam em um ambiente aberto de ensino. Existem algumas iniciativas emergentes de CADIs para a Engenharia de Software. No entanto, ainda é limitado o conhecimento sobre as melhores práticas de Engenharia de Software para o ensino de processos, métodos e ferramentas em tal ambiente aberto. Este artigo apresenta um CADI para um curso introdutório de Engenharia de Software proposto a partir de um curso presencial. Mais de 60 estudantes estão participando deste CADI, que é composto de 44 aulas em vídeo, 60 perguntas em 6 questionários de revisão e vários tópicos de discussão. Para avaliar o CADI proposto: (i) foi comparado o desempenho de alunos no curso online e em cursos presenciais e (ii) foi aplicado um questionário para os alunos que participam do curso online.*

1. Introdução

Curso Aberto Disponível na Internet (CADI) é um método emergente de ensino online que não é limitado por restrições de espaço e localização [4]. Atualmente, várias universidades dos principais centros influentes em educação ao redor do mundo criaram ou estão criando CADIs com suporte total ou parcial via internet. Os exemplos são significativos. A Universidade de Harvard e o MIT (*Massachusetts Institute of*

Technology), por exemplo, estão investindo na criação de vários CADIs por meio do portal edX¹. Outras mais de 80 universidades americanas e européias, entre elas Princeton e Stanford, estão envolvidas na criação de centenas de CADIs em diversas áreas pelo portal Coursera². Muitos outros cursos similares estão sendo criados, com bastante sucesso, como os do portal Udacity³ e, no Brasil, o Veduca⁴.

A implantação bem sucedida de um CADI exige mudanças conceituais na forma como professores e alunos se comportam em um ambiente aberto de ensino [4]. Adeptos desse tipo de curso argumentam que o suporte de material disponível na Internet para que os alunos possam acompanhar o curso no seu próprio ritmo e horário constitui uma ferramenta importante no processo de aprendizagem. Tal inovação em termos de educação permite, por exemplo, que o tempo em sala de aula seja predominantemente voltado para discussões, soluções de dúvidas e atividades de interação mais próximas entre alunos e o professor. Portanto, é de fundamental importância que profissionais de educação experimentem e analisem CADIs de modo a entender como e se de fato tais cursos podem ser usados para aprimorar o processo de aprendizagem.

Existem algumas iniciativas emergentes de CADIs para a Engenharia de Software, como o curso de Arquitetura de Software Orientada a Serviços [6] e Software como Serviços [9]. Apesar de o potencial impacto de CADIs sobre a educação em Engenharia de Software ainda ser desconhecida, tais cursos não podem ser ignorados se quisermos que o impacto seja positivo. Por exemplo, jogos educacionais [5] [7] têm sido usados para apoiar o ensino de Engenharia de Software, tanto em cursos presenciais quanto em CADIs. Entretanto, ainda é limitado o conhecimento sobre quais as melhores práticas para o ensino de processos, métodos e ferramentas de Engenharia de Software em um curso aberto na Internet.

Neste contexto, este artigo apresenta um CADI para um curso introdutório de Engenharia de Software. O curso foi proposto a partir de um curso presencial da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) que atende anualmente mais de 100 alunos em 4 turmas (duas turmas por semestre). Este CADI é atualmente composto de 44 aulas em vídeo, 60 perguntas em 6 questionários de revisão e vários tópicos para discussão em formato de fórum. Neste estudo piloto, 35 alunos da UFMG estavam academicamente matriculados e outros 28 alunos (externos) se registraram no curso online; totalizando 63 alunos matriculados no CADI até a presente data. O material usado no curso (e.g., livro texto, apresentações, exercícios, etc.) é exatamente o mesmo tanto para os alunos presenciais quanto para os alunos externos. Entretanto, além das aulas virtuais do CADI, os alunos academicamente matriculados também podem assistir às aulas presenciais.

Este artigo apresenta também uma avaliação preliminar do CADI de Engenharia de Software proposto. Nesta avaliação, foi comparado o desempenho de alunos no curso online (2013) com o desempenho de alunos no curso presencial do ano anterior (2012) no qual o CADI não era oferecido. Os resultados indicam que o desempenho médio dos alunos melhorou no curso atual (2013). Vale ressaltar que os alunos do ano de 2013

¹ <http://www.edx.org/>

² <http://www.coursera.org/>

³ <http://www.udacity.com>

⁴ <http://www.veduca.com.br/>

também tiveram aulas presenciais, além do material disponível no CADI. Em outra dimensão de avaliação, foi aplicado um questionário para que os alunos se manifestassem sobre os pontos positivos e negativos do curso online.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 discute algumas iniciativas para educação aberta, com foco em cursos para a Engenharia de Software. A Seção 3 propõe um CADI em Engenharia de Software para alunos brasileiros e a Seção 4 apresenta uma avaliação preliminar deste CADI. A Seção 5 conclui este artigo e propõe direções para trabalhos futuros.

2. Educação Aberta em Engenharia de Software

A Internet tem se tornado uma importante ferramenta capaz de revolucionar a educação por meio dos Cursos Abertos Disponíveis na Internet (CADIs). Diversas universidades de grande prestígio estão oferecendo CADIs que têm atraído interesse de centenas de milhares alunos ao redor do mundo [10]. Dentre algumas das principais iniciativas de CADIs, podemos citar o Coursera, edX e Udacity. O Coursera², por exemplo, foi lançado a partir de uma parceria entre quatro prestigiadas universidades dos Estados Unidos: Stanford, Princeton, Pennsylvania e Michigan. Assim como em outras iniciativas de sucesso, os CADIs do Coursera são oferecidos de forma semelhante às disciplinas presenciais das respectivas universidades. Além de aulas em vídeo, os alunos registrados em um CADI podem participar de exercícios práticos e serem avaliados. Em alguns casos, o aluno que concluir o curso com sucesso pode obter um certificado.

Há também iniciativas brasileiras de CADIs. Por exemplo, o Veduca⁴ foi recentemente lançado como uma alternativa para estudantes em idioma português. O portal reúne conteúdo de centenas de cursos em ensino superior organizado por áreas de conhecimento. Os cursos são selecionados a partir de variadas universidades, sobretudo dos EUA, com adição de legendas em português. Há também material de universidades brasileiras, como USP, Unesp e Unicamp. Além do Veduca, podemos citar algumas outras iniciativas brasileiras, como a FGV Online⁵ e a Univesp TV⁶, que oferecem CADIs em diversas áreas do conhecimento. Vale ressaltar que essas plataformas não fornecem volume significativo de conteúdo para disciplinas de Computação e, até onde vai nosso conhecimento, são poucas as iniciativas de CADI para Engenharia de Software no Brasil. Além disso, praticamente inexistente avaliação destes cursos para verificar se eles realmente apoiam o aprendizado de Engenharia de Software.

Apesar de poucas iniciativas no Brasil, educação aberta para Engenharia de Software é um tema que vem ganhando crescente atenção mundial. Por exemplo, um trabalho [3] publicado recentemente em *Communications of the ACM* aborda o tema. Este trabalho relata o uso de técnicas de desenvolvimento ágil para ministrar um curso presencial com mais de 100 alunos na Universidade de Berkeley. Os autores [3] também discutem suas experiências ao ofertarem a primeira parte do curso no formato de CADI para mais de 50.000 alunos, a maioria dos quais trabalham no setor de TI com 5 a 10 anos de formados. Entretanto, o artigo não apresenta nenhuma avaliação para verificar os pontos positivos e negativos do CADI no aprendizado dos alunos.

⁵ <http://www5.fgv.br/fgvonline/>

⁶ <http://univesptv.cmais.com.br/>

Diferentemente de tal artigo [3], o nosso trabalho busca oferecer conteúdo abrangente para uma disciplina introdutória de Engenharia de Software. O ambiente disponível para os alunos (Seção 3) conta com aulas em vídeo, fóruns de discussões, questionários, dentre outros recursos interativos. Mais importante, este trabalho apresenta um estudo comparativo entre o desempenho de alunos que cursaram a mesma disciplina em diferentes modalidades (Seção 4): aulas integralmente presenciais e aulas que combinam atividades presenciais com atividades online.

3. Uma Proposta Brasileira de CADI para Engenharia de Software

Todos os anos o curso de Engenharia de Software tem sido ministrado presencialmente para mais de 100 alunos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Entretanto, com a popularização dos CADIs e aumento do número de alunos matriculados em função do REUNI, o professor, a estagiária em docência e o monitor da disciplina – coletivamente chamados *instrutores* – decidiram criar um curso aberto e implantá-lo em 2013 (a partir de março). Assim, a proposta de CADI para Engenharia de Software [1] foi gradativamente materializada ao longo do primeiro semestre de 2013. A Seção 3.1 apresenta algumas características do curso criado. A Seção 3.2 discute o perfil dos 63 alunos atualmente registrados no curso.

3.1. Características do Curso

O CADI para Engenharia de Software (acessível em [1]) foi implantado no ambiente Udemy. Udemy é uma plataforma de aprendizagem online e gerência de conteúdo que permite aos instrutores criarem cursos pagos ou gratuitos. O CADI para Engenharia de Software é um curso gratuito. Utilizando o Udemy, os instrutores disponibilizaram aulas em vídeo, apresentações, questionários e arquivos complementares para a criação do curso. A plataforma permite ainda que os alunos participem e interajam com os instrutores através de fóruns de discussão. Na verdade, os estudantes possuem uma série de recursos para apoiar o aprendizado, como fazer anotações durante os vídeos das aulas e acesso ao conteúdo utilizando dispositivos móveis.

O objetivo inicial do curso foi disponibilizar aos alunos da UFMG academicamente matriculados um ambiente online para assistir as aulas perdidas ou revisar a matéria da disciplina. Portanto, os alunos teriam normalmente as 4 horas de aulas presenciais por semana, além do conteúdo online. Entretanto, com o andamento do semestre, alguns alunos - autorizados pelo professor - optaram por não frequentarem as aulas presenciais, acompanhando o curso apenas pelo CADI. Além disso, pelo perfil aberto e gratuito do curso, vários alunos se registraram no CADI apesar de não estarem academicamente matriculados na disciplina presencial correspondente.

O material usado no curso (e.g., livro texto, apresentações, exercícios, etc.) é exatamente o mesmo tanto para os alunos academicamente matriculados quanto para os alunos externos. Entretanto os alunos matriculados fazem provas presenciais. O CADI possui atualmente 44 aulas em vídeo totalizando mais de 20 horas de conteúdo gravado, além de 6 questionários de revisão com 60 perguntas e 14 tópicos para discussão no formato de fórum. Cada questionário foi respondido por pelo menos 20 alunos e os tópicos para discussão possuem quase 1000 postagens no total. Estes números mostram, não somente a relevância do conteúdo disponível, mas também o engajamento dos

alunos no curso. Dos seis alunos que avaliaram o curso no portal, cinco atribuíram 5 estrelas (melhor avaliação) e um atribuiu 4 estrelas para o curso em uma escala de 0 a 5 estrelas [1].

3.2. Os Alunos Matriculados

O CADI para Engenharia de Software possui atualmente 63 estudantes registrados, sendo 35 academicamente matriculados na disciplina presencial e 28 externos. O baixo número de estudantes externos está relacionado à dois fatores principais: (i) o curso foi criado a apenas 4 meses e (ii) o curso não foi divulgado publicamente até o momento. Os estudantes academicamente matriculados pertencem principalmente a dois cursos de graduação (bacharelado): Sistemas de Informação e Ciência da Computação. A Figura 1 mostra uma visão geral do perfil dos alunos registrados no CADI.

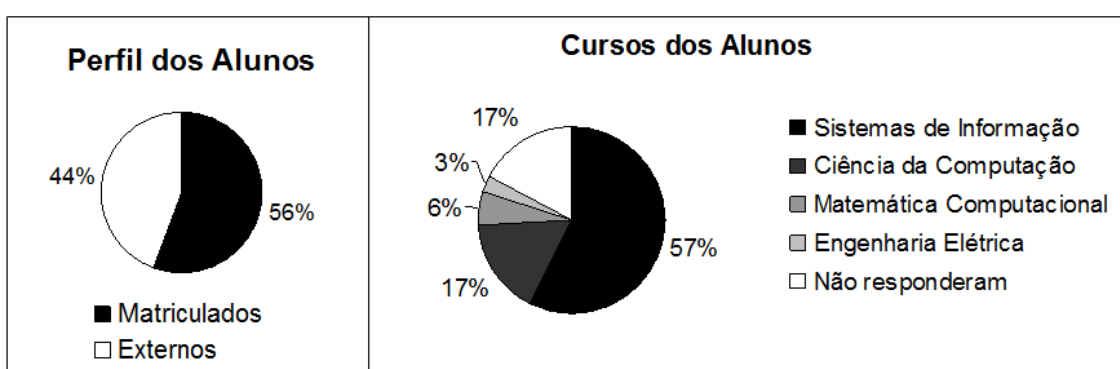


Figura 1. Perfil e curso dos estudantes matriculados no CADI

Como apresentada na Figura 1, apesar da não divulgação do curso, o percentual de estudantes academicamente matriculados é apenas 8% maior que o de alunos externos. Os instrutores optaram pela não divulgação neste primeiro semestre para que houvesse um maior controle na avaliação do curso (Seção 4). A Figura 1 mostra que os alunos academicamente matriculados pertencem a quatro diferentes cursos de graduação. Entretanto, aproximadamente 75% dos estudantes são de Sistemas de Informação ou Ciência da Computação, pois a disciplina de Engenharia de Software é obrigatória para estes cursos. A disciplina é optativa para os outros cursos.

4. Avaliação do Curso

Esta seção apresenta uma avaliação do CADI para Engenharia de Software proposto. A Seção 4.1 discute o engajamento dos estudantes por meio de estatísticas de acesso e indicadores de participação. A Seção 4.2 confronta o desempenho dos alunos do curso atual com o desempenho de alunos em anos anteriores nos quais não havia o CADI. Finalmente, a Seção 4.3 resume a opinião dos alunos em relação ao curso.

4.1. Estatísticas de Acesso e Envolvimento dos Alunos

Segundo informações da ferramenta Google Analytics⁷, a página principal do CADI teve mais de 3000 visualizações no período de março a junho de 2013. A Figura 2

⁷ <http://www.google.com/analytics/>

mostra a estatística de visualizações à página principal do curso no mês de abril de 2013. Pelos dados desse gráfico, observa-se que as visualizações aumentam gradativamente a partir do dia 20/04 com ápice no dia no dia 24/04. No dia 24/04 foi aplicada a primeira prova da disciplina e, portanto, o gráfico confirma que os alunos usaram o ambiente virtual com forma de revisar a matéria para prova.

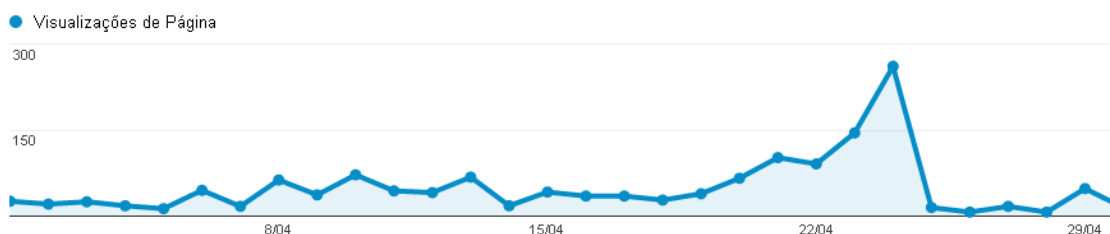


Figura 2. Visualizações do curso no mês de abril.

A Figura 3 mostra a taxa de acerto dos alunos que responderam aos seis questionários de revisão. Pelo menos 20 estudantes responderam cada questionário. O primeiro questionário teve o maior número de respondentes (34) enquanto o último teve o menor número de respondentes (20). É interessante observar que, exceto pelo Questionário 1, a porcentagem de acertos sempre aumentou de um questionário para o seguinte. Este resultado sugere um crescente engajamento dos estudantes no decorrer do curso.

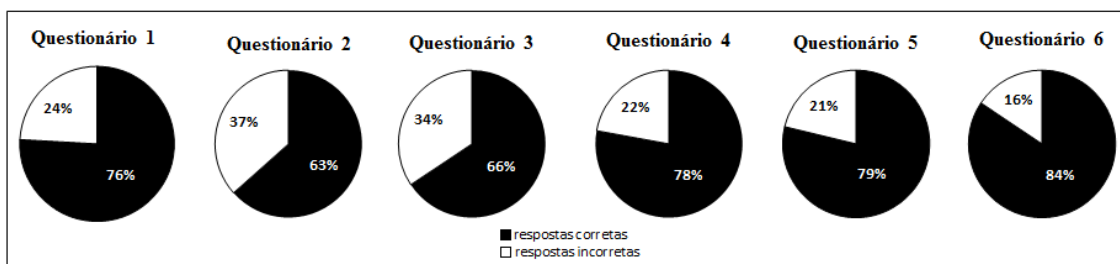


Figura 3. Relação de erros e acertos por questionário de revisão

4.2. Comparação entre o Curso Puramente Presencial e com Apoio do CADI

Esta seção realizada uma comparação entre o desempenho dos alunos no curso atual (2013) e no 1º semestre do ano anterior (2012). Esses cursos foram lecionados pelo mesmo professor. Entretanto, no ano anterior o curso foi puramente presencial. Não foram usados dados de semestres consecutivos para minimizar distorções causadas por alunos repetentes. Para auxiliar essa comparação, duas questões da primeira prova de 2013 – denominadas *questões idênticas Q1 e Q2* – foram extraídas da prova equivalente no ano anterior. As demais questões da prova não estão sendo usados nesta análise. Portanto, garantimos que a grau de dificuldade era exatamente o mesmo para os alunos em ambas as turmas (2012 e 2013).

Utilizamos nesta análise o teste-t [8] para verificar se a média de dois grupos é significativamente diferente. O teste-t pode utilizar métodos diferentes para observações: pareadas e não pareadas [8]. Neste trabalho, faremos uma análise de observação não pareada, pois temos amostras independentes de cada uma de duas populações. Ou seja, grupos distintos de estudantes foram submetidos a duas metodologias de ensino distintas. A Tabela 1 sumariza as médias, desvios padrão,

variância e tamanhos amostrais (N) para ambas as amostras. Utilizando-se da distribuição t, obtemos que o intervalo de confiança (IC) é de 90%. Este resultado mostra que, com o nível de significância de 90%, as médias das notas dos alunos submetidos aos dois tipos de metodologia são diferentes.

Tabela 1. Dados das amostras para os anos de 2012 e 2013

Sumarização	2012	2013
Média	5,9	7,0
Desvio Padrão	1,6	1,4
Variância	2,7	1,9
N	56	35

Para verificar se a frequência dos alunos em aulas presenciais no ano de 2013 foi fator determinante para boas notas, aplicamos a regressão linear [8]. A Figura 4 mostra gráficos de dispersão dos pontos considerando a nota dos alunos nas questões idênticas (eixo x) e a sua frequência (eixo y). O modelo de regressão é mostrado por uma linha reta. Pelos dados da Figura 4 (esquerda), a regressão linear explica 50% das notas tiradas pelos alunos de 2012 em função da frequência. Por outro lado, a Figura 4 (direita) mostra que a regressão linear explica somente 7% das notas tiradas pelos alunos de 2013 em função da frequência. Este resultado sugere que a frequência dos alunos em aulas presenciais não é fator determinante para suas respectivas notas curso com CADI.

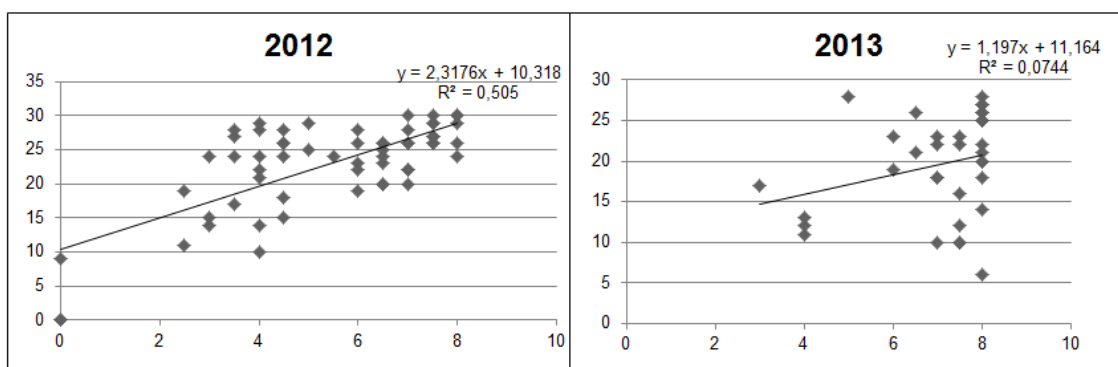


Figura 4. Gráficos de Dispersão com Regressão Linear da Juliana

4.3. Opinião dos Alunos sobre o Curso

Foi aplicado um questionário para que os alunos se manifestassem sobre os pontos positivos e negativos do curso online. Os alunos discutiram como o curso disponível na internet contribuiu para o aprendizado de Engenharia de Software em comparação ao curso tradicional, i.e., inteiramente presencial. Foi possível observar que 82% dos alunos avaliaram as aulas em vídeo e os questionários como contribuições essenciais para o aprendizado. Ou seja, no geral os alunos se mostraram muito satisfeitos com o material disponível online. Entretanto, 27% dos alunos responderam que a disciplina presencial não poderia ser substituída por um curso completamente online.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou um Curso Aberto Disponível na Internet (CADI) para Engenharia de Software proposto a partir de um curso presencial da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Este CADI é composto de 44 aulas em vídeo, 60 perguntas em 6 questionários de revisão e tópicos para discussão em formato de fórum. Em um estudo preliminar, o CADI foi avaliado em função de 35 alunos da UFMG academicamente matriculados. Os resultados do estudo sugerem que (i) os alunos se mostraram engajados e motivados a participarem do curso online, especialmente como forma de revisar para provas, (ii) as notas dos alunos no curso presencial com apoio do CADI são estatisticamente maiores do que as notas de alunos cursando a mesma disciplina puramente presencial, e (iii) a frequência dos alunos no curso com apoio do CADI não foi fator determinante para as suas boas notas. Como trabalhos futuros, pretende-se (i) melhorar a qualidade de som e imagem das aulas em vídeo, (ii) incluir novos exercícios de revisão e atividades práticas no curso, e (iii) elaborar novas dimensões de avaliação.

Agradecimentos

Este trabalho recebeu apoio financeiro da PROGRAD UFMG processo PIQEG2013-41; do CNPq processo 485235/2011-0; e da FAPEMIG processos APQ-02376-11 e APQ-02532-12.

Referências

- [1] Engenharia de Software. <http://www.udemy.com/engenharia-de-software-ufmg/>
- [2] Derwin, E. (2009) Critical Thinking in Online vs. Face-to-Face Higher Education. *Media Psychology Review*, vol. 2(1).
- [3] A. Fox and D. Patterson. (2012) Crossing the Software Education Chasm. *Communications of the ACM*, 55(5), 44–49.
- [4] K. Masters. (2011) A Brief Guide to Understanding MOOCs. *The Internet Journal of Medical Education*, 1.
- [5] L. Meirelles *et al.* (2011) “Uso de Jogos para o Ensino de Engenharia de Software”. Anais do V Fórum de Educação em Engenharia de Software (FEES).
- [6] Pattern-Oriented Software Architectures. <https://www.coursera.org/course/posa>
- [7] H. Potter e M. Schots. (2011) InspectorX: Um Jogo para o Aprendizado em Inspeção de Software. Anais do V Fórum de Educação em Engenharia de Software (FEES).
- [8] R. Jain, J. Wiley and Sons. (1991). “The Art of Computer System Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation and Modeling”. ISBN: 0-471-50336-3.
- [9] Software as a Service (SaaS). <http://www.edx.org/course/uc-berkeley/cs169-1x/software-service/691>
- [10] N. Tillmann *et al.* (2013) "Teaching and Learning Programming and Software Engineering via Interactive Gaming". In Int'l Conf. on Software Eng. (ICSE).