

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Uma contribuição para o desenvolvimento e evolução distribuídos de MOOCs e SPOCs para o ensino de Engenharia de Software

Jorge Marques Prates

Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional (PPG-CCMC)

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Jorge Marques Prates

Uma contribuição para o desenvolvimento e evolução
distribuídos de MOOCs e SPOCs para o ensino de
Engenharia de Software

Tese apresentada ao Instituto de Ciências
Matemáticas e de Computação – ICMC-USP,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Doutor em Ciências – Ciências de Computação e
Matemática Computacional. *VERSÃO REVISADA*

Área de Concentração: Ciências de Computação e
Matemática Computacional

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Maldonado

USP – São Carlos
Março de 2021

Jorge Marques Prates

A contribution to the distributed development and evolution
of MOOCs and SPOCs for the teaching of Software
Engineering

Thesis submitted to the Instituto de Ciências
Matemáticas e de Computação – ICMC-USP – in
accordance with the requirements of the Computer
and Mathematical Sciences Graduate Program, for
the degree of Doctor in Science. *FINAL VERSION*

Concentration Area: Computer Science and
Computational Mathematics

Advisor: Prof. Dr. José Carlos Maldonado

USP – São Carlos
March 2021

Este trabalho é dedicado às minhas mães Elza e Geni.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor José Carlos Maldonado pelos ensinamentos ao longo desta jornada.

Ao professor Rogério pela coorientação e suporte.

Ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação pela formação, sobretudo aos funcionários, professores e amigos de LABES.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pelo apoio.

Por fim, esse trabalho é fruto de um trabalho conjunto; agradeço especialmente aos colaboradores por sua participação e ajuda.

*“Sucesso não é o final, fracasso não é fatal:
é a coragem para continuar que conta.”
(Winston Churchill)*

RESUMO

PRATES, J. M. **Uma contribuição para o desenvolvimento e evolução distribuídos de MOOCs e SPOCs para o ensino de Engenharia de Software.** 2021. 241 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2021.

A inserção de tecnologias educacionais vem provocando transformações no cenário atual de ensino. Como exemplo dessas novas tecnologias, destacam-se os MOOCs (*Massive Open Online Courses*), cursos abertos e on-line, disponibilizados em provedores em parceria com universidades conceituadas. Em sua maioria, são cursos gratuitos que possibilitam a construção de comunidades de aprendizagem, a atualização profissional e o enriquecimento do currículo. Os SPOCs (*Small Private Online Courses*) são uma variação dos MOOCs, diferenciando-se destes por se tratarem de cursos privados e restritos a um pequeno número de participantes, o que proporciona maior interação entre alunos e os instrutores. Os MOOCs e os SPOCs são recursos ainda utilizados de forma escassa no ensino de Engenharia de Software, pois existe um número reduzido de cursos abertos e não há uma diretriz para a sua produção e aplicação. Além disso, o processo de produção é extenso e custoso, havendo poucas estratégias de reutilização de materiais abertos para diminuir o tempo e o esforço desta etapa. Este trabalho tem como objetivo principal investigar como o desenvolvimento distribuído e colaborativo de MOOCs e SPOCs pode contribuir ao ensino de Engenharia de Software. Nesse contexto, um processo (denominado DD-SMOOC) que apoia o ciclo de vida de MOOCs e SPOCs foi estabelecido no intuito de facilitar o planejamento, desenvolvimento, execução e evolução desses cursos. Com o intuito de validar o DD-SMOOC, um estudo de caso foi conduzido a partir da sua instanciação. O resultado final foi um curso em que os resultados obtidos indicam que a aplicação do processo pode ser útil no apoio ao ensino de Engenharia de Software. Outras contribuições incluem o estabelecimento de diretrizes no suporte ao desenvolvimento distribuído e colaborativo de cursos, que podem ser aplicados em outros domínios; e a formação de comunidades e redes de colaboração dispostas a contribuir em novos projetos.

Palavras-chave: MOOCs, SPOCs, ensino de Engenharia de Software.

ABSTRACT

PRATES, J. M. **A contribution to the distributed development and evolution of MOOCs and SPOCs for the teaching of Software Engineering.** 2021. 241 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2021.

The insertion of educational technologies has caused changes in the current teaching scenario. As an example of these new technologies, we highlight the MOOCs (Massive Open Online Courses), open and online courses, available from providers in partnership with reputable universities. Most of them are free courses that enable the construction of learning communities, professional updating and enrichment the curriculum. Small Private Online Courses (SPOCs) are a variation of MOOCs. However, they are private courses and restricted to a small number of participants, which provides more significant interaction between students and instructors. MOOCs and SPOCs are resources that are still rarely used in the teaching of Software Engineering, as there are a reduced number of open courses and there are no guidelines for their production and application. Besides, the production process is extensive and costly, with few strategies for reusing open materials to decrease the time and effort of this stage. This work aims to investigate how the distributed and collaborative development of MOOCs and SPOCs may contribute to Software Engineering teaching. In this context, a process (named DD-SMOOC) that supports the life cycle of MOOCs and SPOCs was established to facilitate the planning, development, execution and evolution of these courses. A case study was conducted to validate the DD-SMOOC; the final result is a course in which the obtained results indicate that it can be useful in supporting Software Engineering teaching. Other contributions include establishment guidelines to support the distributed and collaborative development of courses, which can be applied in other domains, and the formation of communities and networking willing to contribute to new projects.

Keywords: MOOCs, SPOCs, Software Engineering teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Linha do tempo da educação aberta e MOOCs, extraído de Yuan e Powell (2013)	33
Figura 2 – Síntese do significado do termo MOOC	34
Figura 3 – Síntese das características dos xMOOCs, adaptado de Yousef <i>et al.</i> (2014a) .	36
Figura 4 – Síntese das características dos cMOOCs, adaptado de Yousef <i>et al.</i> (2014a) .	37
Figura 5 – Distribuição dos MOOCs de Engenharia de Software	44
Figura 6 – Atividades de avaliação presentes nos MOOCs de Engenharia de Software da Udemly	44
Figura 7 – Idiomas e legendas das videoaulas nos MOOCs de Engenharia de Software da Udemly	46
Figura 8 – Relação de valores dos MOOCs de Engenharia de Software da Udemly . . .	46
Figura 9 – Visão geral do <i>MOOC Canvas</i> , extraído de Alario-Hoyos <i>et al.</i> (2014b) . . .	48
Figura 10 – Processo de condução de MOOCs, extraído de Fassbinder, Delamaro e Barbosa (2014)	50
Figura 11 – Fases e Atividades do Processo de Revisão Sistemática, extraído de Felizardo <i>et al.</i> (2017)	64
Figura 12 – Distribuição dos estudos primários identificados e selecionados	67
Figura 13 – Estudos Primários por Países de Origem dos Pesquisadores	67
Figura 14 – Estudos Primários por Ano de Publicação	68
Figura 15 – Estudos Primários por Meio de Divulgação	68
Figura 16 – Estudos Primários por Tipos de Pesquisa	69
Figura 17 – Estudos Primários por Áreas de Aplicação	70
Figura 18 – Estudos Primários por Subáreas da Computação	70
Figura 19 – Vantagens de MOOCs sob a perspectiva dos alunos	72
Figura 20 – Vantagens de MOOCs sob a perspectiva da iniciativa privada	73
Figura 21 – Vantagens de MOOCs na perspectiva dos instrutores/professores	74
Figura 22 – Vantagens de MOOCs sob a perspectiva das IES	75
Figura 23 – Desafios da Aplicação de MOOCs sob a perspectiva dos alunos	76
Figura 24 – Desafios da Aplicação de MOOCs sob a Perspectiva dos Instrutores/Professores	78
Figura 25 – Desafios da Aplicação de MOOCs sob a Perspectiva das IES	79
Figura 26 – Processo de design para SPOCs, adaptado de (MUÑOZ-MERINO <i>et al.</i> , 2017b)	87
Figura 27 – Distribuição dos estudos primários identificados e selecionados	90
Figura 28 – Estudos primários por ano de publicação	90

Figura 29 – Estudos primários por meio de divulgação	91
Figura 30 – Estudos primários por tipos de pesquisa	91
Figura 31 – Estudos primários por áreas de aplicação	92
Figura 32 – Estudos primários por subáreas da Computação	92
Figura 33 – Vantagens de SPOCs sob a perspectiva dos alunos	93
Figura 34 – Vantagens de SPOCs sob a perspectiva dos instrutores	95
Figura 35 – Vantagens de SPOCs sob a perspectiva das instituições de ensino	96
Figura 36 – Desafios da aplicação de SPOCs sob a perspectiva dos alunos e da iniciativa privada	96
Figura 37 – Desafios da aplicação de SPOCs sob a perspectiva dos instrutores/professores	97
Figura 38 – Desafios da aplicação de SPOCs sob a perspectiva dos alunos e da iniciativa privada	98
Figura 39 – Símbolos da Licença <i>Creative Commons</i>	105
Figura 40 – Conteúdos dos REAs de ES no OWC	107
Figura 41 – Tipos de Recursos dos REAs de ES no OWC	107
Figura 42 – Conteúdos dos REAs de ES na OU	108
Figura 43 – Conteúdos dos REAs de ES na <i>OpenStax</i>	110
Figura 44 – Visão geral da arquitetura proposta por (PIEDRA <i>et al.</i> , 2014)	113
Figura 45 – Visão geral do ecossistema proposto por Sanchez-Gordon e Luján-Mora (2015)	113
Figura 46 – Visão geral do arquitetura proposta por Chunwijitra <i>et al.</i> (2015)	115
Figura 47 – Visão Geral do Ciclo de Vida de MOOCs e SPOCs	132
Figura 48 – Fase de Planejamento	133
Figura 49 – Fase de Desenvolvimento	136
Figura 50 – Fase de Execução	137
Figura 51 – Visão Geral da Fase de Execução do MOOC	137
Figura 52 – Visão Geral da Fase de Execução do SPOC	139
Figura 53 – Visão Geral da Fase de Evolução	140
Figura 54 – Relação entre os critérios de qualidade e as fases do DD-SMOOC	144
Figura 55 – Aplicação das atividades de controle de qualidade: fase de planejamento . . .	152
Figura 56 – Exemplo de rubrica aplicada na avaliação do modelo de negócio	152
Figura 57 – Abstração do modelo de desenvolvimento incremental	154
Figura 58 – Estrutura do curso “Introdução ao Teste de Software em <i>Python</i> ”	158
Figura 59 – Aplicação das atividades de controle de qualidade: fase de desenvolvimento	159
Figura 60 – Aplicação das atividades de controle de qualidade: desenvolvimento dos módulos	160
Figura 61 – Interface do curso	160
Figura 62 – Exemplo de <i>quizz</i> gamificado	163
Figura 63 – Q1: 1. Você pode dizer quais dificuldades você enfrentou durante o desenvol- vimento do material?	169

Figura 64 – Q2: Quais mecanismos você proporia para reduzir essas dificuldades?	170
Figura 65 – Q4: Você acha que a sua participação trouxe contribuição no resultado final do curso? Por qual motivo?	170
Figura 66 – Q1: Você continuaria a contribuir na evolução do curso? De qual maneira? .	171
Figura 67 – Q2: Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira?	171
Figura 68 – Q3: Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira?	172
Figura 69 – Q4: Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira?	172
Figura 70 – Q5: Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos?	173
Figura 71 – Q4: Você acha que a sua participação trouxe contribuição no resultado final do curso? Por qual motivo?	174
Figura 72 – Q1: Você continuaria a contribuir na evolução do curso? De qual maneira? .	175
Figura 73 – Q2: Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira?	175
Figura 74 – Q3: Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira?	176
Figura 75 – Q4: Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira?	176
Figura 76 – Q5: Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos?	177
Figura 77 – Q1: Opinião sobre o material didático	178
Figura 78 – Q2: Opinião sobre a sequência dos tópicos	178
Figura 79 – Q3: Opinião sobre diferentes instrutores	179
Figura 80 – Q4: Opinião sobre a linguagem utilizada	179
Figura 81 – Q5: Opinião sobre o enunciado dos exercícios	180
Figura 82 – Q6: Opinião sobre a contribuição dos exercícios	180
Figura 83 – Q2: O quanto você concorda com a seguinte frase: no geral, o material didático apresentado no curso facilitou o meu aprendizado.	181
Figura 84 – Q3: O quanto você concorda com a seguinte frase: a sequência dos módulos apresentados no curso contribuiu para o meu aprendizado.	181
Figura 85 – Q4: O quanto você concorda com a seguinte frase: o entendimento dos conceitos apresentados no curso foi facilitado por ter sido explanado por diferentes instrutores.	182
Figura 86 – Q5: O quanto você concorda com a seguinte frase: o meu interesse neste campo de estudo foi aumentado após finalizar o curso	182

Figura 87 – Q7: Considerando sua experiência completa com o curso, quais são as possibilidades de recomendá-lo a um amigo ou colega?	183
Figura 88 – Entendimento do DD-SMOOC	185
Figura 89 – Suporte fornecido pelo DD-SMOOC	185
Figura 90 – Seleção de variáveis do experimento	192
Figura 91 – Nível de experiência em programação	193
Figura 92 – Nível de experiência em Teste de Software	194
Figura 93 – Nível de experiência em Python	194
Figura 94 – Plano de execução do experimento	196
Figura 95 – Desempenhos dos grupos controle e experimental	202
Figura 96 – Boxplot: desempenho do grupo controle	203
Figura 97 – Boxplot: desempenho do grupo experimental	203
Figura 98 – Modelagem do processo proposto por (ZHENG <i>et al.</i> , 2016)	229
Figura 99 – Modelagem do processo proposto por (ALARIO-HOYOS <i>et al.</i> , 2014b)	230
Figura 100–Modelagem do processo proposto por (Alzaghoul; Tovar, 2016)	230
Figura 101–Modelagem do processo proposto por (Hassani; Ghanouchi, 2016)	231
Figura 102–Modelagem do processo proposto por (Beltran <i>et al.</i> , 2017)	232
Figura 103–Modelagem do processo proposto por (FASSBINDER; DELAMARO; BARBOSA, 2014)	233
Figura 104–Modelagem do processo proposto por (LEE <i>et al.</i> , 2016)	234
Figura 105–Modelagem do processo proposto por (MUÑOZ-MERINO <i>et al.</i> , 2017b)	235

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação das características entre cMOOCs e xMOOCs, adaptado de (SMITH; ENG, 2013)	38
Tabela 2 – Comparação das plataformas de MOOCs	41
Tabela 3 – Origem dos visitantes das plataformas de MOOC, adaptado de Mutawa (2016)	42
Tabela 4 – MOOCs de Engenharia de Software	45
Tabela 5 – Recomendações para o <i>design</i> e construção de MOOCs	52
Tabela 6 – Comparação de modelos de negócios entre cMOOCs e xMOOCs, adaptado de (APARICIO; BACAO; OLIVEIRA, 2014).	59
Tabela 7 – Diferenças entre classes tradicionais e MOOCs, adaptado de Belgiu <i>et al.</i> (2015)	59
Tabela 8 – Palavras-chave e sinônimos	65
Tabela 9 – Bases de Dados Eletrônicas	65
Tabela 10 – Estudos primários identificados, pré-selecionados e selecionados	66
Tabela 11 – Palavras-chave e sinônimos	88
Tabela 12 – Bases de Dados Eletrônicas	88
Tabela 13 – Estudos primários identificados, pré-selecionados e selecionados	89
Tabela 14 – Conteúdo em Engenharia de Software dos REAs	111
Tabela 15 – Tipos de Recursos em Engenharia de Software dos REAs	111
Tabela 16 – Tipos de Licença Creative Commons dos REAs	111
Tabela 17 – Idiomas dos Conteúdos dos REAs	111
Tabela 18 – Áreas de conhecimento do SWEBOK	121
Tabela 19 – Áreas de conhecimento e unidades do SEEK	123
Tabela 20 – Deficiência de conhecimento encontradas	124
Tabela 21 – Estudos base para modelo de qualidade de MOOCs	142
Tabela 22 – Relação de critérios vs estudos do modelo de qualidade aplicado	142
Tabela 23 – Síntese das observações realizadas	165
Tabela 24 – Guia de Pontuação CIS	190
Tabela 25 – Guia de Pontuação IMMS	191
Tabela 26 – Distribuição dos sujeitos	195
Tabela 27 – Questionário CIS: dimensão atenção	197
Tabela 28 – Questionário CIS: dimensão relevância	198
Tabela 29 – Questionário CIS: dimensão satisfação	198
Tabela 30 – Questionário CIS: dimensão confiança	199

Tabela 31 – Questionário CIS: pontuação das 4 dimensões	199
Tabela 32 – Questionário IMMS: dimensão atenção	200
Tabela 33 – Questionário IMMS: dimensão relevância	200
Tabela 34 – Questionário IMMS: dimensão satisfação	201
Tabela 35 – Questionário IMMS: dimensão confiança	201
Tabela 36 – Questionário IMMS: pontuação das 4 dimensões	201

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Contexto	25
1.2	Motivação e Justificativa	27
1.3	Objetivos	28
1.4	Estrutura da Tese	28
2	MOOCS - <i>MASSIVE OPEN ONLINE COURSES</i>	31
2.1	Considerações Iniciais	31
2.2	Conceitos, Definições e Terminologias	31
2.3	Tipos de MOOCs	35
2.4	Plataformas de MOOCs	37
2.4.1	<i>Mapeamento de MOOCs com conteúdo de Engenharia de Software</i>	41
2.5	Desenvolvimento de MOOCs	46
2.5.1	<i>Avaliação e Qualidade de MOOCs</i>	51
2.6	Modelos de Negócio	56
2.7	Aplicação de MOOCs no Ensino Superior	58
2.8	Considerações Finais	61
3	MOOCS E SUAS APLICAÇÕES	63
3.1	Considerações Iniciais	63
3.2	Planejamento do Mapeamento	63
3.3	Condução do Mapeamento	66
3.4	Publicação dos Resultados	67
3.4.1	<i>Q1: Como os MOOCs estão sendo aplicados em instituições de ensino?</i>	69
3.4.2	<i>Q2: Quais benefícios e desafios podem ser identificados na implantação de MOOCs por instituições de ensino?</i>	71
3.5	Considerações Finais	80
4	SPOCS - <i>SMALL PRIVATE ONLINE COURSES</i>	83
4.1	Considerações Iniciais	83
4.2	Conceitos, Definições e Terminologias	83
4.3	Desenvolvimento de SPOCs	85
4.4	Mapeamento Sistemático: SPOCs e Suas Aplicações	87

4.4.1	<i>Planejamento do Mapeamento</i>	88
4.4.2	<i>Condução do Mapeamento Sistemático</i>	89
4.4.3	<i>Publicação dos Resultados</i>	90
4.4.4	<i>Q1: Como os SPOCs estão sendo aplicados por Instituições de Ensino?</i>	91
4.4.5	<i>Q2: Quais benefícios e desafios podem ser identificados na implantação de SPOCs ?</i>	93
4.5	Considerações Finais	98
5	REAS - RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS	101
5.1	Considerações Iniciais	101
5.2	Conceitos Gerais	101
5.2.1	<i>História dos Recursos Educacionais Abertos</i>	102
5.3	Tipos de Licença para Recursos Educacionais Abertos	103
5.3.1	<i>Open Content License</i>	103
5.3.2	<i>Creative Commons</i>	104
5.4	Iniciativas Envolvendo Recursos Educacionais Abertos	105
5.4.1	<i>MIT Open Courseware</i>	106
5.4.2	<i>UK OpenLearn</i>	106
5.4.3	<i>Carnegie Mellon's Open Learning Initiative</i>	108
5.4.4	<i>OpenStax CNX</i>	109
5.4.5	<i>Sumarização dos Resultados: REAs de Engenharia de Software</i>	110
5.5	Produção de MOOCs a partir de REAs	112
5.6	Considerações Finais	115
6	ENSINO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE	117
6.1	Considerações Iniciais	117
6.2	Currículo de Engenharia de Software	117
6.2.1	<i>SWEBOK - Software Engineering Body of Knowledge</i>	120
6.2.2	<i>SEEK - Software Engineering Education Knowledge</i>	122
6.3	Desafios no Ensino de Engenharia de Software	122
6.4	Estratégias de Ensino de Engenharia de Software	127
6.5	Considerações Finais	130
7	DD-SMOOC: UM PROCESSO DISTRIBUÍDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MOOCS E SPOCS	131
7.1	Considerações Iniciais	131
7.2	DD-SMOOC: Visão Geral	132
7.3	Fase de Planejamento	133
7.4	Fase de Desenvolvimento	135

7.5	Fase de Execução	136
7.6	Fase de Evolução	139
7.7	Indicadores de Qualidade	140
7.8	Considerações Finais	147
8	DD-SMOOC: APLICAÇÃO NO DOMÍNIO DE TESTE DE SOFTWARE	149
8.1	Considerações Iniciais	149
8.2	DD-SMOOC: aplicação de um estudo de caso	149
8.2.1	<i>Planejamento do estudo de caso</i>	<i>150</i>
8.2.2	<i>Preparação e coleta de dados</i>	<i>151</i>
8.2.3	<i>Desenvolvimento do Curso 'Introdução ao Teste de Software em Python'</i>	<i>151</i>
8.2.3.1	<i>DD-SMOOC: Fase de Planejamento</i>	<i>151</i>
8.2.3.2	<i>Fase de Desenvolvimento</i>	<i>159</i>
8.2.3.3	<i>Fase de Execução</i>	<i>162</i>
8.2.3.4	<i>Fase de Evolução</i>	<i>162</i>
8.2.4	<i>Análise dos dados</i>	<i>163</i>
8.2.4.1	<i>Análise dos dados coletados da observação</i>	<i>164</i>
8.2.4.2	<i>Análise dos dados coletados de entrevistas</i>	<i>166</i>
8.2.4.3	<i>Dados coletados de formulários</i>	<i>177</i>
8.2.5	<i>Validação e Sumarização dos resultados</i>	<i>185</i>
8.3	DD-SMOOC no Ensino de Teste de Software: aplicação de um experimento	188
8.3.1	<i>Objetivos</i>	<i>188</i>
8.3.2	<i>Hipóteses</i>	<i>190</i>
8.3.3	<i>Variáveis</i>	<i>192</i>
8.3.4	<i>Sujeitos</i>	<i>192</i>
8.3.5	<i>Design do Experimento</i>	<i>193</i>
8.3.6	<i>Instrumentação</i>	<i>195</i>
8.3.7	<i>Análise e Resultados</i>	<i>196</i>
8.4	Ameaças à Validade	204
8.5	Considerações Finais	205
9	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	207
9.1	Considerações Iniciais	207
9.2	Contribuições	208
9.3	Trabalhos Futuros	209
9.4	Produção Bibliográfica	210

REFERÊNCIAS	213
APÊNDICE A PLATAFORMAS DE MOOCS	225
APÊNDICE B MODELAGEM DE PROCESSOS EXISTENTES DE DESENVOLVIMENTO DE MOOCS E SPOCS	229
APÊNDICE C COURSE INTEREST SURVEY (CIS)	237
APÊNDICE D INSTRUCTIONAL MATERIALS MOTIVATION SUR- VEY (IMMS)	239

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

O crescimento do uso de Tecnologia de Comunicação e Informação em diferentes setores de mercado exige dos profissionais de software além de conhecimentos na área, habilidades essenciais, como a capacidade de trabalho em equipe, a aptidão na resolução de problemas e boas habilidades de comunicação (SANTOS; SOARES, 2013; MARQUES; QUISPE; OCHOA, 2014).

Entretanto, há desafios a serem superados na preparação de alunos de cursos da área de Computação. O principal deles é a queixa de empregadores em relação ao baixo nível de prontidão com que os recém-formados ingressam no mercado de trabalho (MACÍAS, 2012; RADERMACHER; WALIA, 2013; RADERMACHER; WALIA; KNUDSON, 2014). Trata-se de um apontamento recorrente em subáreas da Engenharia de Software, como desenvolvimento e gerência de requisitos, planejamento do projeto, estimativa, arquitetura e projeto de software (DAGNINO, 2014).

O currículo de disciplinas de Engenharia de Software é extenso, o que dificulta o ensino em sua totalidade. Assim, educadores precisam delimitar o conteúdo a ser ensinado, selecionando tópicos de conhecimentos contidos em programas educacionais e diretrizes curriculares (KAJKO-MATTSSON, 2012).

Neste cenário, algumas propostas para o cumprimento das ementas de ensino e para a formação de alunos vêm surgindo. A rápida popularização da Internet, o seu crescimento e a proliferação da informação têm possibilitado novas maneiras de construção e de acesso ao conhecimento, provocando a inclusão de modernas tecnologias em recentes métodos e processos de ensino.

A inserção de tecnologias educacionais traz contribuições, provocando uma transformação no cenário atual de ensino, por meio de recursos que podem ser incorporados às aulas.

Um exemplo dessas novas tecnologias são os MOOCs (*Massive Open Online Courses*), cursos abertos e *online* disponibilizados em provedores como o *Coursera* e o *edX* em parceria com universidades conceituadas (MASTERS, 2011; SIEMENS, 2013; ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014b; KESIM; ALTINPULLUK, 2015).

Há cerca de uma década, os MOOCs ganharam alta popularidade em várias universidades prestigiadas, alcançando reconhecimento entre os pesquisadores educacionais, instrutores e alunos (ROVER *et al.*, 2013; HEW; CHEUNG, 2014). É evidente o sucesso de provedores como o *Coursera*, em que a procura por cursos e o crescimento do número de participantes é cada vez maior. Estes, geralmente, se inscrevem para aprender sobre um determinado tema e aumentar os seus conhecimentos (ROVER *et al.*, 2013). Davis *et al.* (2014) apontam os seguintes fatores de motivação dos participantes com relação aos cursos:

- Em sua maioria, são gratuitos e abertos;
- Servem como um meio de atualização de conhecimento e de enriquecimento do currículo;
- São flexíveis, o que proporciona ao aluno estudar no seu próprio ritmo e horário;
- Possibilitam a construção de comunidades de aprendizagem;
- Proporcionam o desenvolvimento profissional e de aprendizagem ao longo da vida.

A quantidade de cursos oferecidos vem crescendo em proporção ao aumento do número de participantes. Instrutores são atraídos a criarem novos cursos pela quantidade e diversidade de alunos. Os conteúdos geralmente consistem em videoaulas pré-gravadas pelos instrutores, leituras, discussões via fóruns *on-line* e atividades avaliativas, constituídas por testes ou pelo desenvolvimento de projetos práticos (DANIEL, 2012).

Outras tecnologias que podem ser empregadas neste contexto são os SPOCs (*Small Private Online Courses*), uma variação dos MOOCs que surgiu recentemente (FOX, 2013). Tratam-se de cursos disponibilizados *online*, destinados a um pequeno grupo de pessoas. O SPOC é um modelo híbrido de integração da aprendizagem *on-line* com a sala de aula tradicional (ensino presencial) em pequena escala (WANG, 2017).

Nesta vertente, os REAs (Recursos Educacionais Abertos) consistem em outras iniciativas que podem ser utilizadas como apoio ao ensino. São disponibilizados conteúdos educacionais de maneira livre e aberta por meio da Internet, os quais podem ser utilizados por educadores e estudantes. Um REA abrange recursos de aprendizagem, como textos, videoaulas ou módulos educacionais, além de ferramentas e sistemas de apoio ao desenvolvimento desses recursos (HYLÉN, 2006). Outra vantagem é o acesso fácil a sua utilização, pois não há necessidade de pagamento de taxas com licenças autorais.

1.2 Motivação e Justificativa

Os atuais recursos tecnológicos são ferramentas que podem ser utilizadas no apoio ao ensino, tradicional ou não. É primordial a criação de métodos alternativos que propiciem maior apoio ao ensino de tópicos contidos em programas educacionais e diretrizes curriculares. Com isso, espera-se proporcionar uma formação mais completa em congruência às expectativas de futuros empregadores.

Os MOOCs são compostos por recursos como fóruns, videoaulas, atividades de avaliação que oferecem benefícios a seus participantes, como a possibilidade de estabelecer *networking* entre participantes de diferentes partes do mundo por meio de fóruns, nos quais os mesmos possam buscar respostas às suas perguntas, discutir as atividades propostas e fornecer *feedback* a outros alunos (SANTOS; COSTA; APARICIO, 2013; STUHLIKOVA; KOSA, 2013; YUAN; POWELL, 2013).

Adicionalmente, são cursos de fácil acesso que permitem aos alunos realizarem as atividades em seus próprios horários (YUAN; POWELL, 2013; LEONTYEV; BARANOV, 2013). Além disso, os MOOCs são apontados como meios capazes de promover uma importante função social, podendo ser empregados para auxiliar a população de todas as partes do mundo, e não somente a de países desenvolvidos, a ter acesso a educação (SANCHEZ-GORDON; LUJÁN-MORA, 2016). Todavia, MOOCs também apresentam alguns desafios, como as altas taxas de evasão, a falta de interação entre instrutores e alunos, além dos altos custos de esforço e tempo de desenvolvimento.

Diante disso, o conceito de SPOCs foi concebido com o propósito de suprir algumas dessas limitações e apoiar as aulas presenciais ou metodologias semipresenciais de ensino (FOX, 2013; WANG, 2017). Tratam-se de cursos privados, ou seja, restritos a um número reduzido de participantes, o que proporciona maior interação entre os participantes e os instrutores.

MOOCs e os SPOCs são recursos ainda pouco utilizados no ensino de Engenharia de Software, existe um número reduzido de cursos abertos e não há diretrizes para a sua produção e aplicação. Geralmente, o ciclo de vida de MOOCs e SPOCs envolvem 4 fases (planejamento, desenvolvimento, execução e evolução) que necessitam de suporte, pois o processo de produção é extenso e custoso, havendo poucas estratégias de reutilização de recursos para diminuir o tempo e o esforço desta etapa. Além disso, os modelos atuais não empregam o conceito de desenvolvimento colaborativo e distribuído.

Com o suporte disponibilizado durante o ciclo de vida de um MOOC ou SPOC, os envolvidos são apoiados por diretrizes que poderão tornar o seu planejamento, desenvolvimento, execução e evolução menos onerosos. A aplicação da reutilização de recursos educacionais abertos e de uma estratégia de desenvolvimento com equipes geograficamente distribuídas, pode tornar o processo de desenvolvimento do curso menos custoso, diminuindo o tempo e esforço necessários para a sua produção.

A aplicação do desenvolvimento colaborativo também traz contribuições sob a perspectiva da equipe de desenvolvedores do curso, contribuindo na diminuição do esforço e tempo de desenvolvimento. Além disso, a partir da definição da equipe é possível formar comunidades que engajadas na produção de curso da área, contribuindo para a propagação do conhecimento e na homogeneização de conceitos de Engenharia de Software.

1.3 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho de doutorado é propor meios que apoiem as atividades realizadas durante o ciclo de vida de MOOCs e SPOCs, voltados ao ensino de Engenharia de Software. Em especial, é proposta a inserção de elementos de desenvolvimento distribuído e colaborativo por meio da formação de comunidades. A partir do objetivo principal, os objetivos específicos deste trabalho de doutorado foram definidos:

- **Pesquisar metodologias e processos utilizados na concepção e produção de MOOCs e SPOCs:** o objetivo é fornecer o panorama geral sobre o desenvolvimento de MOOCs e SPOCs. A ideia principal é caracterizar como esses cursos são desenvolvidos, identificar as barreiras que dificultam o desenvolvimento e averiguar maneiras de empregar REAs no processo de produção.
- **Investigar estratégias de utilização de MOOCs e SPOCs no ensino de Engenharia de Software:** neste objetivo são definidas as tendências, vantagens e desafios da utilização de MOOCs e SPOCs nos ensinos de Computação e, especificamente, de Engenharia de Software.
- **Estudo e estabelecimento de um processo para apoiar o ciclo de vida de MOOCs e SPOCs:** o objetivo é investigar e estabelecer um processo que forneça suporte ao planejamento, desenvolvimento, execução e evolução de MOOCs e SPOCs, com base em práticas distribuídas e colaborativas de desenvolvimento.
- **Planejamento e condução de um estudo de caso com o intuito de validar o processo proposto:** para validar o processo proposto são usados métodos de pesquisa baseados na observação, em especial a aplicação de um estudo de caso, aplicado com o desenvolvimento de um curso de teste de software.

1.4 Estrutura da Tese

No presente capítulo é apresentada a caracterização deste trabalho de doutorado: o contexto em que o mesmo se insere, a motivação para realizá-lo e os objetivos a serem atingidos. A seguir é apresentada a organização desta tese de doutorado.

No Capítulo 2, inicialmente, são descritos os conceitos básicos, definições e terminologias fundamentais para o entendimento do conceito de MOOCs. Também são apresentados os diferentes tipos de MOOCs, o conceito de plataformas ou provedores, e seus modelos de negócio, além do panorama dos MOOCs existentes na área de Engenharia de Software. O desenvolvimento de MOOCs é outro tópico abordado no capítulo, que serviu de base para o processo proposto neste trabalho. Por último, é discutida a visão geral da aplicação de MOOCs no Ensino Superior.

No Capítulo 3 é relatada a condução de um mapeamento sistemático sobre as aplicações de MOOCs por Instituições de Ensino Superior (IEs). O propósito é investigar as vantagens e desafios na aplicação de MOOCs sob o ponto de vista de pesquisadores ou desenvolvedores, alunos, setor privado e das próprias IEs. A partir dos resultados, é possível caracterizar o uso e as tendências do emprego de MOOCs. As dificuldades e vantagens mais citadas foram mapeadas e serviram como motivação para este trabalho.

Em seguida, no Capítulo 4 são expostos os conceitos relacionados aos SPOCs, como terminologias, definições e técnicas de desenvolvimento. Também é apresentado um mapeamento sistemático relatando as suas aplicações. O propósito é investigar o panorama da aplicação dos SPOCs sob o ponto de vista de pesquisadores ou desenvolvedores, alunos, setor privado e das próprias IEs. A partir dos resultados, é possível caracterizar o uso e as tendências do emprego de SPOCs na área da Computação. As dificuldades e vantagens foram mapeadas e também serviram como motivação para este trabalho.

Os conceitos fundamentais de Recursos Educacionais Abertos (REAs) e sua relação com o desenvolvimento de MOOCs são apresentados no Capítulo 5. Conforme apresentado neste capítulo, a incorporação de REAs no desenvolvimento de MOOCs e SPOCs pode tornar o processo de desenvolvimento menos oneroso.

No Capítulo 6, por sua vez, é dada ênfase aos desafios e abordagens atuais de ensino da Engenharia de Software. A promoção de novas estratégias de ensino também servir como motivação para este trabalho. Existe um potencial na utilização de MOOCs e SPOCs no ensino de Engenharia de Software. Ainda é possível exercer combinações com metodologias ativas de ensino e elementos de gamificação.

No Capítulo 7 é apresentada a proposta para o planejamento, desenvolvimento, execução e evolução de MOOCs e SPOCs. O processo proposto, chamado DD-SMOOC (*Distributed Development for SPOCs and MOOCs*) estabelece diretrizes para o ciclo de vida tanto de MOOCs quanto de SPOCs. Adicionalmente, são inseridos princípios de desenvolvimento colaborativo e distribuído no desenvolvimento dos cursos. As fases e atividades do processo são expostos nesse capítulo.

No Capítulo 8 é descrita a condução de um estudo de caso com o propósito de validar a proposta da pesquisa. Durante a execução do estudo de caso, os dados coletados foram coletados de fontes diversas: observação do estudo, artefatos gerados, rubricas, formulários e entrevistas.

O intuito é promover a avaliação em 3 níveis: (i) formação das comunidades; (ii) aplicabilidade do curso gerado no ensino de Engenharia de Software; (iii) suporte promovido pelo processo no desenvolvimento de cursos. Também, é apresentado um estudo experimental com o propósito de avaliar o curso produzido pelo estudo de caso.

Por fim, no Capítulo 9 é resumido o trabalho realizado nesta pesquisa de doutorado. São sumarizadas as principais contribuições e algumas perspectivas para trabalhos futuros.

MOOCS - MASSIVE OPEN ONLINE COURSES

2.1 Considerações Iniciais

Um dos objetivos deste trabalho é investigar e estabelecer mecanismos para o desenvolvimento distribuído e uso de MOOCs no Ensino de Engenharia de Software. Por se tratar do principal tópico de pesquisa sob o qual este trabalho está fundamentado, é apresentada neste capítulo uma visão geral sobre MOOCs, suas plataformas, seu desenvolvimento e modelos de negócio.

O restante deste capítulo está organizado como apresentado. Na Seção 2.2 são apresentados os principais conceitos e definições. Em seguida, na Seção 2.3, são retratados os tipos de MOOCs: os cMOOCs e os xMOOCs. As principais plataformas e os cursos disponíveis na área de Engenharia de Software são sumarizados na Seção 2.4. O seu desenvolvimento, a avaliação e a qualidade são discutidos na Seção 2.5. Na Seção 2.6, é exposto como MOOCs são sustentáveis em virtude da aplicação de modelos de negócios. A aplicação de MOOCs no Ensino Superior é brevemente discutida na Seção 2.7. Por fim, na Seção 2.8, apresentam-se as considerações finais sobre este capítulo.

2.2 Conceitos, Definições e Terminologias

Um Curso *Online* Aberto e Massivo, do inglês *Massive Open Online Course* (MOOC), é um modelo que disponibiliza conteúdos de aprendizagem abertos de modo online e com capacidade para atingir quantidades massivas de alunos (MASTERS, 2011; ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014b). O acrônimo MOOC foi concebido em 2008 por Dave Cormier e Bryan Alexander para se referir ao curso “*Connectivism and Knowledge*” organizado por George Siemens e Stephen Downes (JANSEN *et al.*, 2015).

Esse curso foi oferecido a estudantes matriculados na Universidade de Manitoba, localizada na província de Manitoba no Canadá. Entretanto, era aberto a qualquer pessoa que tivesse a intenção de participar, com o objetivo de demonstrar o poder das conexões e redes de colaboração entre os participantes. No decorrer do curso, os professores avaliaram apenas os alunos matriculados na universidade; os demais foram examinados por meio de atividades de autoavaliação e avaliações de pares. Após o seu término, o curso foi considerado bem sucedido, com mais de 2.200 participantes matriculados (SANGRÀ; GONZÁLEZ-SANMAMED; ANDERSON, 2015).

Apesar desse balanço positivo, o primeiro MOOC realmente massivo foi o “*Introduction to Artificial Intelligence*”, oferecido em 2011, pela Universidade de Stanford e organizado por Sebastian Thrun e Peter Norvig, que obteve mais de 120.000 inscrições (SANCHEZ-GORDON; LUJÁN-MORA, 2016). Todavia, a abordagem conectivista do curso oferecido por Siemens e Downes foi substituída por outra de caráter transmissivo (SANGRÀ; GONZÁLEZ-SANMAMED; ANDERSON, 2015).

Em 2012, o MIT ofereceu o seu primeiro MOOC intitulado “*Circuits and Electronics*”. Usando sua própria plataforma - a MITx, recebeu mais de 120.000 alunos matriculados. Após tal iniciativa, algumas instituições de prestígio nos Estados Unidos estabeleceram parcerias com grandes empresas, o que resultou no surgimento de várias plataformas de ensino (ATIAJA; PROENZA, 2016). Essa proliferação de plataformas de MOOCs impactou o campo educacional, a ponto de um dos principais jornais dos Estados Unidos, o *The New York Times* publicar um artigo elegendo o ano de 2012 como o “Ano do MOOC”.

A origem e a evolução dos MOOCs estão ilustradas na Figura 1. Nota-se que a sua gênese se deu com a criação do *OpenCourseWare* pelo MIT em 2002 e do *OpenLearn* pela *Open University* em 2006, resultados do desenvolvimento da Educação Aberta (YUAN; POWELL, 2013). Após o lançamento do primeiro MOOC em 2008, houve um crescimento numérico de outros MOOCs, presentes em uma variedade de redes e plataformas.

MOOCs geralmente são compostos por aulas em vídeo, atividades de avaliação e fóruns. As aulas em vídeo têm vários estilos de apresentação, usualmente com a duração entre 5 e 10 minutos, sendo que alguns destes apresentam legendas e *quizzes* embutidos. As atividades de avaliação são propostas em formato de questões autoavaliativas de múltipla escolha ou avaliação aos pares, em que os próprios alunos avaliam uns aos outros (BATURAY, 2015). Os fóruns são o meio pelo qual os alunos postam perguntas e respostas a outros alunos. Também são considerados como o método principal de interação e comunicação entre os participantes do curso e os instrutores.

Os instrutores desempenham papéis cruciais no desenvolvimento e progresso de um MOOC, pois atuam como professores e facilitadores. Além de desenvolver os conteúdos programáticos, os instrutores do MOOC são responsáveis por outras tarefas como gravar videoaulas, guiar as discussões, gerenciar o conteúdo do curso etc.

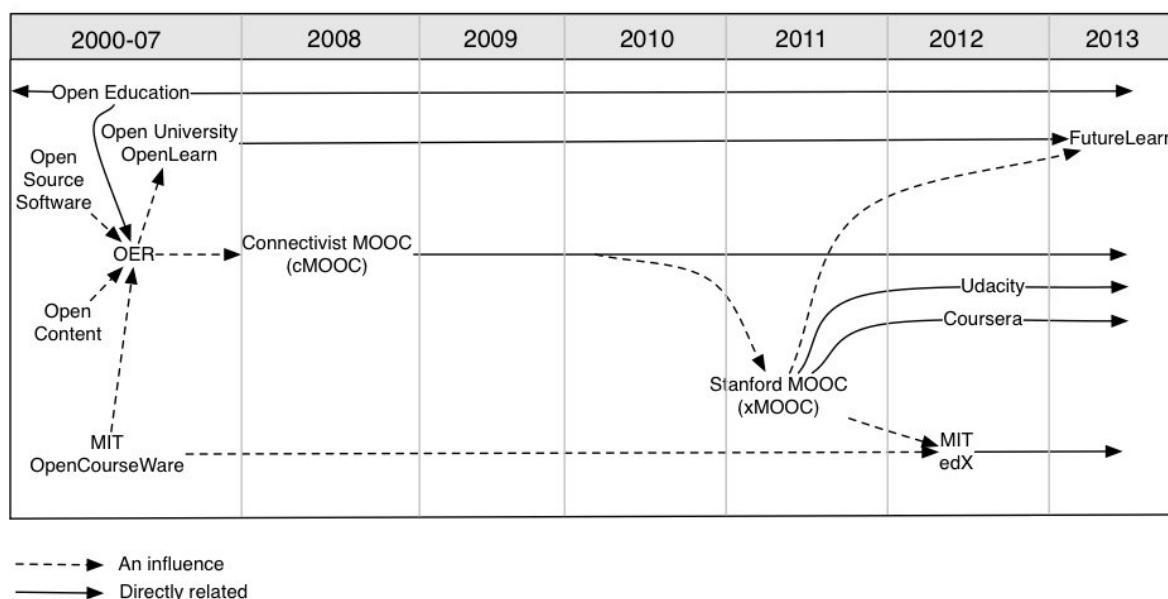


Figura 1 – Linha do tempo da educação aberta e MOOCs, extraído de [Yuan e Powell \(2013\)](#)

Os MOOCs são cursos disponibilizados em plataformas digitais. A abreviatura das iniciais que compreendem o termo é o reflexo dessa definição, pois, ao projetá-lo, os instrutores e *designers* estruturam os seus cursos em um ambiente de caráter massivo, aberto e *online* ([SIEMENS, 2013](#); [KESIM](#); [ALTINPULLUK, 2015](#)):

- **Massivo (*Massive*):** indica que o curso é projetado para apoiar a participação de um grande número de participantes, na ordem de centenas de milhares de pessoas. Uma vantagem em se ter um grande número de participantes é a oportunidade de formação de subredes colaborativas. Isso pode suscitar outra interpretação para o termo “massivo”, relacionada à enorme quantidade de conhecimento que é gerado e trocado entre os participantes ([PETERS](#); [SERUGA, 2016](#)).
- **Aberto (*Open*):** pode ser interpretado de duas maneiras distintas. Por um lado, refere-se ao fato de que estes cursos são oferecidos gratuitamente, ou seja, livres de custos. A segunda interpretação é que o termo “aberto” diz respeito ao livre acesso ao curso, ou seja, é permitida a inscrição de qualquer pessoa ([PETERS](#); [SERUGA, 2016](#); [CURINGA, 2016](#)).
- **online:** refere-se à base tecnológica que permite o funcionamento de um MOOC. As atividades de aprendizagem, a disponibilização do conteúdo e as interações entre os participantes ocorrem em um ambiente virtual, o que seria impossível sem o apoio da Internet e das últimas tecnologias.

Por fim, a letra C do acrônimo indica o termo “Curso” e faz referência ao conteúdo de aprendizagem a ser entregue aos alunos, que pode incluir REAs (Recursos Educacionais Abertos), objetos de aprendizagem, avaliações ou ferramentas de análise de aprendizagem ([YOUSEF et](#)

al., 2014a). O conteúdo de aprendizagem é estruturado de acordo com o conceito didático do MOOC, enquanto que o desenvolvimento do curso segue os objetivos de aprendizagem predefinidos (WULF *et al.*, 2014). Além disso, há algumas convenções não oficiais relativas ao seu funcionamento: as datas para início e término, o *design*, os créditos, os métodos de distribuição, a escolha do formato das videoaulas etc Siemens (2013), Mihai, Vlad e Radu (2015). Na Figura 2 é sintetizada a definição do termo MOOC.

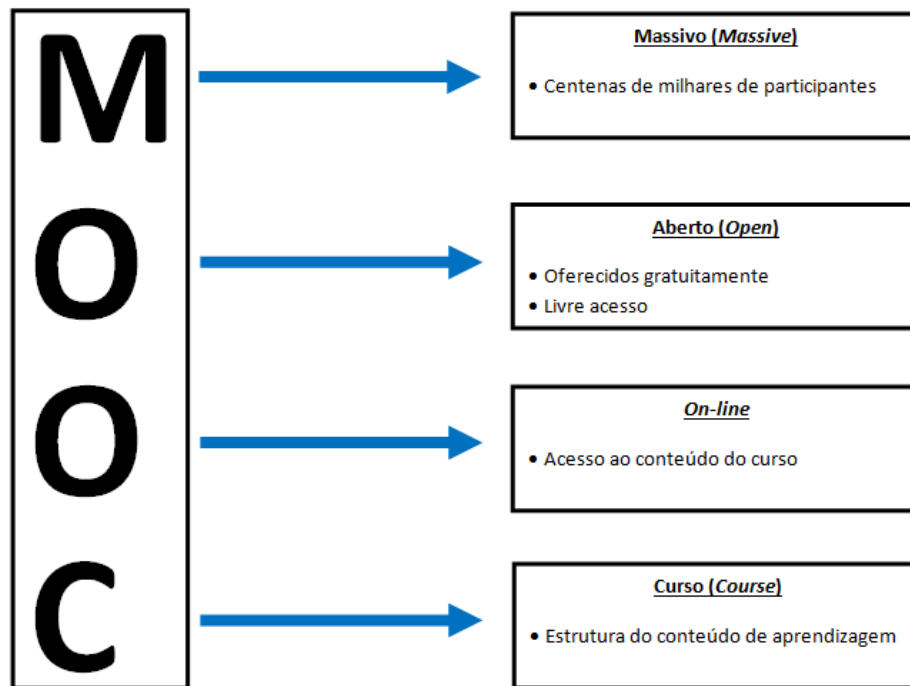


Figura 2 – Síntese do significado do termo MOOC

A grande vantagem proporcionada por MOOCs é que o usuário pode planejar sua participação de acordo com os objetivos de aprendizagem, disponibilidade, conhecimentos e habilidades. Assim, pode escolher “o que, como e quando estudar” por meio de plataformas como Coursera e edX. Outra vantagem é a possibilidade de estabelecer *networking* com outros participantes, de diferentes partes do mundo, por meio de fóruns e avaliações *peer-review* (SANTOS; COSTA; APARICIO, 2013; STUCHLIKOVA; KOSA, 2013; YUAN; POWELL, 2013). Essa série de benefícios é propiciada por um conjunto de características dos MOOCs (YUAN; POWELL, 2013; LEONTYEV; BARANOV, 2013). São elas:

- Escalabilidade: os cursos são projetados para suportar um número indefinido de participantes.
- Diversidade de alunos: há um grande número de inscritos oriundos de diversas partes do mundo.
- Acessibilidade: um computador pessoal, acesso à Internet e uma mínima literacia em informática são os únicos pré-requisitos para se registrar e acessar um MOOC.

- Flexibilidade: embora existam prazos estabelecidos para a submissão de atividades de avaliação, a natureza *online* dos cursos permite que os alunos realizem essas atividades em seus próprios horários.
- Avaliação: os MOOCs usam sistemas de avaliação automatizada ou aos pares.
- Interação aluno-aluno: os alunos são encorajados a participar de discussões em fóruns, nos quais podem buscar respostas para as suas perguntas, discutir as atividades propostas e fornecer *feedback* a outros alunos.
- Interação aluno-instrutor: a natureza massiva do MOOC limita esse tipo de interação e a torna dependente da disponibilidade e do envolvimento dos instrutores. A comunicação entre os alunos e os instrutores pode ocorrer por meio de fóruns ou sessões de *webcasts* ao vivo.

2.3 Tipos de MOOCs

A oferta atual de MOOCs é classificada conforme o modelo pedagógico cognitivo-comportamental, ou seja, a classificação pode variar de acordo com a maneira em que o MOOC é configurado, entregue e utilizado (TU *et al.*, 2013). Dentre os modelos existentes, destacam-se: xMOOCs e cMOOCs.

Os xMOOCs são oferecidos em um modelo de aulas tradicional, com um tutor que se utiliza de videoaulas e alunos que são avaliados por atividades. Esse formato, iniciado em 2011 com o curso de Inteligência Artificial da Universidade Stanford, é adotado atualmente por universidades como MIT (edX) e Harvard (edX), além da própria Stanford (Coursera) (STEWART, 2013). Os tópicos do curso são abordados semanalmente por meio de videoaulas, que possuem duração de 3 a 30 minutos. Devido ao grande número de estudantes, as atividades são avaliadas por meio de ferramentas automatizadas como *quizzes* e da participação em fóruns de discussão (BALI, 2014).

São projetados de acordo com o modelo behaviorista (cognitivo-comportamental) tradicional, no qual ocorre a transferência de informações do professor para o aluno. Tal situação reduz os alunos a uma posição em que meramente recebem informações, não dando condições para que usem a sua criatividade e o desenvolvimento cognitivo. Nos xMOOCs, a informação é transferida dos instrutores para os estudantes por meio de videoaulas. Os participantes são avaliados posteriormente com o apoio de ferramentas automatizadas (SMITH; ENG, 2013), conforme ilustrado na Figura 3.

A oferta de xMOOCs é feita em plataformas nas quais o instrutor fornece videoaulas para transmitir o conteúdo do curso, enquanto que cada aluno o segue em sua própria velocidade de aprendizagem (KESIM; ALTINPULLUK, 2015; GLUSAC; KARUOVIC; MILANOV, 2015). O diferencial dos cursos neste formato, com relação às aulas tradicionais é o fato das videoaulas

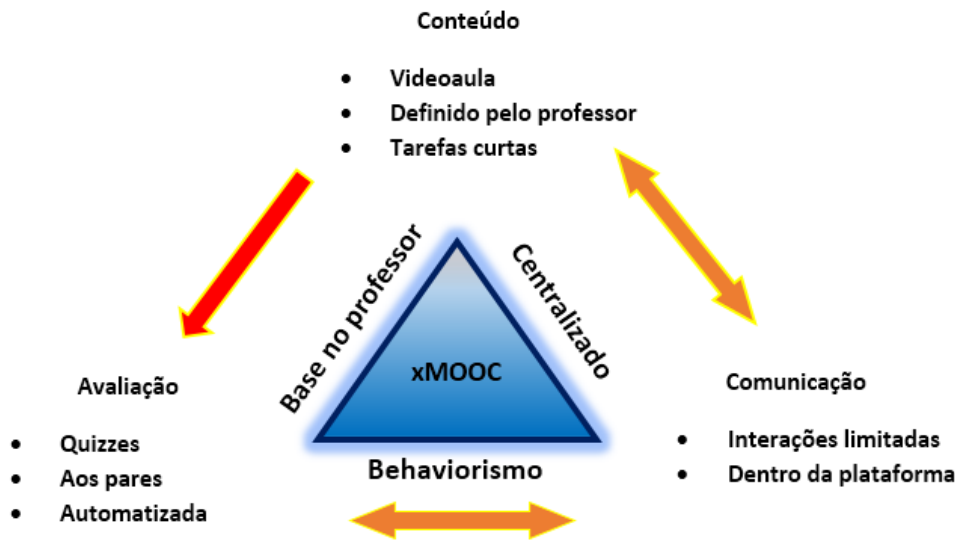


Figura 3 – Síntese das características dos xMOOCs, adaptado de [Yousef et al. \(2014a\)](#)

dos professores serem enriquecidas com atividades práticas e questionários durante e posteriormente à exposição, colocando o foco nas habilidades de compreensão dos alunos ([KESIM; ALTINPULLUK, 2015](#)).

Nos cMOOCs (*Connectivist MOOCs or Network-based MOOCs*), por sua vez, os recursos são fornecidos, mas a exploração é mais importante do que qualquer conteúdo específico. Os instrutores exercem um papel de guia, em que encorajam os participantes a encontrarem seus próprios caminhos através do material disponibilizado, enfatizando fortemente as habilidades de autorregulação. São baseados em um modelo pedagógico conectivista, segundo o qual a aprendizagem não é mais uma atividade interna e individual ([SIEMENS, 2013](#); [STEWART, 2013](#); [SUBBIAN, 2013](#)). Apostam, também, no *networking* como maneira de gerar e compartilhar o conhecimento e podem se utilizar de ferramentas online e redes sociais, conforme ilustrado na Figura 4.

A teoria do conectivismo aponta que cada indivíduo é responsável por sua própria aprendizagem. Nos cMOOCs, o aluno, de forma individual, estrutura e gerencia o seu aprendizado, estabelecendo uma rede de entendimento pessoal ([KESIM; ALTINPULLUK, 2015](#)). É empregado um sistema no qual o aluno é independente durante todo o processo de conhecimento, o que lhe permite determinar os seus próprios objetivos de aprendizagem. Entretanto, apesar de suas vantagens, pode-se afirmar que esse modelo torna a avaliação e os processos de certificação complexos ([KESIM; ALTINPULLUK, 2015](#)).

O conectivismo baseia-se no princípio de que todo aprendizado começa com uma conexão ([SIEMENS, 2013](#)). A aprendizagem, nessa vertente, é influenciada e auxiliada pela socialização, tecnologia, diversidade e depende do compartilhamento de conhecimento. De acordo com [Siemens \(2005\)](#), os princípios conectivistas são:

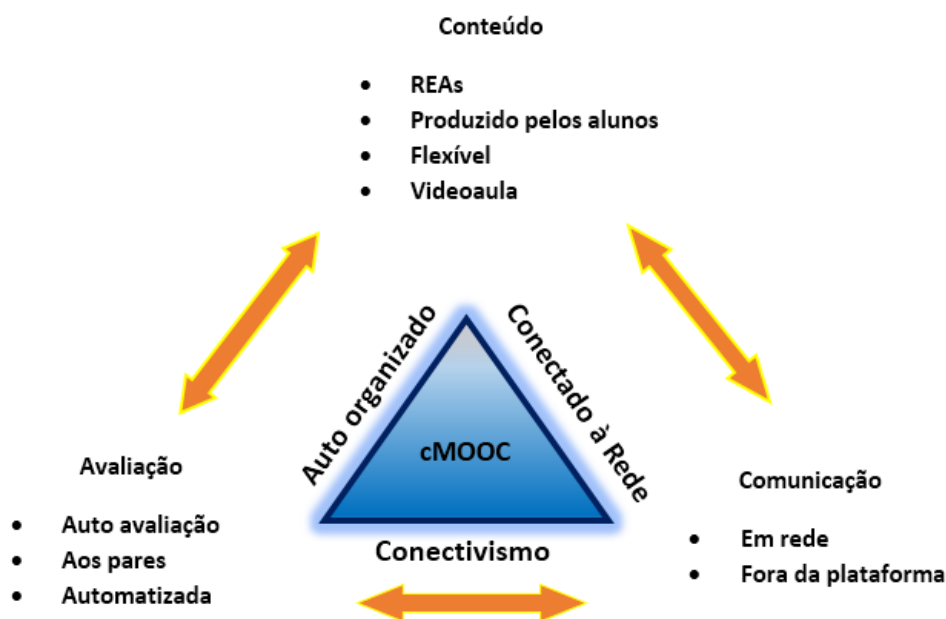


Figura 4 – Síntese das características dos cMOOCs, adaptado de Yousef *et al.* (2014a)

- A aprendizagem e o conhecimento são apoiados na diversidade de opiniões;
- A aprendizagem é um processo de conexão de nós especializados ou fontes de informação;
- A capacidade de saber mais é mais crítica do que o que é atualmente conhecido;
- É necessário manter conexões para facilitar a aprendizagem contínua;
- A capacidade de ver conexões entre campos, ideias e conceitos é uma habilidade central;
- Uma tomada de decisão (escolher o que aprender e o significado da informação recebida) é, por si própria, um processo de aprendizagem.

Apesar de apresentarem características comuns, os xMOOCs e os cMOOCs são conceitos bem distintos. As principais diferenças referem-se ao *design* instrucional e ao paradigma de aprendizagem: os cMOOCs aplicam o conectivismo como paradigma instrucional, enquanto que os xMOOCs aplicam o paradigma cognitivo-comportamental (YUAN; POWELL, 2013; TU *et al.*, 2013). Os cMOOCs enfatizam a aprendizagem colaborativa e os cursos são construídos em torno de um grupo. Por outro lado, o modelo instrucional (xMOOCs) é, essencialmente, uma extensão dos modelos pedagógicos tradicionais praticados em instituições de ensino. As principais características de xMOOCs e cMOOCs são apresentadas na Tabela 1.

2.4 Plataformas de MOOCs

Plataformas de MOOCs são ambientes que fornecem serviços e estrutura para a execução de um MOOC. Sua origem se deu no início dos anos 2000, quando houve uma mobilização e,

Tabela 1 – Comparação das características entre cMOOCs e xMOOCs, adaptado de (SMITH; ENG, 2013)

Características	cMOOC	xMOOC
Conteúdo do Curso	Natureza exploratória: o material inicialmente postado serve como ponto de partida; os participantes são incentivados a explorar e compartilhar novos materiais	Tradicional: o material é publicado na própria plataforma e assemelha-se ao de abordagens tradicionais de ensino
Interação	Predominante aos pares Monitoradas pelo instrutor Descentralizada: ocorre em fóruns ou plataformas sociais	<i>Feedback</i> do instrutor <i>Feedback</i> dos participantes Centralizada: ocorre em fóruns dentro da plataforma
Métodos de Avaliação	Formativa Somativa Pelo instrutor Aos pares	Formativa Somativa Automatizada Aos pares
Papel do Instrutor	Não tradicional: atua como monitor/mediador	Tradicional: transfere conhecimento para os alunos
Papel do Aluno	Aprendiz autônomo	Aprendizagem por meio da recuperação da informação
Modelo Pedagógico	Conectivista	Cognitivo-Comportamental

nesta, as universidades disponibilizaram livre acesso aos materiais de seus cursos. Por exemplo, o *Massachusetts Institute of Technology OpenCourseWare* (MIT OCW) forneceu acesso aos cursos e materiais como notas de aula, videoaulas e atividades de avaliação (YUAN; POWELL, 2013; MUTAWA, 2016). Nos últimos anos, várias plataformas emergiram, variando de pequenas plataformas experimentais em universidades à *start-ups* profissionais que estabelecem modelos de negócios sólidos (PETERS; SERUGA, 2016).

Existem muitas plataformas de MOOCs disponíveis, que se diferenciam pelo escopo de serviços e público-alvo. As mais conhecidas são: Coursera, edX, Udacity, Udemy, Khan Academy e Venture Lab (MUTAWA, 2016). Estas permitem que os participantes se inscrevam em qualquer curso que desejarem, realizando suas tarefas e questionários, e completem o programa em um determinado período de semanas. Para tanto, basta realizar um cadastro e se tornar um membro.

Algumas dessas plataformas oferecem cursos com universidades parceiras, como Coursera, Udemy, Udacity, edX, Class2Go, OpenupEd. A maioria dos cursos é isenta de taxa de inscrição e, em alguns casos, poderá ser cobrada uma pequena taxa para emissão do certificado de conclusão.

O Coursera ¹ foi fundado por Andrew Ng and Daphne Koller da Stanford University

¹ <https://www.coursera.org/>

(YUAN; POWELL, 2013; MUTAWA, 2016). Atualmente, essa plataforma é parceira de universidades prestigiadas provenientes de 29 países como Yale University, Stanford University, University of London, Princeton University, University of Toronto e The University of Melbourne. No Brasil, as instituições parceiras são a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Possui mais de 24 milhões de alunos matriculados em cerca de 2000 cursos distribuídos em áreas como Ciências Humanas, Medicina, Biologia, Ciências Sociais, Matemática, Administração e muitos outros. Na área da Ciência da Computação, existem cerca de 600 cursos gratuitos agrupados em subáreas: Desenvolvimento de Software, Desenvolvimento Web e Móvel, Algoritmos, Redes e Segurança e *Design* e Produto.

Todos os vídeos são hospedados na própria plataforma e podem ser integrados com *quizzes* no formato de escolha múltipla ou respostas curtas. Os fóruns são utilizados para discussão e os instrutores podem apoiar o curso com muitos recursos diferentes, como *links* externos, documentos e mídias.

O acesso aos cursos é livre, embora seja uma plataforma com fins lucrativos. Geralmente, o estudante pode optar em pagar uma taxa para adquirir a certificação do curso. O Coursera também oferece cerca de 160 programas de especialização em cooperação com seus parceiros. Na especialização, o aluno segue uma trilha composta de uma sequência pré-especificada de cursos. Ao final é realizado um exame para fins de certificação da universidade parceira.

O Udacity² foi fundado em 2011 por Sebastian Thrun, David Evans e Mike Sokolsky a partir do curso de Introdução à Inteligência Artificial da *Stanford University* e tinha como objetivo tornar a educação acessível a todos. Oferece programas *Nanodegree* em parceria com instituições, como o *Google*, *Facebook* e *Github*, disponibilizando tecnologias específicas e competências que ajudarão a preparar os alunos para o mercado de trabalho (MUTAWA, 2016).

O catálogo é composto por cursos na área de Computação e Tecnologia da Informação, como aprendizagem de máquina, desenvolvimento web e móvel. Assim como o edX, o Udacity também classifica os cursos de acordo com a dificuldade. O seu formato segue o mesmo do primeiro curso de Introdução à Inteligência Artificial, com *quizzes* e videoaulas criadas em estúdios locais (MUTAWA, 2016). Os cursos são gratuitos, mas há a cobrança de taxas para a emissão de certificados. O Udacity é pioneiro em oferecer o mestrado *online* do Georgia Institute of Technology em Ciência da Computação.

O edX³ é uma plataforma sem fins lucrativos que foi lançada em setembro de 2012 por meio de colaboração entre o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) e as Universidades de Harvard e Berkeley (MUTAWA, 2016). Atualmente, conta com a parceria de 110 importantes universidades, como *Princeton University*, *Boston University*, *University of Toronto*, dentre

² <https://www.udacity.com/>

³ <https://www.edx.org/>

outras.

São mais de 33 milhões de alunos distribuídos em mais de 1270 cursos de temas como Direito, História, Ciências, Engenharia, Negócios, Ciências Sociais, Inteligência Artificial, entre outros. Os cursos podem exigir pré-requisitos e são categorizados em três diferentes níveis de dificuldade: introdutório, intermediário e avançado, sendo que alguns oferecem certificados de realização mediante pagamento de uma taxa. Os vídeos estão hospedados no *YouTube* e os cursos podem apresentar questionários com perguntas de múltipla escolha ou respostas curtas. Em Ciência da Computação, há 313 cursos, como os de programação em Python e Java e o de Introdução à Ciência da Computação

O Udemy ⁴, fundado por Eren Bali, Oktay Caglara e Gagan Biyani, possui mais de 14 milhões de alunos matriculados em mais de 42.000 cursos, sendo a maioria destes pagos. Verifica-se que, na área de Desenvolvimento em Computação, há aproximadamente 370 cursos gratuitos e 2575 pagos (os valores podem chegar a U\$69).

Ao contrário das plataformas discutidas anteriormente, não há parcerias com universidade; os cursos são desenvolvidos por instrutores recrutados pela equipe da plataforma. Assim, o Udemy permite e oferece suporte para que qualquer especialista ou amador (existe a possibilidade do usuário registrar interesse em ser instrutor na plataforma) disponibilize um curso *online* após a avaliação de alguns requisitos de garantia de qualidade, por exemplo, a qualidade de áudio e vídeo (GLUSAC; KARUOVIC; MILANOV, 2015; MUTAWA, 2016).

Os cursos do Udemy podem ser providos com recursos variados, tais como: vídeos, áudios, documentos textuais de vários formatos ou apresentações do *Microsoft PowerPoint* (MUTAWA, 2016). Também se permite a adição de *quizzes* de três tipos: respostas curtas, verdadeiro ou falso e múltipla escolha.

Na Tabela 2 é apresentada uma comparação entre quatro plataformas de MOOCs. A Udemy caracteriza-se por um número muito maior de cursos do que as demais, o que se deve a sua política de submissão, pois qualquer aluno cadastrado pode submeter um curso. Em contrapartida, as demais plataformas oferecem cursos em parceria com instituições renomadas, o que influencia na qualidade e na menor quantidade em que esses são disponibilizados. Todas as plataformas apresentam um número considerável de alunos inscritos, assim como recursos técnicos semelhantes.

Coursera e edX oferecem cursos gratuitos, porém os certificados são pagos. Em alguns casos, o pagamento da taxa também propicia um acompanhamento diferenciado do aluno, como a correção de suas tarefas pela equipe de instrução. A Udacity disponibiliza um catálogo gratuito de cursos; porém, a sua trilha de *nanodegree* é paga. Para o incentivo da conclusão, a Udacity adota a política de devolução de 50% do valor da mensalidade, caso o aluno termine o curso no prazo. Por fim, a Udemy dispõe de modalidades gratuitas e não gratuitas.

⁴ <https://www.udemy.com/>

Tabela 2 – Comparação das plataformas de MOOCs

	Cousera	edX	Udacity	Udemy
Fundação	Abril de 2012	Setembro de 2012	Fevereiro de 2012	Mai de 2014
Número de Cursos	2.000	1.270	173	45.000
Número de Línguas	7	2	12	33
Cursos em Português	47	36	2	1.173
Cursos em Ciência da Computação	600	313	43	– ¹
Categorias dos Cursos	10	30	29	15
Instituições Parceiras	150	27	125	0
Taxas dos Cursos	Apenas para emissão de certificados	Apenas para emissão de certificados	Gratuitos e não gratuitos	Gratuitos e não gratuitos
Número de Alunos	24 milhões	33 milhões	4 milhões	15 milhões
Funcionalidades	Programa dos cursos, videoaulas, avaliações, fóruns.	Programa dos cursos, videoaulas, avaliações, fóruns.	Programa dos cursos, videoaulas, avaliações, fóruns.	Programa dos cursos, videoaulas, avaliações, fóruns.

¹Não há cursos categorizados em Ciência da Computação

A procedência dos visitantes e alunos das plataformas é variada, conforme o demonstrado na Tabela 3. Os dados indicados representam a origem dos seis maiores visitantes por plataforma. Nota-se a diversificação destes visitantes, oriundos dos cinco continentes. Os Estados Unidos, a Índia e o Brasil lideram as estatísticas, com uma presença maciça de visitantes nas quatro plataformas.

2.4.1 Mapeamento de MOOCs com conteúdo de Engenharia de Software

A relação entre MOOCs e Engenharia de Software já é iniciada nas fases de desenvolvimento do próprio MOOC. Podem ser utilizados métodos e ferramentas de engenharia de software para a entrega eficaz, customizável e avaliável do curso. Além disso, novas tecnologias de software são necessárias para o desenvolvimento de modernos complementos do MOOC, como automatizar o processo de avaliação ou promover a personalização da plataforma (DASARATHY

Tabela 3 – Origem dos visitantes das plataformas de MOOC, adaptado de Mutawa (2016)

	Cousera	edX	Udacity	Udemy	Ranking
Estados Unidos	1º - 30.1 %	1º - 29.0 %	1º - 28.7 %	1º - 22.1 %	1º
Índia	2º - 13.7 %	2º - 15.8 %	2º - 23.2 %	2º - 20.0 %	2º
China	3º - 5.9 %	4º - 3.9 %	-	-	4º
Brasil	4º - 4.5 %	3º - 5.4 %	4º - 2.2	4º - 3.6 %	3º
Rússia	5º - 4.2 %	-	-	-	8º
México	6º - 2.4 %	6º - 2.1 %	-	-	7º
Reino Unido	-	5º - 2.4 %	-	3º - 3.8 %	5º
Canadá	-	-	3º - 2.6 %	6º - 2.9 %	6º
Egito	-	-	5º - 2.1 %		10º
Arábia Saudita	-	-	6º - 2.1 %		11º
Austrália				5º - 3.3 %	9º

et al., 2014).

Atualmente, profissionais de software cada vez mais utilizam de educação via MOOCs e tecnologias digitais de aprendizagem, requalificando-se por meio de novas tecnologias, métodos e tendências. Os MOOCs proporcionam meios para que esses profissionais atualizem seus conjuntos de habilidades de forma acessível em suas próprias condições e prazos.

As recentes plataformas de aprendizagem fornecem uma boa quantidade de cursos em disciplinas de Ciência da Computação, como programação e algoritmos. Entretanto, há poucos na área de Engenharia de Software e seus temas específicos, como Engenharia de Requisitos ou Arquitetura de Software. Ainda, segundo Figueiredo *et al.* (2014), não existe uma avaliação sistemática desses cursos para verificar se realmente apoiam a aprendizagem de conceitos referentes às modalidades destacadas.

Figueiredo *et al.* (2014) desenvolveram um MOOC intitulado “Introdução à Engenharia de Software”. Com cerca de 250 estudantes inscritos, baseia-se em um equivalente a um curso presencial de Engenharia de Software da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Encontra-se disponibilizado na plataforma Udemy⁵ e é composto por 44 videoaulas distribuídas em 7 seções, 160 perguntas organizadas em 16 *quizzes*, além de vários tópicos de discussão em que os alunos podem interagir entre si.

Na composição do curso verifica-se uma seção introdutória, seguida por outras seis: Processos de Software, Engenharia de Requisitos, Modelagem de Software, Técnicas de Desenvolvimento, Reutilização de Software e Qualidade de Software.

O trabalho desenvolveu-se através da utilização de três tipos de métodos de ensino distintos, sendo que cada um deles foi aplicado em uma turma distinta para, posteriormente, promover a comparação de resultados. São estes:

⁵ <https://www.udemy.com/engenharia-de-software-ufmg>

- Presencial: método de ensino tradicional em que o professor utiliza aula presencial expositiva;
- *online*: método 100% não presencial em que o conteúdo programático foi abordado por meio de um MOOC;
- Híbrido: é uma combinação dos métodos presencial e *online*.

A avaliação foi efetuada mediante a análise do desempenho dos alunos ao final da aplicação dos três métodos. Os resultados indicaram que os discentes que participaram de um curso híbrido alcançaram um melhor desempenho do que aqueles que participaram apenas do presencial. Os alunos do curso híbrido e do curso 100% *online* apresentaram desempenhos semelhantes.

Nesta subseção, também são expostos os resultados de um mapeamento de MOOCs existentes na área de Engenharia de Software. A primeira etapa consistiu na definição das plataformas investigadas durante o mapeamento. A lista de plataformas, exibida no Apêndice A, foi elaborada após uma pesquisa realizada em sites de busca de MOOCs, como o *MOOC List*⁶ e o *MOOC Search Engine*⁷.

Foram analisadas 89 plataformas, das quais apenas 11 oferecem cursos de Engenharia de Software. Na Figura 5 é apresentada a distribuição dos cursos em 10 das 11 plataformas. Desta primeira análise, foi excluída a plataforma Udemy (analisada posteriormente), devido ao grande número de MOOCs encontrados. As plataformas mais prestigiadas (Coursera, edX e Udacity) são as principais fontes de MOOCs de Engenharia de Software, mesmo não apresentando um grande número deles.

Os MOOCs encontrados são variados e abordam conceitos de Engenharia de Software, como arquitetura, modelos de processo, engenharia de requisitos, *design*, qualidade, teste e gerenciamento de projetos. Outro tópico bastante abordado é o de desenvolvimento ágil, em que são expostos conceitos de planejamento e gerência no desenvolvimento das aplicações com base em modernas práticas de modelagem ágil.

Há, também, MOOCs que tratam de ferramentas de apoio a atividades ao longo do processo de desenvolvimento de software. São ferramentas que auxiliam no gerenciamento e controle de versão, na modelagem UML, no gerenciamento de projetos e no teste de software. Na Tabela 4, são apresentadas as características dos MOOCs encontrados no processo de mapeamento.

Após a análise dos dados, conclui-se que alguns destes MOOCs não apresentam os atributos que os caracterizam como tal. Na verdade, trata-se de cursos compostos de videoaulas, sem atividades de avaliação aos pares, *quizzes* ou fóruns. Com isso, a interação entre os alunos

⁶ <https://www.mooc-list.com/>

⁷ <http://moocse.com/>

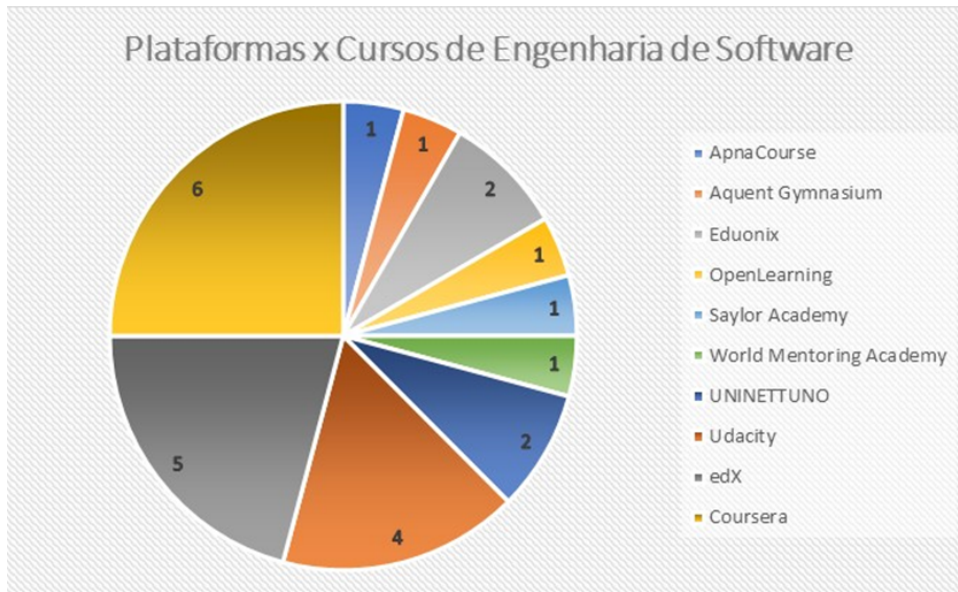


Figura 5 – Distribuição dos MOOCs de Engenharia de Software

torna-se prejudicada, o que descaracteriza a sua qualidade conectivista. Outro fator desfavorável é a falta de legendas nas videoaulas, dificultando a inclusão de alunos que não dominam a língua inglesa. Por outro lado, em quase totalidade dos MOOCs são gratuitos e, na maioria dos casos, apenas há cobrança de taxas na emissão de certificado, quando disponível.

Conforme apresentado na Tabela 2, a Udemy disponibiliza um grande número de MOOCs. No contexto de Engenharia de Software, também há uma quantidade considerável de MOOCs. Essa plataforma também oferece MOOCs/cursos que não apresentam os atributos que se caracterizam como tal. Em relação à característica massiva, há MOOCs que não alcançam uma centena no número de inscritos. Além disso, a minoria dos cursos oferece atividades de avaliação (*quizzes* ou práticas), conforme ilustrado na Figura 6.

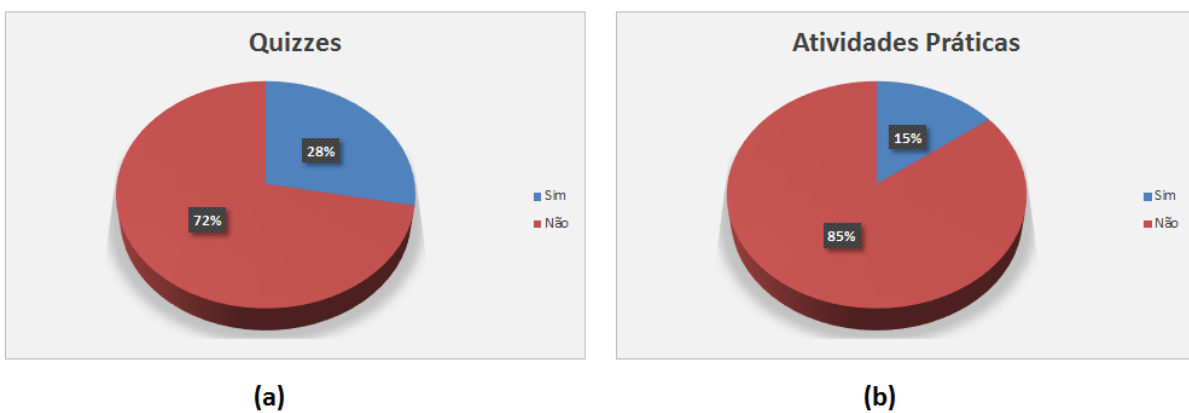


Figura 6 – Atividades de avaliação presentes nos MOOCs de Engenharia de Software da Udemy

O problema de inclusão de alunos sem o domínio da língua inglesa também é observado nesta plataforma. A grande maioria dos MOOCs e suas videoaulas são ofertadas na língua inglesa

Tabela 4 – MOOCs de Engenharia de Software

Curso	Valor (U\$)	Plataforma	Módulos	Certificação	Atividades (Formato)	Fóruns	Videoaulas (Áudio)	Videoaulas (Legenda)
Arquitetura de Software em Projetos Ágeis	0	Coursera	4	U\$ 29.00	Práticas Quizzes	Sim	Português	Português
TDD Desenvolvimento de Software Guiado por Testes	0	Coursera	4	U\$ 29.00	Práticas Quizzes	Sim	Português	Português
Princípios de Desenvolvimento Ágil de Software	0	Coursera	4	U\$ 29.00	Práticas Quizzes	Sim	Português	Português
Técnicas Avançadas para Projeto de Software	0	Coursera	Sem Informações	U\$ 29.00	Sem Informações	Sim	Português	Português
Gerenciamento de Projetos	0	Coursera	4	U\$ 39.00	Quizzes	Sim	Inglês	Português Vietnamita
Desenvolvimento Ágil com Padrões de Projetos	0	Coursera	Sem Informações	U\$ 29.00	Sem Informações	Sim	Sem Informações	Sem Informações
Desenvolvimento Ágil com Java Avançado	0	Coursera	4	U\$ 29.00	Práticas Quizzes	Sim	Português	Português
UML Class Diagrams for Software Engineering	0	edX	3	U\$ 49.00	Não há	Sim	Inglês	Inglês
Agile Software Development	0	edX	5	Não há	Quizzes	Sim	Inglês	Inglês
Managing Projects with Microsoft Project	0	edX	6	U\$ 49.00	Não há	Sim	Inglês	Inglês
Developing International Software	0	edX	3	U\$ 49.00	Não há	Sim	Inglês	Inglês
The Software Architect Code	0	edX	4	Não há	Práticas	Sim	Inglês	Inglês
Software Testing	0	Udacity	8	Não há	Práticas Quizzes	Sim	Inglês	Inglês Árabe
Como Usar o Git e o GitHub	0	Udacity	4	Não há	Práticas Quizzes	Sim	Inglês	Inglês Árabe Chinês Português
Software Development Process	0	Udacity	15	Não há	Práticas Quizzes	Sim	Inglês	Inglês
Software Architecture & Design	0	Udacity	4	Não há	Práticas Quizzes	Sim	Inglês	Inglês
Unified Modeling Language (UML)	10.00	ApnaCourse	3	Sim	Não há	Sim	Inglês	Não há
Introduction to Git and Github	0	Aquent Gymnasium	8	Não há	Não há	Não há	Inglês	Não há
Git and GitHub Essentials	29.00	Eduonix	11	Sim	Não há	Não há	Inglês	Não há
Learn Software Testing certification course	19.00	Eduonix	9	Não há	Não há	Não há	Inglês	Não há
Software engineering	0	OpenLearning	9	Sem Informações	Práticas	Sim	Inglês	Não há
Software engineering	0	Saylor Academy	10	U\$ 25.00	Quizzes	Não há	Inglês	Não há
Software engineering	0	World Mentoring Academy	39	Não há	Não há	Sim	Inglês	Inglês
Software engineering and object oriented programming	0	Uninettuno	46	Não há	Não há	Sim	Italiano	Inglês Italiano
Software Engineering	0	Uninettuno	25	Não há	Não há	Sim	Italiano	Inglês Italiano

e sem legendas, conforme ilustrado na Figura 7. As legendas, quando disponíveis, também são no mesmo idioma das videoaulas. Em relação aos conteúdos programáticos, a maioria dos MOOCs aborda ferramentas de apoio às atividades no processo de desenvolvimento de software, poucos programas exploram conceitos de Engenharia de Software.

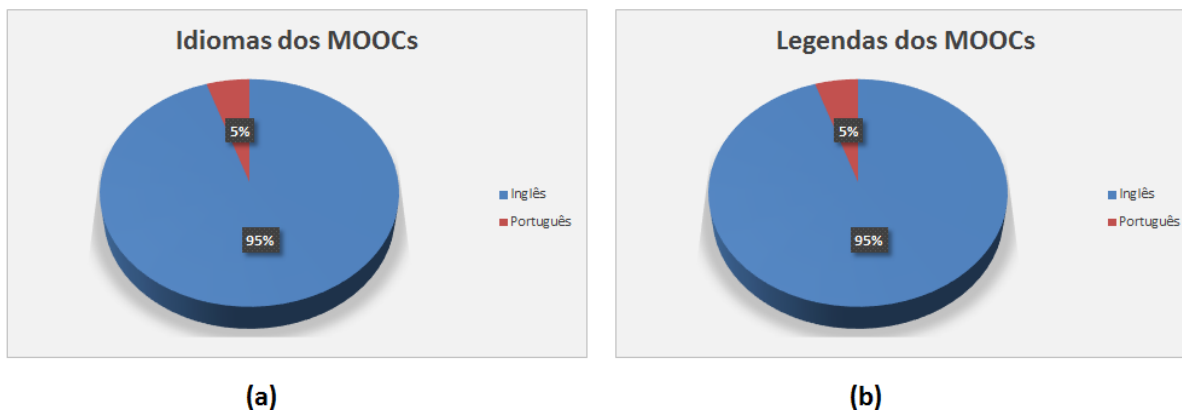


Figura 7 – Idiomas e legendas das videoaulas nos MOOCs de Engenharia de Software da Udemty

A Udemty também oferece MOOCs gratuitos. No entanto, em grande parte há a exigência de pagamento de taxas com os valores variando entre R\$ 25,00 a R\$ 590,00, conforme ilustrado na Figura 8. Vale ressaltar que estes dados, assim como os demais desta plataforma, sofrem alterações diariamente. Isto se deve ao fato de que a cada dia o número de MOOCs cresce, devido à facilidade propiciada pela política de submissão de cursos na plataforma.

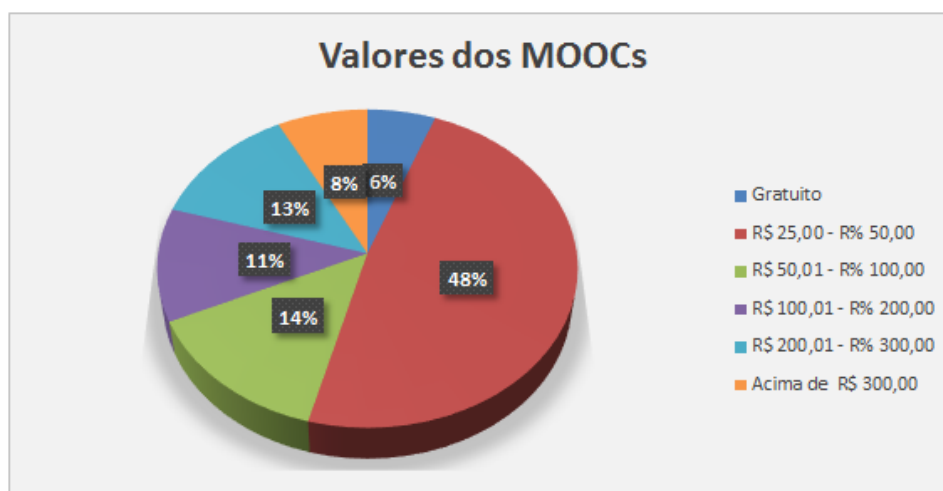


Figura 8 – Relação de valores dos MOOCs de Engenharia de Software da Udemty

2.5 Desenvolvimento de MOOCs

O desenvolvimento de MOOCs depende de fatores como os recursos disponíveis para a sua criação e aqueles oferecidos pela plataforma para a sua posterior disponibilização. Na

literatura encontram-se alguns trabalhos que discutem a criação de MOOCs, dividindo o processo de desenvolvimento em etapas bem definidas, que vão desde a sua definição até a evolução.

Zheng *et al.* (2016) definem o ciclo de desenvolvimento dividido em três etapas: preparação, implementação e *feedback*. Na etapa de preparação ocorre a submissão da proposta, a elaboração do material do curso e as atividades de *design*. Durante a fase de implementação, há o supervisionamento do curso pelos monitores, o lançamento das aulas, a resolução de eventuais problemas e o provimento das plataformas sociais. No final, há o momento do *feedback*, quando ocorre a coleta de dados das postagens nos fóruns e mídias sociais. Assim, com base em comentários, é possível refinar o MOOC em sua próxima sessão.

A diferença entre um MOOC e os demais cursos *online*, além das características aberta e massiva, é a não repetição do ensino clássico acadêmico. Nesta modalidade, os participantes são incentivados a criar e compartilhar conhecimento de uma maneira conectivista. Nesse sentido, o princípio pedagógico fundamental por trás da proposta de um MOOC é a capacidade dos participantes em gerar conhecimento, de forma colaborativa, em um contexto social (BLANCO; GARCÍA-PEÑALVO; SEIN-ECHALUCE, 2013).

O conhecimento gerado pode ser usado para o aperfeiçoamento do próprio MOOC e conseqüentemente, dá continuidade à aprendizagem da comunidade que o integra. Por essa razão, esses novos conteúdos de aprendizagem também devem ser geridos pelo MOOC (BLANCO; GARCÍA-PEÑALVO; SEIN-ECHALUCE, 2013). Ao projetá-lo, não se levam em consideração apenas os critérios pedagógicos e os objetivos de aprendizagem; há questões tecnológicas, logísticas e de natureza financeira que também são relevantes.

No trabalho desenvolvido por Alario-Hoyos *et al.* (2014b), encontra-se o *MOOC Canvas*, um *framework* para os educadores que precisam projetar um MOOC a partir do “zero”, apresentado na Figura 9. A recomendação dos autores é de que o *framework* seja seguido da esquerda para a direita e de cima para baixo, até que os 11 tópicos sejam preenchidos e o corpo docente tenha refletido em em todas as etapas.

Os 11 tópicos possuem questões-chave e estão organizados em duas categorias: (i) os recursos disponíveis e (ii) decisões de *design*. Os recursos disponíveis referem-se aos recursos-chave que o corpo docente tem a sua disposição no momento da concepção do MOOC. Isso inclui recursos humanos e intelectuais, equipamentos (recursos de hardware e software) e a plataforma na qual o MOOC será disponibilizado:

1. Recursos humanos: composto pelo corpo docente envolvido na criação de materiais, gravação de vídeos ou promoção de discussões entre alunos em ferramentas sociais; pela equipe audiovisual, para o processamento e a edição de vídeos; e pela equipe técnica, para fornecer suporte tecnológico. Questão-chave: quais recursos humanos (número de pessoas disponíveis e dedicação em horas) você tem para lançar o MOOC?

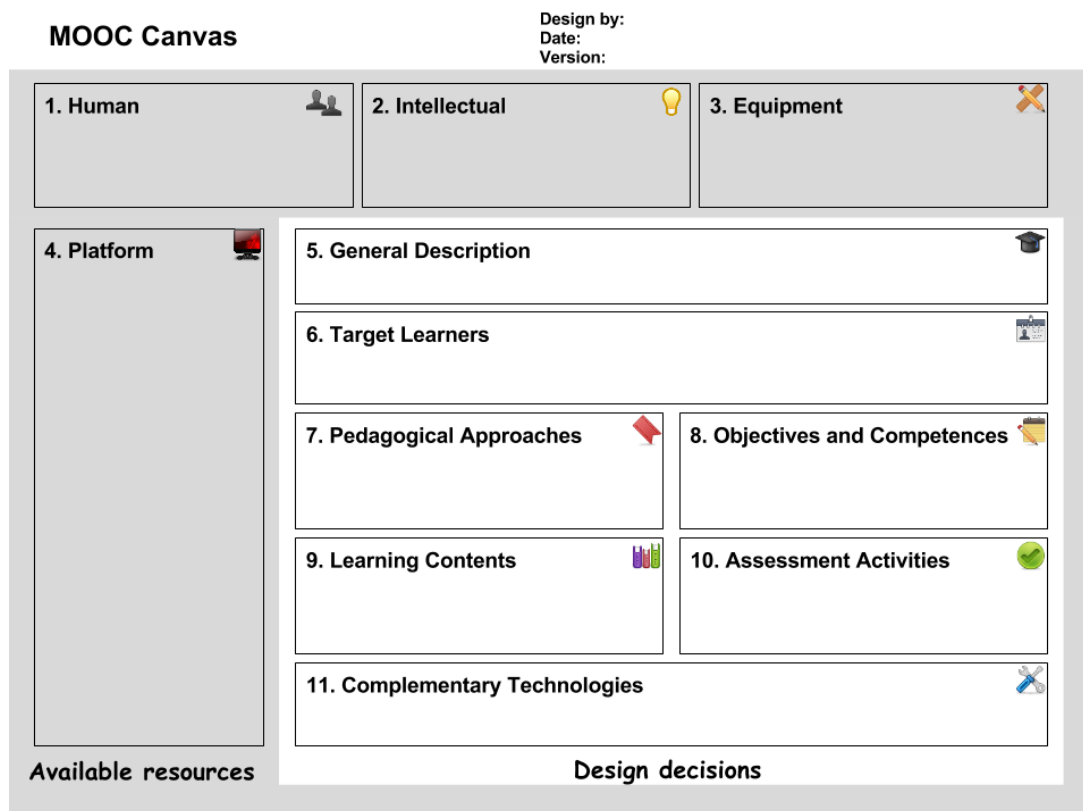


Figura 9 – Visão geral do *MOOC Canvas*, extraído de [Alario-Hoyos et al. \(2014b\)](#)

2. Recursos intelectuais: recursos como marcas, propriedade de conhecimento, patentes e direitos autorais. Há a necessidade de precaução ao se publicar um material no MOOC, levando em conta que o conteúdo não seja de autoria da equipe de recursos humanos envolvida no projeto. Questão-chave: quais recursos intelectuais (textos, vídeos, figuras, REAs) você tem para lançar o MOOC?
3. Equipamentos: são os recursos de hardware ou software disponíveis. Considera-se, também, a possibilidade de se obter ou contratar mais equipamentos. Estes últimos são necessários, pois o conteúdo de um MOOC dificilmente pode ser oferecido na forma de vídeos (a não ser por meio de vídeos já produzidos) sem ter ao menos: uma *webcam*, um microfone e um programa de gravação. Questão-chave: quais os recursos de hardware (estúdios de gravação, câmeras etc.) e software (para gravação e edição de vídeo etc.) você tem para preparar o conteúdo?
4. Plataforma: a maioria dos MOOCs é implantada em uma plataforma que centraliza os conteúdos de aprendizagem e as interações entre os participantes. Os educadores geralmente a conhecem no momento da concepção do MOOC (na maioria dos casos, a instituição exige o emprego de determinada plataforma). Assim, necessitam estar cientes dos recursos fornecidos pela plataforma, que também influenciam no *design* final do MOOC. Questão-chave: quais tipos de formato (multimídia, textos etc.) e atividades (múltipla escolha, avaliação aos pares etc.) são suportados pela plataforma?

Definidos os recursos disponíveis, as decisões de *design* devem ser discutidas entre o corpo docente. A categoria de decisões, nesta perspectiva, inclui sete tópicos principais que deverão ser debatidos na seguinte ordem:

1. Descrição geral: deve ser preenchida com o nome do MOOC, a sua duração estimada (em semanas) e o campo/área de conhecimento a ser coberto. O nome escolhido para esta modalidade de curso ajudará a atrair participantes, por isso recomenda-se a escolha de um nome que chame a atenção dos participantes. A duração do MOOC pode ser bastante variada, comumente entre 3 a 20 semanas. A área de conhecimento coberta corresponderá ao domínio cognitivo em que os realizadores sejam especialistas. A descrição deve estar relacionada com o público-alvo, objetivos e competências abordadas no curso. Questão-chave: qual o nome, duração e área do MOOC?
2. Público-alvo: há a preocupação em saber qual é o público principal do MOOC. Procura-se identificar de quais países se originam os alunos, a fim de que seja determinado o idioma e, possivelmente, a necessidade de tradução ou legendas. Também há a preocupação com o conhecimento prévio dos discentes ao fazerem o curso. Este deve estar relacionado com sua formação educacional na área do MOOC e a sua capacidade de autoaprendizagem. Outro fator relevante é a ocupação profissional dos alunos, pois isso influencia na dedicação semanal ao curso. Finalmente, propõe-se a discussão sobre quais as motivações que levam os alunos a participarem do curso. Questão-chave: qual a origem, o conhecimento prévio, a ocupação profissional e a motivação do participante?
3. Abordagens pedagógicas: promove-se o debate sobre quais abordagens e métodos de ensino serão utilizados no MOOC. O resultado desta argumentação será a base para a definição da estrutura do curso, afetando os objetivos e competências, os conteúdos de aprendizagem, as atividades de avaliação e até mesmo as tecnologias complementares. Questão-chave: quais são as abordagens pedagógicas e os métodos de ensino (disseminação do conhecimento, conectivismo, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em casos, aprendizagem colaborativa, aprendizagem ativa etc.) adotados no *design* do curso?
4. Objetivos e competências: busca-se um consenso entre os desenvolvedores no sentido de estabelecer quais são os objetivos e as competências que são adquiridas pelos participantes ao término do curso. Questão-chave: quais são os objetivos do curso e as competências esperadas?
5. Conteúdos de aprendizagem: os conteúdos do MOOC são tipicamente entregues em formatos multimídia. No entanto, também podem ser complementados com outros tipos de recursos, por exemplo, pdfs, *ebooks*, *links*, fóruns de discussão etc., que são produzidos pelo corpo docente, pelos próprios alunos ou por terceiros. Uma vez que alguns tipos de

conteúdos não são suportados pela plataforma, tal problema será passível de afetar as tecnologias complementares. Questão-chave: como serão estruturados e em quais formatos os conteúdos de aprendizagem serão disponibilizados?

6. Atividades de avaliação: as atividades podem ser classificadas em formativa e somativa. As atividades de avaliação formativa verificam se os objetivos propostos anteriormente foram alcançados. As atividades de avaliação sumativa, por sua vez, são realizadas no final do curso para calcular a pontuação final dos alunos e classificá-los de acordo com os níveis de aproveitamento previamente estabelecidos. As atividades serão imprescindivelmente compatíveis com os recursos fornecidos pela plataforma do MOOC. Questão-chave: quais atividades são incluídas?
7. Tecnologias complementares: são aquelas eventualmente empregues para adicionar algumas funcionalidades necessárias para a execução do MOOC e não fornecidas pela plataforma. Questão-chave: serão utilizadas tecnologias complementares para a entrega de conteúdos de aprendizagem (*YouTube* etc.) ou para promover a comunicação e discussão entre os alunos (*Facebook* etc.)?

Outro processo para a produção de MOOCs é definido por [Fassbinder, Delamaro e Barbosa \(2014\)](#), baseado em um conjunto com dados coletados durante a execução de uma Revisão Sistemática de Literatura. De acordo com esse processo, ilustrado na Figura 10, a produção de MOOCs pode ser conduzida por quatro conjuntos de atividades:

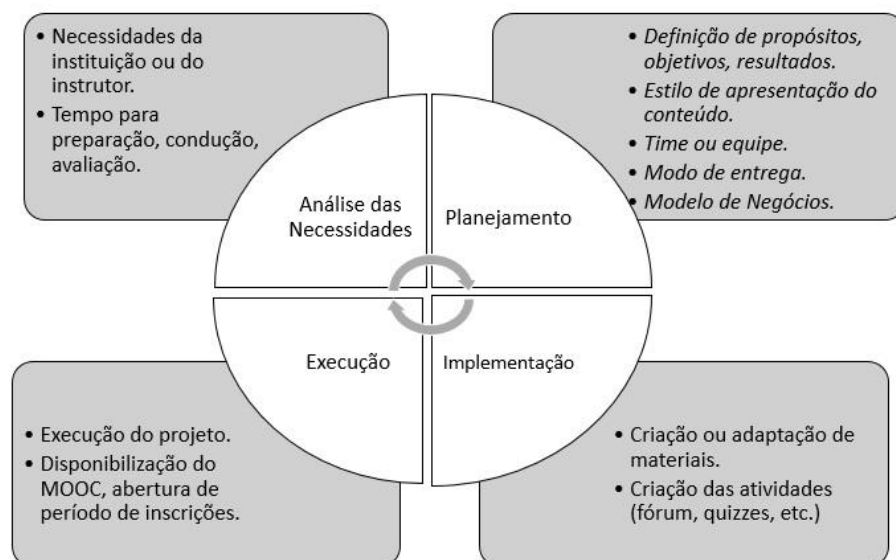


Figura 10 – Processo de condução de MOOCs, extraído de [Fassbinder, Delamaro e Barbosa \(2014\)](#)

1. Análise das necessidades: serão examinadas as necessidades e interesses da instituição, a fim de relacioná-las com o MOOC a ser conduzido. Também é previsto o tempo disponível para preparação, condução, avaliação e disponibilização.

2. Planejamento: definem-se as abordagens de armazenamento, entrega, o modelo de negócios, os métodos de geração de renda e os padrões de qualidade para vídeo e áudio. Além disso, são estabelecidos as metas e os resultados a serem alcançados pelos participantes, as técnicas de avaliação, o estilo de apresentação do conteúdo, o planejamento de atividades *online*, a identificação da licença dos materiais utilizados e por fim, as maneiras de promoção e divulgação do curso.
3. Implementação: criam-se os materiais didáticos (vídeos, apostilas) e as atividades (fórum, *quizzes*).
4. Execução: consiste na disponibilização e abertura do período de inscrições do curso.

Ainda há iniciativas alternativas de desenvolvimento como a de [Daradoumis et al. \(2013\)](#). Neste trabalho, agentes executam uma análise de mineração de dados nos dados nos próprios dados dos MOOCs e suas aplicações de apoio, como os bancos de dados externos ou ferramentas de rede social. Os dados adquiridos são analisados em várias perspectivas (educacional, pedagógica, gestão do tempo, qualidade do conteúdo, desempenho dos alunos etc). Com isso, são fornecidas diferentes informações para os envolvidos, melhorando a eficiência e a eficácia das atividades do curso. Os agentes também podem executar tarefas automatizadas, enviando alertas para tutores e lembretes para alunos.

2.5.1 Avaliação e Qualidade de MOOCs

Devido à sua recente popularização, ainda há poucos trabalhos que investigam a avaliação e a qualidade de MOOCs, embora existam *frameworks* que definem a eficácia de ferramentas de *e-learning* ([LOWENTHAL; HODGES, 2015](#); [GAMAGE; PERERA; FERNANDO, 2015](#)). Adicionalmente, há fatores complexos que agravam a dificuldade de avaliação, envolvendo o projeto dos cursos, o conceito das plataformas e os resultados considerados imprevisíveis de aprendizagem dos participantes ([CHAPMAN et al., 2016](#)).

Encontram-se trabalhos que discutem recomendações e métodos de avaliação durante o processo de desenvolvimento de MOOCs, geralmente adaptados de modelos de qualidade existentes. Por exemplo, [Lowenthal e Hodges \(2015\)](#) adaptam o *Quality Matters framework*, uma abordagem utilizada para avaliar a qualidade de projetos de cursos *online*.

[Spyropoulou, Pierrakeas e Kameas \(2014\)](#) definem práticas categorizadas em desenvolvimento do currículo, do material educacional e da implementação. Nas práticas para o desenvolvimento do currículo há recomendações para que os cursos sejam divididos em seções com duração de 6 a 14 semanas. Além disso, requerem dos participantes de 3 a 14 horas de dedicação semanal. Estes também devem ser informados sobre prazos de inscrição e de entrega de atividades e, ao final do curso, receber um certificado.

Tabela 5 – Recomendações para o *design* e construção de MOOCS

1: Design do Curso	
1.1 - Seleção da plataforma	(1) Selecionar a plataforma de acordo com os acordos institucionais com as plataformas de MOOCs. Caso contrário, levar em conta os alunos-alvo e os propósitos pedagógicos.
1.2 - Estrutura	(1) Analisar os recursos e limitações da plataforma antes de projetar o MOOC. (2) No início, definir a duração do curso e distribuir os tópicos a serem cobertos em módulos com uma estrutura homogênea. (3) Definir uma estrutura de avaliação. (4) Criar um vídeo introdutório do curso com o intuito de atrair atenções dos participantes.
1.3 - Conteúdo e atividades	(1) Criar videoaulas com duração entre 5-10 minutos, (2) Escolher os professores carismáticos como os principais atores das videoaulas. (3) Combinar vídeos de diferentes tipos.
1.4 - Logística	(1) Analisar o trabalho necessário para criar a estrutura e os materiais do curso. (2) Planejar um cronograma para professores e projetistas levando em conta a sua e a disponibilidade dos recursos institucionais necessários para a criação de conteúdo. (3) Definir um "gestor de curso" que apoie e coordene todas as partes envolvidas no MOOC, desde a fase de concepção até ao final do curso.
1.5 - Créditos	(1) Decidir desde o início o tipo de crédito (se fornecido) que os participantes receberão após completar o MOOC.
1.6 - Componentes sociais	(1) Oferecer diversas ferramentas sociais (internas e externas) para estimular a participação dos alunos.
2: Construção do Curso	
2.1 - Evolução	(1) Manter um registro dos problemas em um documento compartilhado com as diferentes partes interessadas.
2.2 - Comprometimento dos participantes	(1) Manter uma alta atividade nas ferramentas sociais para envolver os alunos. (2) Enviar notificações semanais para os alunos. (3) Detectar e remover usuários que contribuem com conteúdo incorreto ou não relacionado aos tópicos do curso nas ferramentas sociais.

As práticas para o desenvolvimento do material educacional recomendam que, no mínimo, 60% do curso seja constituído por videoaulas e que estas incluam áudio com a voz do instrutor. A duração dos vídeos deve ser de 5 a 20 minutos e, ao seu término, apresentar uma questão de avaliação de fixação de conhecimento. Além das videoaulas, devem haver *links* para material adicional, *quizzes* e projetos que sejam avaliados por outros alunos (*peer-review*). A prática final é a de implementação dos cursos para MOOCs. A primeira recomendação aborda a comunicação entre instrutores e alunos, que pode ser feita por meio de e-mails e discussões em fóruns ou redes sociais. O instrutor desempenha um papel importante fornecendo suporte técnico, incentivando os alunos a se envolverem nos fóruns de discussão e respondendo às perguntas, quando necessário.

Alario-Hoyos *et al.* (2014a) descrevem 8 recomendações para o *design* e a construção de MOOCs, retratadas na Tabela 5. Há sugestões variadas sobre aspectos técnicos e em como envolver os participantes ao longo do curso: por exemplo, as videoaulas devem ser curtas, consideradas mais atraentes para os alunos. Também é recomendável documentar os problemas que surgem ao longo da execução do MOOC e manter contato com os alunos. O envio de relatórios semanais sobre o progresso e tópicos do curso é uma maneira de manter a atenção do aluno durante a sua participação.

Yousef *et al.* (2014c) identificam critérios específicos para o projeto de um MOOC bem sucedido a partir de critérios pedagógico e tecnológico. O critério pedagógico é separado

em duas dimensões: a primeira é a de *Design* Instrucional, que apresenta um conjunto de princípios de *design* de aprendizagem, com foco na organização de palestras e questões culturais; a segunda dimensão é a de Avaliação, responsável pela capacidade de mensurar os resultados de aprendizagem dos alunos de um MOOC.

- Critérios de *Design* Instrucional:

- Definir claramente os objetivos no início de cada aula.
- Apoiar a aprendizagem colaborativa entre os alunos.
- Oferecer o esboço do curso, contendo objetivo, lista de assuntos e cronograma.
- Fornecer oportunidades para que os alunos se tornem mais auto-organizados.
- Fornecer palavras-chave para ajudar os alunos a procurarem outros vídeos relacionados.
- Oferecer gráficos de visualização indicando o progresso do aluno no curso.
- Abranger no máximo três objetivos por aula.
- Permitir que os alunos se comprometam com a realização de seus objetivos.
- Fornecer aos alunos exemplos que possam ser compreendidos por todos, independentemente do contexto cultural.
- Utilizar o idioma Inglês para atender alunos de diferentes países e culturas.
- Considerar a diversidade dos valores culturais dos participantes nas videoaulas.
- Usar a hora internacional (Tempo Universal Coordenado - UTC) para os prazos e calendário.
- Agir com cautela ao utilizar símbolos como: comida, animais e objetos do dia-a-dia.

- Critérios de Avaliação

- Oferecer *feedback* e/ou mostrar as respostas corretas em cada *quizz*.
- Fornecer um relatório dos *quizzes* realizados para que os alunos conheçam seu desempenho.
- Oferecer dicas durante a realização de cada tarefa.
- Criar um banco de dados de questões.
- Permitir que os alunos construam novos questionamentos.
- Definir o número máximo de alternativas para uma questão.
- Fornecer avaliação integrada dentro de cada tarefa.
- Definir prazos para cada teste.
- Utilizar avaliação eletrônica como e-teste, *quizzes* e pesquisas.

- Empregar diferentes tipos de perguntas, por exemplo: respostas curtas, múltipla escolha e verdadeiro / falso.
- Apresentar o *design* de diretrizes com tarefas claras para o revisor.
- Oferecer orientações claras e definir prazos para sessões de avaliação aos pares.
- Na avaliação aos pares cada estudante deve explicar a sua.

O sucesso dos MOOCs também depende de recursos de tecnológicos que fornecem apoio a diferentes atividades, as quais, por sua vez, contribuem para a aprendizagem do aluno, como interação, colaboração, avaliação e autorreflexão. O critério tecnológico pode ser classificado em quatro categorias principais: interface de usuário, conteúdo de vídeo, ferramentas sociais e análise de aprendizagem (YOUSEF *et al.*, 2014c).

- Interface de Usuário

- Fornecer recursos para o vídeo, por exemplo: início, repetição, tela cheia, *slowdown*, parada e pausa.
- Oferecer uma função de pesquisa para ajudar os alunos a encontrar materiais de aprendizagem.
- Categorizar a videoaula a fim de permitir uma busca mais fácil.
- Permitir ao aluno fazer o *download* da videoaula em seus próprios dispositivos.
- Concentrar os sistemas de ajuda na redução dos “erros do usuário”.
- Disponibilizar vídeos para velocidades de conexão diferentes.
- Fornecer vídeos relacionados.
- Oferecer a possibilidade, no vídeo, de o aluno alternar entre a visualização de slides e do professor. Assim, será possível ao aluno visualizar tanto o material de aprendizagem como o professor lecionando.
- Exibir os vídeos com uma miniatura e seu título, bem como proporcionar informações sobre a data e a contagem de quantas vezes foi exibido.
- Apresentar resolução de vídeo mínima (pixels) 320 * 240.

- Conteúdo do Vídeo

- Emitir o som com clareza.
- Atender à condição do público para o qual o recurso foi projetado no que diz respeito ao nível de detalhe sobre o assunto.
- Oferecer referências e informações na videoaula.
- Fornecer um resumo da videoaula.

- Utilizar vídeos curtos com duração máxima de 20 minutos.
 - Fornecer uma transcrição da videoaula.
 - Manter vídeos pequenos para facilitar a transferência, por exemplo, até 10 MB.
 - Usar uma cor diferente para destacar partes de informação consideradas importantes.
 - Iniciar os vídeos com informações que atraiam os alunos.
 - Evitar vídeos que tenham cortes rápidos ou mudanças de cenário.
 - Ocupar de 25 a 40% do espaço total da tela do vídeo para exibir o corpo do texto.
- Ferramentas Sociais
 - Viabilizar ferramentas de discussão colaborativa.
 - Fornecer notificação por e-mail.
 - Dispor de ferramentas de notificação para as notícias importantes e prazos.
 - Usar ferramentas de videoconferência para permitir que os alunos de diferentes locais se comuniquem com os professores.
 - Disponibilizar a lista de participantes *online* para ajudar os alunos a fazerem discussões síncronas.
 - Proporcionar ferramentas de anotação dos vídeos.
 - Fornecer *links* para as redes sociais como *Facebook* e *Twitter*.
 - Propiciar ferramentas de classificação na plataforma de vídeo.
 - Análise de Aprendizagem
 - Fornecer recomendações e *feedback* para que os alunos melhorem seu desempenho.
 - Gerar um relatório de desempenho para os alunos.
 - Equipar os alunos com ferramentas de análise para a autorreflexão.
 - Oferecer estatísticas sobre as atividades do curso.
 - Prever o desempenho do aluno.
 - Fornecer análise e visualização dos dados de aprendizagem.
 - Aplicar técnicas de análise de redes sociais para identificar / visualizar relacionamentos entre alunos.
 - Fornecer as opções para contactar ao professor.

No trabalho desenvolvido por [Gamage, Perera e Fernando \(2015\)](#), estabelece-se um *framework* para analisar a eficácia do *e-Learning* em um MOOC baseado em dez elementos-chaves: tecnologia, pedagogia, motivação, usabilidade, conteúdo do material, suporte para

os alunos, avaliação, colaboração e interatividade. Tais elementos focam na perspectiva do participante, abordando aspectos que visam a sua satisfação. Como exemplo, podemos citar a preocupação em manter a motivação inicial do participante durante a realização do curso. A seguir, há a descrição dos demais elementos-chave:

1. Tecnologia: como a introdução de novas tecnologias alterou a impressão sobre o *e-Learning*?
2. Pedagogia: o curso foi projetado para atender às necessidades dos participantes?
3. Motivação: o quão motivado estava o aluno ao fazer a inscrição no curso?
4. Usabilidade: é fácil o acesso e a utilização das plataformas e mídias?
5. Conteúdo do material: os materiais estão atualizados e atendem aos objetivos do aluno?
6. Suporte para participantes: o sistema ou a plataforma acomodam as necessidades dos usuários e as suportam?
7. Avaliação: como a avaliação dos cursos é realizada?
8. Direções futuras: qual será a contribuição alcançada pelo curso?
9. Colaboração: permite a colaboração entre os participantes e também com as outras redes interessadas.
10. Interatividade: possibilita interações suficientes para manter o aluno comprometido com o curso.

2.6 Modelos de Negócio

Inicialmente, MOOCs eram gratuitos para estudantes, embora algumas plataformas cobrassem uma taxa para emissão de um certificado de participação. Entretanto, os MOOCs não são livres de custos para quem os produz. Por essa razão, o estabelecimento de modelos de negócio é algo que deve ser incorporado pelos produtores, pois existem custos para se produzir e executar um MOOC (DAVIS *et al.*, 2014; YOUSEF *et al.*, 2014b).

Os fatores que contribuem para o seu valor final são a qualidade dos vídeos, a natureza da plataforma de distribuição, o número de membros da equipe de desenvolvimento, o apoio técnico aos participantes, a programação de recursos especiais (como atividades autoavaliativas), a emissão de certificados, o estabelecimento de parcerias com plataformas, a inclusão de elementos de gamificação e simulação e a análise de dados de plataforma (HOLLANDS; TIRTHALI, 2014; BURD; SMITH; REISMAN, 2015).

Algumas possíveis fontes de renda para MOOCs incluem o patrocínio, a cobrança de certificados, a vinculação dos estudantes com potenciais empregadores, a análise de dados e a cobrança de serviços complementares (por exemplo, propagandas) (YUAN; POWELL, 2013; DELLAROCAS; ALSTYNE, 2013; BURD; SMITH; REISMAN, 2015). A utilização de análises de dados pode ser empregada para direcionar campanhas publicitárias (BURD; SMITH; REISMAN, 2015). Assim, uma universidade pode atrair novos alunos ou ofertar programas específicos, como os de pós graduação.

O sucesso da implantação de um modelo de negócio em um MOOC depende dos grupos de agentes envolvidos. Belleflamme e Jacqmin (2016) classificam os agentes em quatro grupos distintos: estudantes, professores, instituições de ensino e iniciativa privada. A motivação e os objetivos dos estudantes (empregabilidade, enriquecimento de currículo, conhecimento etc.) influenciam em sua participação no curso. Nesse sentido, os estudantes podem valorizar a presença de instituições de ensino, empresas privadas e seus anúncios (em caso de existir patrocínio).

Os professores podem utilizar um MOOC para disseminar seus materiais didáticos, melhorar seu portfólio ou experimentar novas práticas pedagógicas. A presença de docentes com boa reputação ou provenientes de instituições prestigiadas é considerada fator de atratividade para instigar a inscrição de alunos neste tipo de curso. Finalmente, a presença em um MOOC pode aumentar a demanda por serviços complementares (como livros (texto), seminários, palestras de convidados) para os quais os professores podem ser compensados financeiramente.

As instituições de ensino superior podem investir tempo e dinheiro no desenvolvimento de MOOCs por vários motivos. Em primeiro lugar, destaca-se que estes proporcionam a ampliação do alcance de suas atividades de ensino. Também contribuem na melhoria dos resultados da aprendizagem graças às inovações pedagógicas. Além disso, podem servir de propaganda para novos alunos em seus cursos regulares.

Em um MOOC a iniciativa privada tem acesso a uma grande quantidade de dados dos estudantes, como detalhes sobre suas habilidades. Trata-se de uma informação muito valiosa, pois a partir da análise desses dados, os empregadores verificam se existem alunos com os perfis desejados. A participação neste tipo de curso também pode servir como uma ferramenta flexível e barata para o treinamento de pessoal de uma empresa. Além dos empregadores existem os anunciantes, que pagam para ter acesso aos alunos e suas informações, possibilitando que os anunciantes personalizem seus comerciais, com vistas a um maior número de vendas.

Wulf *et al.* (2014) identificam três modelos de negócio para o financiamento de MOOCs: o modelo direto, o modelo de provedor e o modelo de terceiros. No direto, a mesma entidade é responsável pelo curso e pela plataforma. O financiamento é feito pelos participantes (por exemplo, taxas de certificação) ou pela instituição educacional que utiliza o MOOC para a promoção de cursos complementares. No modelo de provedor, uma plataforma de MOOC é responsável pela infraestrutura técnica. A plataforma oferece MOOCs de várias instituições

educacionais e também fica encarregada pela comercialização dos cursos e pela gestão dos usuários. Por último, no modelo de terceiros, existem receitas geradas por ofertas de instituições terceiras, como a possibilidade de comercializar as informações dos participantes para potenciais empregadores ou anunciantes.

Aparicio, Bacao e Oliveira (2014) definem dois modelos de negócio para MOOCs, um para cMOOCs e outro para xMOOCs. Cada modelo é dividido em quatro áreas e nove dimensões, conforme apresentado na Tabela 6. Os cMOOCs apresentam como proposta de valor a geração de conhecimento por meio do compartilhamento entre os participantes, enquanto que os xMOOCs exibem a proposta de valor através do acesso livre à aulas de especialistas. O ambiente de um xMOOC tende a ser mais formal, apresentando semelhanças com o curso de *e-Learning* tradicional. Em contrapartida, a característica de compartilhamento de experiências e conhecimento entre os participantes de um cMOOC fomenta o ambiente mais informal.

A área de gerenciamento de infraestrutura apresenta dimensões importantes para o desenvolvimento de um MOOC. Destaca-se, a princípio, a dimensão que se refere à configuração de valor, ao conjunto de recursos necessários para a sua realização. Na sequência, apresenta-se o estabelecimento de parcerias entre plataformas, universidades e empresas. Por fim, a dimensão de capacidade que depende da motivação de todos os envolvidos no processo.

A última área do modelo de negócio é a de aspectos financeiros, que apresenta dimensões importantes para a viabilidade e a sustentabilidade de um MOOC. Para financiar a infraestrutura da plataforma e a manutenção, ambos os modelos são apoiados por patrocínio e análise. No modelo do xMOOC, para que seja possível a cobertura dos custos do desenvolvimento do conteúdo, orientação, tutoria, avaliação e certificação, as universidades poderão solicitar o pagamento de taxa. No modelo dos xMOOCs, existe a possibilidade de arrecadação por meio da promoção de cursos para empresas.

2.7 Aplicação de MOOCs no Ensino Superior

A adoção de MOOCs apresenta diferenças e semelhanças em relação à formação de aprendizagem *online*, conforme apresentado na Tabela 7. Em um MOOC, participantes de diferentes níveis de conhecimento frequentam o curso nos seus próprios horários e trocam informações entre si. Essa troca de informações é incentivada pelos instrutores e realizada em fóruns de discussão ou redes sociais. A organização do MOOC é estruturada em módulos que não seguem um currículo acadêmico usual. Os métodos de avaliação também são diferenciados, os alunos são avaliados por meio da aplicação de questionários ao final de cada módulo, atribuições periódicas e/ou projetos finais.

Em alguns países, os MOOCs têm sido usados como estratégias governamentais para expandir o acesso ao Ensino Superior. Adicionalmente, representam alternativas para reduzir o custo da educação universitária, com a inclusão do ensino híbrido ou à distância (TU *et al.*,

Tabela 6 – Comparação de modelos de negócios entre cMOOCs e xMOOCs, adaptado de (APARICIO; BACAO; OLIVEIRA, 2014).

Áreas	Dimensões	cMOOCs	xMOOCs
Inovação de produtos	Proposta de Valor	Criação de conhecimento, autonomia, rede social, reconhecimento social, aprendizagem informal	Aquisição de conhecimento, certificação, tutoria, grupos colaborativos, acesso à especialistas certificados
Relacionamento cliente / usuário	Cliente	Estudantes, praticantes, colegas	Estudantes, profissionais, empresas
	Canal de Distribuição	Internet, Web, plataformas de aprendizagem social, plataformas de MOOCs	Internet, Web, plataformas de MOOCs
	Relacionamento	Comunidade de prática	Ambiente de aprendizagem global
Gerenciamento de infraestrutura	Parceria	Universidades, escolas, empresas	Universidades, escolas, empresas, outras plataformas de MOOCs
	Configuração de Valor	Promoção, compartilhamento, colaboração	Plataforma, universidades, organizações
	Capacidade	Promoção de processos motivacionais para uso contínuo	Promoção do processo de uso, serviços do MOOC hospedados na nuvem
Aspectos financeiros	Receita	Patrocínio, análise da plataforma	Patrocínio, análise da plataforma, certificação, estudantes no campus em potencial, cursos de treinamento para empresas, mensalidades
	Custo	Infraestrutura da plataforma, manutenção	Infraestrutura da plataforma, manutenção, tutoria, desenvolvimento de cursos

Tabela 7 – Diferenças entre classes tradicionais e MOOCs, adaptado de *Belgiu et al. (2015)*

	Aulas Tradicionais	MOOCs
Data de Inscrição	Período fixo	Período flexível ou fixo
Programação	Esboço e plano de estudos pré-definidos	Flexível, especialmente em MOOCs que permitem um ritmo individual
Pré-requisitos Formais	Sim	Não
Cobertura Geográfica	Geograficamente mais homogêneo	Alcance global
Participação no Curso	Atendimento em sala de aula Síncrono	Atendimento online Aassíncrono ou síncrono
Currículo	Aprendizagem direcionada: os tópicos das aulas são sequenciais, começando com tópicos introdutórios, seguidos por tópicos especializados	Aprendizagem não-direcionada: MOOCs são dedicados a tópicos introdutórios ou a uma série de cursos que reunidos, levam à certificação da especialização
Avaliação	Ocorre no final do curso com direito a crédito	Ocorre caso haja certificado de conclusão ao final do curso
Interação Instrutor-Aluno	Um-a-um ou um-para-muitos	Grupo ou comunidade
Comunicação entre os Alunos Matriculados	Aprendizagem individual	Aprendizagem social Interação entre os participantes

2013). Segundo Colbran e Gilding (2014) e Davis *et al.* (2014), a Instituição de Ensino Superior (IES) deve fazer a adoção de MOOCs pelos seguintes motivos:

- Marketing para futuros alunos: os recursos da formação são abertos a todos os que desejam se registrar, aumentando a visibilidade das IES e atraindo potenciais estudantes;
- Os ex-alunos manterão contato com a universidade;
- Atualização profissional;
- Crescimento Estratégico: a oferta de MOOCs faz parte dos planos estratégicos da IES para se manter competitiva num mercado em que os alunos buscam educação a preços acessíveis;
- Colaboração Estratégica: a parceria estabelecida entre as IES e as plataformas de MOOC é uma maneira de explorar novos métodos educacionais, garantir maior alcance e número de inscritos para os seus cursos;
- Evolução: os MOOCs emergiram como uma evolução natural dos Recursos Educacionais Abertos. As Instituições de Ensino Superior que já defendiam o uso de REAs, como Harvard e o MIT, são obrigadas a manter a Educação Aberta neste novo formato;
- Abordagem colaborativa de ensino: estudos recentes mostram que o uso das tecnologias disponíveis será útil para a criação de redes em que os alunos aprendam colaborativamente. As IES desenvolvem abordagens pedagógicas que visam satisfazer essas tendências com a finalidade de manter as suas posições no topo dos *rankings*;
- Análise dos dados da aprendizagem: MOOCs são grandes fontes de dados de alunos que poderão ser usados para a concepção de métodos de ensino melhorados, personalizados e eficazes. Com isso, a qualidade do ensino nas universidades será otimizada. Além disso, a análise dos dados ajuda na elucidação dos processos e padrões de aprendizagem coletiva e individual, dos níveis de engajamento dos alunos e de seu desempenho.

A aplicação de MOOCs não traz benefícios apenas às IES, tendo em vista que os discentes também são beneficiados. A grande vantagem é que os estudantes podem aprender sobre assuntos diversificados de maneira remota e no seu próprio ritmo. Em contrapartida, o grande desafio para o uso de MOOCs é o ensino simultâneo de milhares de indivíduos. Com base nas altas taxas de abandono, o sucesso da aprendizagem em uma escala massiva exigirá inovação pedagógica por parte de seus desenvolvedores (GLUSAC; KARUOVIC; MILANOV, 2015). Outros desafios e vantagens são descritos a seguir:

- Vantagens:

- A natureza aberta e, em grande parte, gratuita dos MOOCs;
 - A aprendizagem que ocorre no próprio ritmo e tempo dos alunos, às vezes com datas de início e fim, conforme o período de disponibilização de cada curso;
 - A crescente oferta de MOOCs em várias áreas do conhecimento;
 - O estímulo à criação de comunidades de aprendizado, globais e locais, em torno de um tópico de estudo;
 - A possibilidade de serem utilizados em diferentes modalidades, como cursos virtuais, *blended learning*, *flipped classroom* e *open courseware*;
 - O fato de que muitos MOOCs são oferecidos por instituições internacionais de ensino reconhecidas ou organizações relacionadas e seus instrutores são pesquisadores de renome em seus respectivos *campi*.
- Desafios:
 - A natureza massiva do MOOC implica pouca ou nenhuma interação com o instrutor, de modo que a autoaprendizagem e a interação entre os pares são base do processo de conhecimento;
 - As barreiras linguísticas desestimulam grande quantidade de potenciais aprendizes. Como a maioria dos cursos é ofertada na língua inglesa, estudantes com diferentes línguas nativas podem ter dificuldades relacionadas à sua proficiência em inglês;
 - A maioria das instituições de ensino não possui trâmites oficiais para conceder créditos educacionais a estudantes que completam um MOOC;
 - Altas taxas de abandono, a maioria dos MOOCs apresenta taxas de conclusão inferiores a 13%;
 - Escassez de mecanismos para a autenticação de alunos e a prevenção ao plágio.

2.8 Considerações Finais

Neste capítulo são investigados os aspectos dos MOOCs (*Massive Open Online Courses*). O seu conceito original era expandir e proporcionar o acesso gratuito à educação de nível universitário para o maior número de alunos. Todavia, atualmente, a quase totalidade dos MOOCs fornecem um conjunto de materiais que não são projetados ou desenvolvidos sob os princípios do movimento dos REAs (SILVEIRA, 2016b). São materiais não modificáveis, que não podem ser remixados e não são compartilháveis (YEAGER; HURLEY-DASGUPTA; BLISS, 2013; SILVEIRA, 2016a)

A característica “aberta” dos MOOCs raramente significa que o conteúdo do curso é baseado em conteúdo “aberto” ou publicado com uma licença aberta, de modo que o seu teor

possa ser adaptado e reutilizado por outros. Adicionalmente, existe a descaracterização do termo “massivo”, pois muitos dos cursos não apresentam um grande número de participantes.

Há um enorme potencial na utilização de MOOCs no ensino de Computação, pois são uma excelente alternativa para a oferta de cursos que podem ser usados em conjunto com métodos tradicionais de ensino. Por exemplo, podem ser ofertados cursos extracurriculares que contribuam no aumento do nível de prontidão dos alunos, propiciando um ensino mais prático. Além disso, como a fundamentação dos MOOCs é baseada no conectivismo, a heterogeneidade dos participantes (acadêmicos ou não) fornece uma troca de experiências importante no processo de aprendizagem.

No próximo capítulo são apresentados os resultados de um mapeamento sistemático da aplicação de MOOCs por Instituições de Ensino, explorando as vantagens e desafios de sua utilização.

MOOCS E SUAS APLICAÇÕES

3.1 Considerações Iniciais

Com o propósito de investigar as vantagens e desafios na aplicação de MOOCs do ponto de vista de pesquisadores e desenvolvedores, foi conduzido um Mapeamento Sistemático da Literatura (MS). As Revisões e os Mapeamentos Sistemáticos da Literatura são meios de avaliar e interpretar toda a pesquisa relevante disponível para uma determinada questão ou tópico de pesquisa (KITCHENHAM *et al.*, 2005). Visam apresentar uma avaliação justa do tema de pesquisa usando uma metodologia confiável e rigorosa (BIOLCHINI *et al.*, 2005; KITCHENHAM; CHARTERS, 2007; PETERSEN *et al.*, 2008).

Neste capítulo é apresentado um mapeamento sistemático da literatura sobre as aplicações de MOOCs por Instituições de Ensino. Na Seção 3.2 é descrito o protocolo para a busca, seleção e classificação dos estudos primários. Em seguida, na Seção 3.3 é dada uma visão geral na condução do mapeamento. Na Seção 3.4 são apresentados os seus resultados e as questões de pesquisa são respondidas. Por fim, na Seção 3.5 são expostas as considerações finais deste capítulo.

3.2 Planejamento do Mapeamento

Este trabalho de doutorado seguiu o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007), que se divide em três grupos de atividades: planejamento, condução e publicação dos resultados. Na fase de planejamento é definido o protocolo do mapeamento, contendo os objetivos, *string* de busca e as questões de pesquisa.

Na condução, os estudos primários são identificados e avaliados conforme os critérios de seleção e avaliação que foram definidos na fase de anterior. Por fim, a publicação dos resultados envolve a extração e síntese dos dados, com o intuito de responder às questões de pesquisa

definidas na fase de planejamento. Uma visão geral das fases e atividades é apresentada na Figura 11.

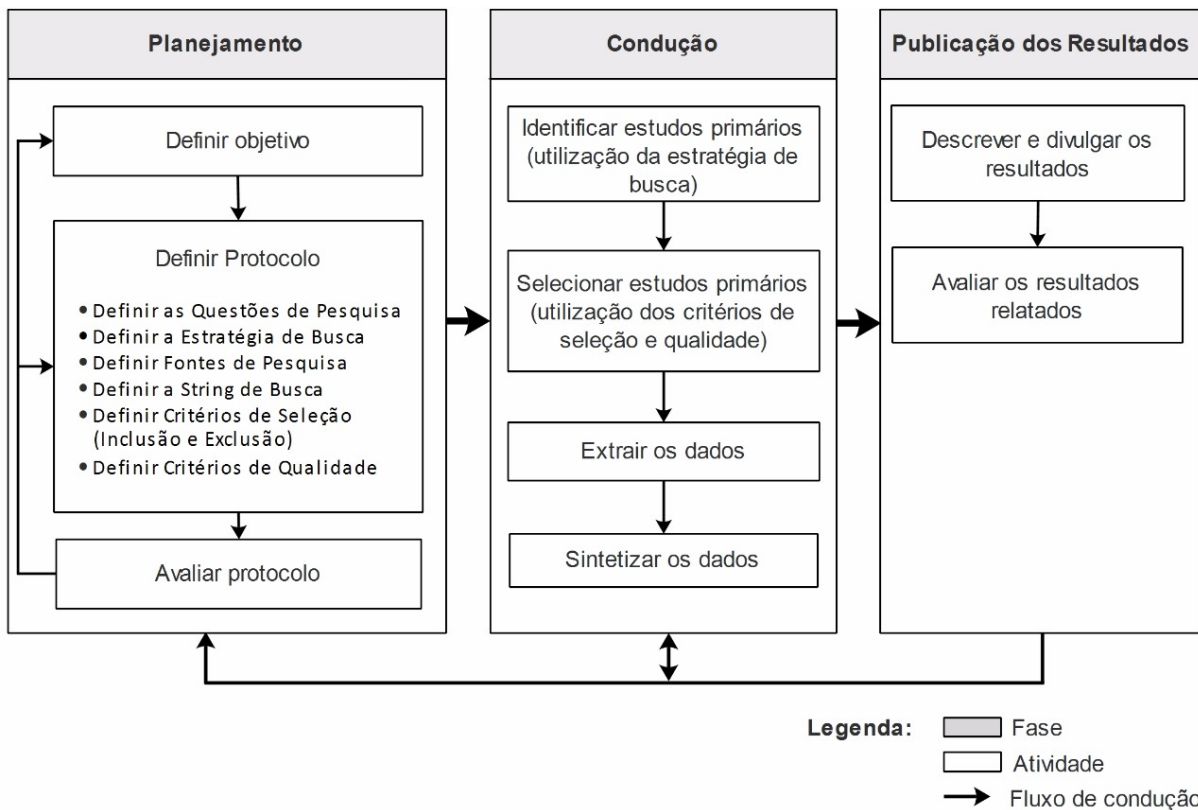


Figura 11 – Fases e Atividades do Processo de Revisão Sistemática, extraído de Felizardo *et al.* (2017)

O primeiro passo do planejamento consistiu na definição dos objetivos, em que foram identificados a necessidade e os motivos da realização do MS. Na literatura, são encontrados diversos trabalhos sobre a utilização de MOOCs em variadas áreas como Medicina e Engenharias. Entretanto poucos trabalhos abordam o emprego deste modelo em Engenharia de Software.

Por meio do mapeamento, foram pesquisadas as vantagens e os desafios da aplicação de MOOCs em distintas áreas do conhecimento, com o propósito de investigar a aplicabilidade no contexto deste campo de estudo.

Sendo assim, o objetivo principal do mapeamento é caracterizar a aplicação de MOOCs por instituições de ensino mediante a análise de publicações científicas. A partir da definição dos objetivos, foram formuladas as questões de pesquisa, discutidas ao final do mapeamento:

- Q1: Como os MOOCs estão sendo aplicados por instituições de ensino?
- Q2: Quais benefícios e desafios podem ser identificados na implantação de MOOCs por instituições de ensino?

O planejamento da busca por publicações foi dividido em duas partes: a definição da *string* e das fontes de busca. A primeira etapa é utilizada para efetuar pesquisa em bases de dados

eletrônicas. Para a sua formulação, devem ser identificadas as palavras-chave e seus sinônimos, termos alternativos, abreviações e grafias alternativas e no plural. Na Tabela 8 são identificadas as palavras-chave e seus sinônimos deste mapeamento.

Tabela 8 – Palavras-chave e sinônimos

Palavra-Chave	Sinônimos
MOOC	Massively Open Online Course Massively Open Online Courses Massive Open Online Course Massive Open Online Courses MOOCs

A *string* de busca deste MS, composta pelas palavras-chave concatenadas por operadores lógicos, é definida a seguir:

- ("MOOC"OR "Massively Open Online Course"OR "Massively Open Online Courses"OR "Massive Open Online Course"OR "Massive Open Online Courses"OR "MOOC"OR "MOOCs")

A segunda etapa, a definição das fontes, consiste, por sua vez, na escolha das bibliotecas digitais / bases de dados eletrônicas em que serão pesquisadas e extraídas as publicações para posterior leitura e análise. Neste trabalho, são pesquisadas as bases de dados eletrônicas expostas na Tabela 9.

Tabela 9 – Bases de Dados Eletrônicas

Base de Dados	Endereço Eletrônico
ACM Digital Library	http://portal.acm.org
IEEE Digital Library	http://ieeexplore.ieee.org
ISI Web of Science	http://www.isiknowledge.com
Science@Direct	http://www.sciencedirect.com
Scopus	http://www.scopus.com

Como último passo, apresenta-se o planejamento no qual foram estabelecidos os critérios de seleção das publicações. As publicações retornadas pela busca são analisadas obedecendo a critérios de inclusão e exclusão. Dessa maneira, apenas são selecionadas apenas publicações relevantes para este trabalho. Os seguintes critérios (C) de exclusão (E) foram definidos:

- C1: Podem ser selecionadas publicações que descrevam trabalhos em que instituições de ensino apliquem MOOCs.
- C2: Podem ser selecionadas publicações que discutam a aplicação de MOOCs em instituições de ensino.

- E1: Não serão selecionadas publicações que não satisfaçam a nenhum critério de inclusão.
- E2: Não serão selecionadas publicações não escritas nas línguas portuguesa ou inglesa.
- E3: Não serão selecionadas publicações duplicadas.
- E4: Não serão selecionadas publicações que não tenham disponibilidade de conteúdo para leitura (por exemplo, casos em que os conteúdos são pagos ou não disponibilizados pelas máquinas de busca).

3.3 Condução do Mapeamento

A condução do mapeamento iniciou-se com a identificação dos estudos primários, utilizando as estratégias definidas no protocolo. O primeiro passo foi a execução da busca, aplicando a *string* de busca às bases de dados eletrônicas previamente estabelecidas. Após a execução da busca foram retornadas 5100 publicações científicas distribuídas em cinco bases distintas.

Posteriormente à busca e identificação dos estudos primários, ocorreu a etapa de pré-seleção. Essa fase consistiu na leitura do título, do resumo e das palavras-chave para a avaliar se o estudo era relevante ou não na solução das questões de pesquisa. Durante essa etapa, também foram excluídas as publicações duplicadas.

Ao término foram pré-selecionados 456 estudos primários, os quais foram lidos na íntegra e aplicados critérios de filtragem previamente definidos. Ao final, foram selecionados 96 estudos primários¹. Os resultados do processo de seleção são detalhados na Tabela 10.

Tabela 10 – Estudos primários identificados, pré-selecionados e selecionados

Base de Dados	Estudos Identificados	Estudos Pré-Selecionados	Estudos Selecionados
ACM Digital Library	438	36	2
IEEE Digital Library	732	83	27
ISI Web of Science	1295	90	25
Science@Direct	782	9	3
Scopus	1853	238	39
Total	5100	456	96

Após a identificação e seleção dos estudos primários, os dados foram extraídos e sintetizados. O resultado da síntese, assim como as respostas das questões de pesquisa são apresentados na próxima subseção.

¹ <<https://drive.google.com/file/d/1vJCPc7vLLsxMnD3YyAWnuiWXVY971Gzo/view?usp=sharing>>

3.4 Publicação dos Resultados

A última etapa do mapeamento consiste na publicação de seus resultados neste trabalho de doutorado. Na Figura 12, exibe-se um comparativo entre a distribuição dos estudos primários identificados e selecionados por base de dados digital. A maioria dos estudos identificados e selecionados foram da base digital Scopus, o que se justifica pela maior indexação de publicações. Também, nota-se que não se trata de uma distribuição homogênea.

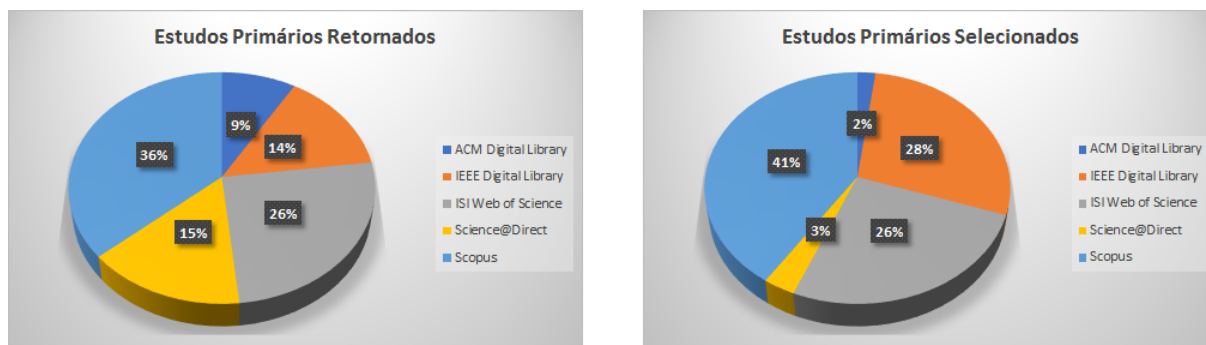


Figura 12 – Distribuição dos estudos primários identificados e selecionados

A identificação da origem dos pesquisadores é importante para a descoberta de grupos de pesquisa sobre um determinado tópico de investigação; no caso, MOOCs ou suas aplicações. Nota-se uma maior incidência de pesquisadores provenientes dos Estados Unidos, países asiáticos e europeus, como China e Espanha. A distribuição dos estudos primários por países de origem de seus pesquisadores é apresentada na Figura 13.

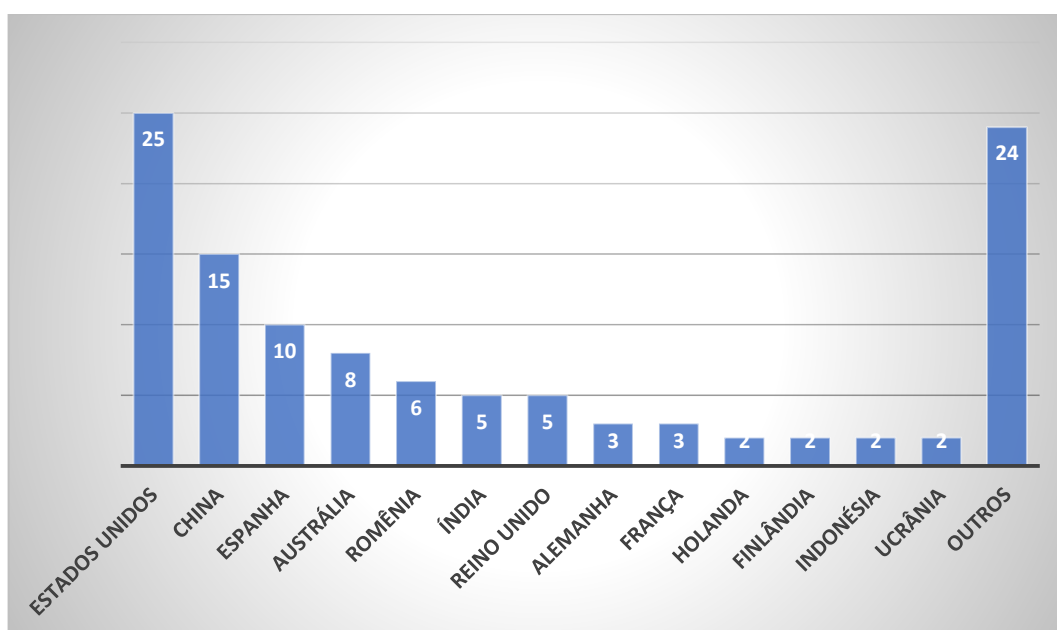


Figura 13 – Estudos Primários por Países de Origem dos Pesquisadores

Como visto no Capítulo 2, os MOOCs são focos de pesquisas recentes, o que é corroborado pelo resultado dos anos de publicação dos estudos primários deste mapeamento, vide Figura 14. Além disso, a maioria dos estudos foi publicada em conferências e jornais, conforme ilustrado na Figura 15

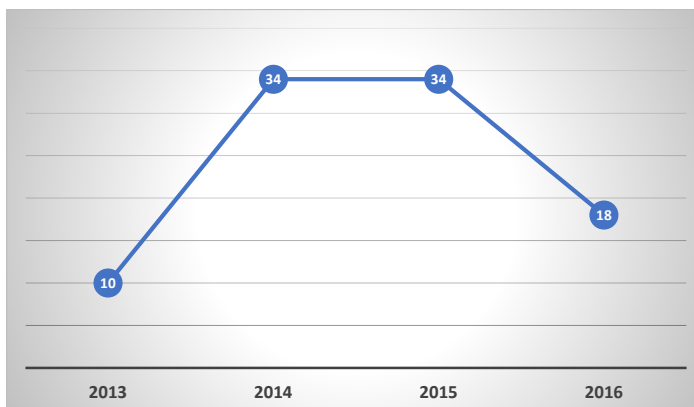


Figura 14 – Estudos Primários por Ano de Publicação

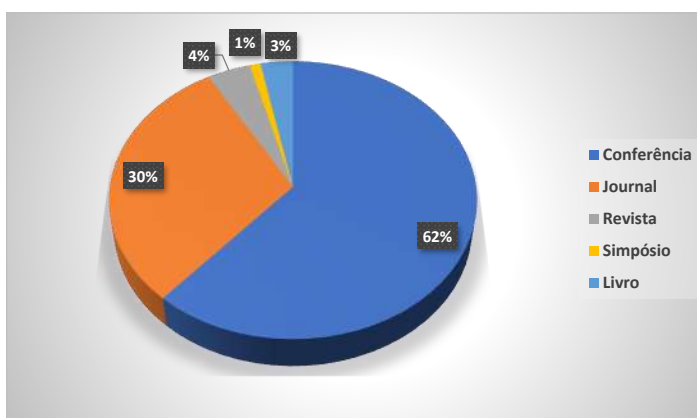


Figura 15 – Estudos Primários por Meio de Divulgação

Os estudos encontrados também podem ser categorizados em relação ao tipo de pesquisa. De acordo com Felizardo *et al.* (2017) uma classificação proposta por Wieringa *et al.* (2005) pode ser adaptada para o contexto de mapeamentos sistemáticos. Segundo Wieringa *et al.* (2005) os tipos de pesquisa são classificados em pesquisa de validação, pesquisa de avaliação, proposta de solução, artigo filosófico, relato de experiência e artigo de opinião. Segue a definição de cada um deles:

- Pesquisa de validação: são estudos que validam novas soluções, ainda não implantadas.
- Pesquisa de avaliação: são estudos que avaliam soluções na indústria.
- Proposta de solução: refere-se a estudos que discutem novas soluções.

- Artigo filosófico: diz respeito a estudos que reestruturam um campo de conhecimento. Por exemplo, a proposta de uma nova taxonomia.
- Relato de experiência: são estudos que discutem como algo foi realizado na prática.
- Artigo de opinião: corresponde a estudos que apresentam a opinião de um pesquisador sobre um determinado tópico de pesquisa.

Segundo Felizardo *et al.* (2017), um mesmo trabalho pode ser categorizado em mais de uma das categorias acima apresentadas. Neste mapeamento, foram identificadas cinco categorias de estudo, conforme ilustrado na Figura 16. Exemplificando, tratam-se de estudos que relatam experiências de aplicação de MOOCs, discutem a adoção ou não de deste modelo pelas universidades ou aplicam *surveys* a fim de investigar a sua eficácia.

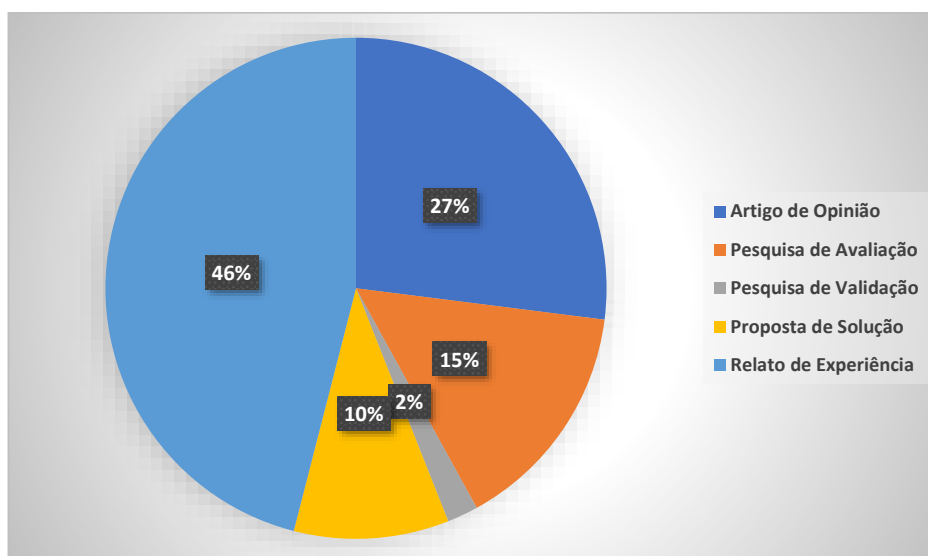


Figura 16 – Estudos Primários por Tipos de Pesquisa

As respostas às questões de pesquisa foram fundamentadas a partir da leitura, extração de dados e análise dos 96 estudos primários, selecionados após a aplicação dos critérios de filtragem. Nas subseções a seguir, essas questões serão discutidas.

3.4.1 Q1: Como os MOOCs estão sendo aplicados em instituições de ensino?

A análise inicial da primeira questão de pesquisa foi realizada sob a perspectiva das áreas de conhecimento da aplicação de MOOCs. Esta investigação pode ser dividida de duas maneiras distintas: a aplicação de MOOCs em áreas de conhecimento gerais ou em subáreas da Computação. Como ilustrado na Figura 17, há uma variedade de áreas que aplicam ou discutem MOOCs, com destaque para as Engenharias, Computação e Medicina.

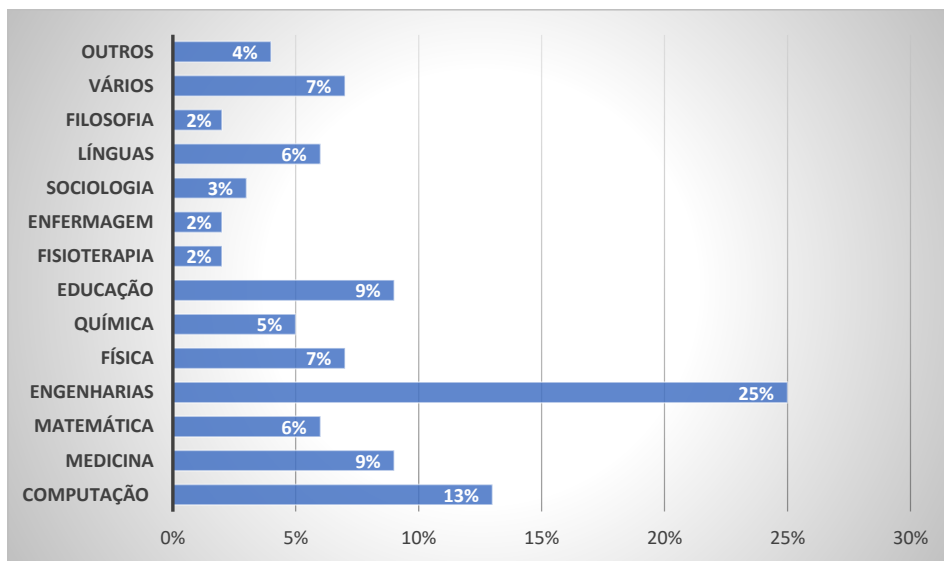


Figura 17 – Estudos Primários por Áreas de Aplicação

A segunda parte relaciona-se às áreas específicas da Computação. Na Figura 18 apresentam-se as subáreas em que MOOCs são aplicados. Neste mapeamento, a maioria dos estudos encontrados foi sobre Programação. Tratam-se de trabalhos que exploram MOOCs no ensino de linguagens de programação. Também foram encontrados trabalhos em Inteligência Artificial e Banco de Dados, porém em pequeno número. Na área de Engenharia de Software, poucos estudos que aplicam MOOCs foram identificados.

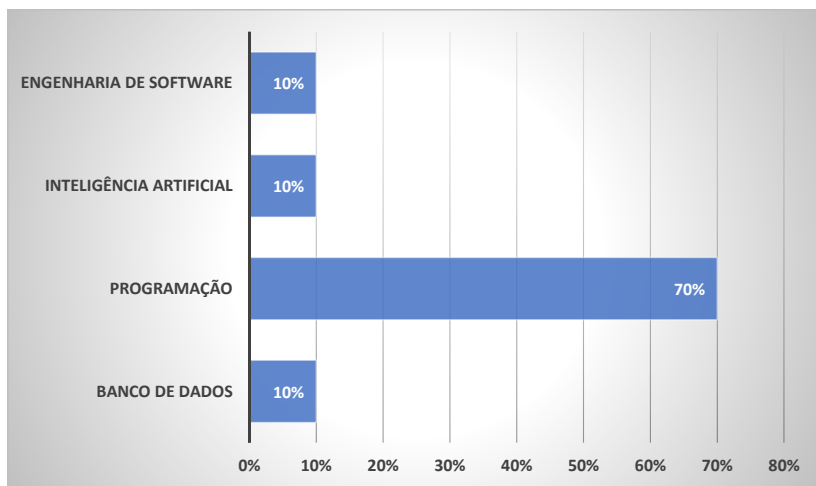


Figura 18 – Estudos Primários por Subáreas da Computação

Após a análise das áreas nas quais os MOOCs têm sido utilizados pelas IES, foi realizado o exame de como estão sendo aplicados. As principais aplicações envolvem a adoção de novas metodologias de ensino, sejam à distância ou semipresenciais em disciplinas de graduação. A seguir, serão discutidas estas e as demais aplicações obtidas por meio do mapeamento:

- **Ensino à distância:** MOOCs são aplicados em substituição ao ensino presencial, ou seja, disciplinas de graduação são ofertadas por meio desta modalidade de curso. Entretanto, há uma grande controvérsia envolvendo a questão dos créditos destas disciplinas: questões como plágio e autenticidade das atividades propostas são obstáculos para o reconhecimento destes.
- **Ensino híbrido:** nesta metodologia de ensino, os MOOCs são contabilizados como parte da carga horária de disciplinas de graduação. Assim, atividades extraclasse podem ser cumpridas por meio da participação em MOOCs. Também podem ser aplicados em conjunto de modelos pedagógicos como o *flipped classroom*.
- **Aulas de Reforço:** os MOOCs são utilizados como complemento às aulas tradicionais. Nesta aplicação, servem como apoio às disciplinas de graduação, de modo que os alunos possam reforçar conceitos vistos em sala de aula ou, até mesmo, aprender novos conceitos.
- **Pré-curso:** os MOOCs são usados como curso introdutório de alguma disciplina em que são necessários (ou desejáveis) pré-requisitos. Como exemplo, pode-se citar a utilização de MOOCs como curso preparatório à disciplina de Cálculo em cursos de Ciências Exatas.
- **Exame admissional:** trata-se de uma aplicação menos comum o emprego de MOOCs como exame admissional em universidades.

3.4.2 Q2: Quais benefícios e desafios podem ser identificados na implantação de MOOCs por instituições de ensino?

Os benefícios identificados neste mapeamento foram agrupados em relação aos *stakeholders*: alunos, instrutores (ou professores), iniciativa privada e Instituições de Ensino. Alguns dos benefícios apontados podem ser enquadrados em mais de um grupo. Por exemplo, o alto índice de aprovação é um benefício para todos os envolvidos: alunos, instrutores, IES e, se for o caso, a iniciativa privada.

São inúmeras as vantagens do ponto de vista dos alunos. Como visto na Seção 2.2, os MOOCs são apoiados pela teoria conectivista, razão pela qual a interação entre os discentes é considerada tão importante e vantajosa. Também se destacam a autonomia e a exploração dos recursos durante o curso. As vantagens na perspectiva dos alunos são sumarizadas na Figura 19:

1. **Interação entre alunos:** o conhecimento é gerado por meio da troca de informações entre os participantes de diferentes origens.
2. **Autonomia e flexibilidade:** os participantes realizam o MOOC em seu próprio ritmo e horário, porém obedecendo aos prazos impostos pelos instrutores. Também possuem a independência para poder descartar conteúdos a que são familiarizados, concluindo o curso de forma mais breve.

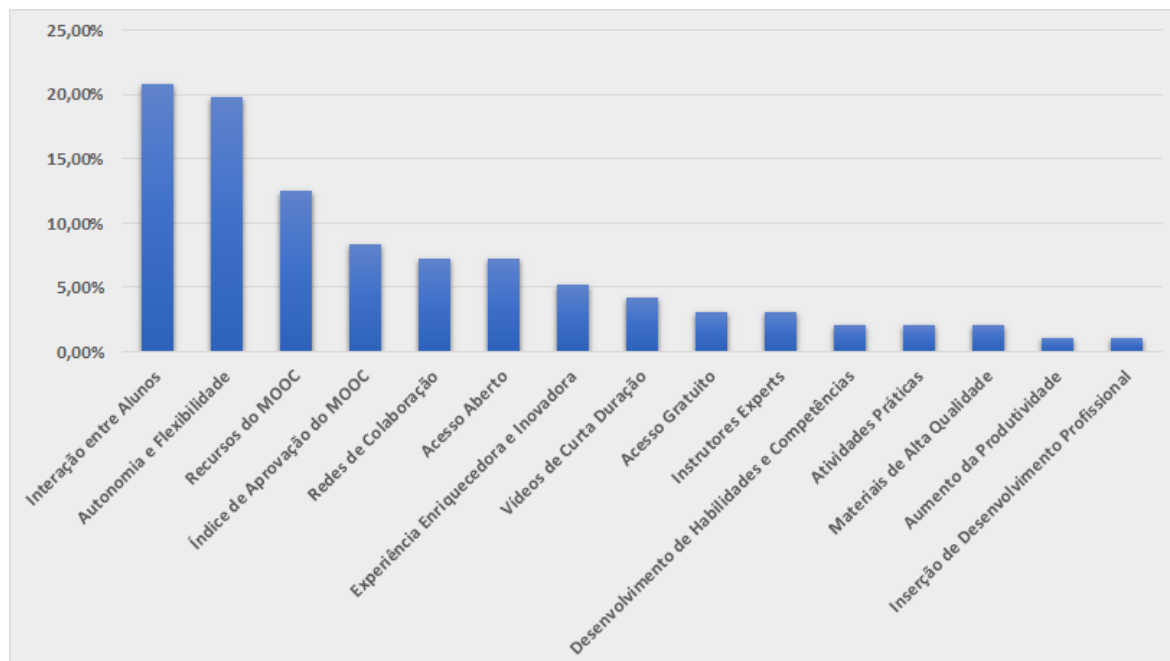


Figura 19 – Vantagens de MOOCs sob a perspectiva dos alunos

3. **Recursos do MOOC:** referem-se a vídeos, *quizzes* e fóruns que são explorados por alunos e instrutores, auxiliando na geração de conhecimento.
4. **Alto índice de aprovação:** após o término do MOOC, relatos e pesquisas de satisfação apontam alto índice de contentamento por parte dos alunos.
5. **Criação de redes de colaboração:** podem ser criadas redes de colaboração entre os alunos dentro e, posteriormente, fora do ambiente do MOOC.
6. **Acesso aberto:** a acessibilidade permite que qualquer indivíduo interessado realize a inscrição no MOOC.
7. **Experiência enriquecedora e inovadora:** relatos e pesquisas apontam que a participação em MOOCs constitui experiência gratificante e inovadora para os envolvidos.
8. **Vídeos de curta duração:** estudos apontam que os alunos preferem a disponibilização de vídeos às notas de aula. Trata-se de materiais de estudo mais visuais que os tradicionais, o que facilita o processo de aprendizagem.
9. **Acesso gratuito:** o acesso gratuito ou a preços baixos é um fator importante na popularização de um MOOC.
10. **Aulas com instrutores *experts*:** geralmente, MOOCs são ofertados por instrutores especialistas de universidades prestigiadas.
11. **Desenvolvimento de habilidades e competências:** MOOCs contribuem para o desenvolvimento de habilidades e competências do aluno.

12. **Atividades práticas:** MOOCs podem ser usados em simulação de atividades reais.
13. **Materiais de alta qualidade:** o material desenvolvido obedece a critérios de qualidade ou normas das plataformas.
14. **Aumento da produtividade:** os alunos apresentaram um aumento na produtividade em modelos de ensino híbridos (presencial ou à distância) com o emprego de MOOCs.
15. **Inserção de desenvolvimento profissional:** podem ser inseridas atividades que contribuam para o desenvolvimento profissional do aluno.

Durante o processo de desenvolvimento de MOOCs, há possibilidades de se estabelecer parcerias entre instituições de ensino e iniciativa privada. O incentivo à participação da iniciativa privada é importante na captação de recursos por meio de patrocínios, contribuindo com a cobertura dos custos do MOOC. As vantagens do ponto de vista da iniciativa privada são apresentadas na Figura 20.

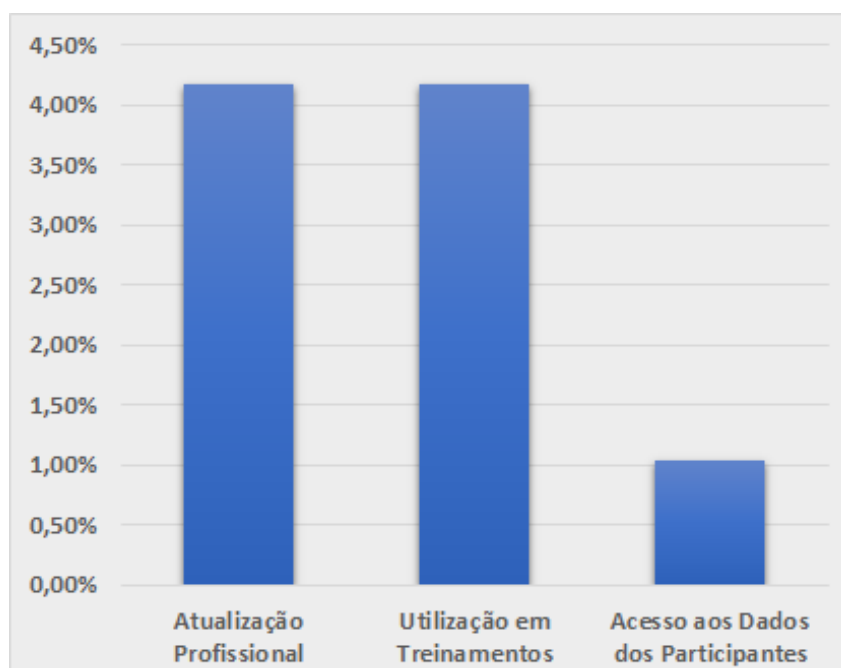


Figura 20 – Vantagens de MOOCs sob a perspectiva da iniciativa privada

1. **Atualização profissional:** os MOOCs são alternativas em áreas em que a atualização profissional ou a educação continuada se fazem necessárias.
2. **Utilização em treinamento:** as empresas podem empregar os MOOCs em substituição ou complemento de treinamentos tradicionais.
3. **Acesso aos dados dos participantes:** empresas têm acesso aos dados dos futuros empregados em potencial. Estes dados podem ser utilizados em processos seletivos.

Os professores, que também exercem a função de instrutores e vice-versa, podem aplicar MOOCs em substituição ou complemento a métodos tradicionais de ensino. Estas e as demais vantagens são apresentadas na Figura 21.

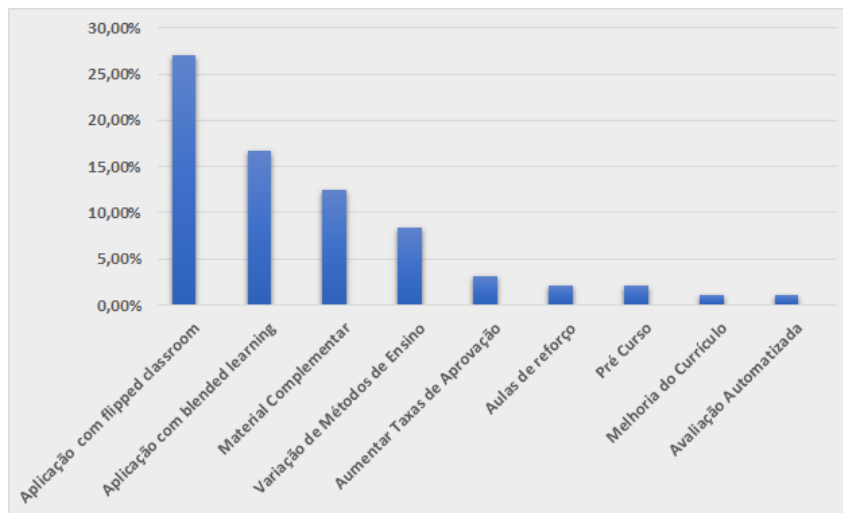


Figura 21 – Vantagens de MOOCs na perspectiva dos instrutores/professores

1. **Aplicação em conjunto com *flipped classroom*:** a utilização de MOOCs em apoio a modelos pedagógicos como o *flipped classroom*. Com a aplicação deste padrão, há uma maior participação e suporte por parte do instrutor.
2. **Aplicação em conjunto com *blended learning*:** com a aplicação deste sistema, também há a maior participação e suporte por parte do instrutor. Assim, estabelecem-se maiores interações aluno-instrutor além do *feedback* constante aos alunos.
3. **Materiais complementares:** MOOCs podem servir como material complementar de cursos tradicionais, auxiliando o docente no cumprimento da ementa curricular.
4. **Variação de métodos tradicionais de ensino:** a adoção de MOOCs corresponde a uma alternativa na aplicação de estratégias para diversificar métodos tradicionais de ensino, instigando o interesse do aluno.
5. **Aumentar as taxas de aprovação:** há relatos de que os MOOCs contribuem para a melhoria do desempenho de alunos em cursos que são tradicionalmente difíceis.
6. **Utilização como aulas de reforço:** MOOCs podem ser utilizados como complemento de aulas tradicionais.
7. **Utilização como pré curso:** MOOCs podem ser utilizados como curso introdutório de alguma disciplina.
8. **Melhoria do currículo:** professores melhoram seu nível de competência e visibilidade ao participarem de um MOOC.

9. **Avaliação automatizada:** apesar de ser apontada como um grande desafio, há relatos de que dizem que a avaliação automatizada pode ser uma vantagem, principalmente ao levar em consideração o tempo gasto.

Por fim, as vantagens são analisadas sob a perspectiva das Instituições de Ensino Superior, conforme ilustrado na Figura 22. Tratam-se de benefícios não apenas para a própria IES, mas que também colaboram para pôr em prática o papel social do ensino, expandindo-o além de suas fronteiras.

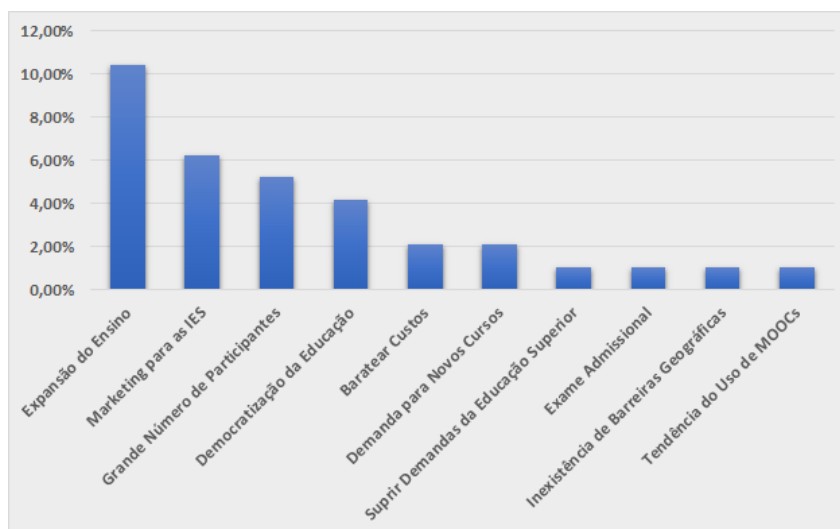


Figura 22 – Vantagens de MOOCs sob a perspectiva das IES

1. **Expansão do ensino:** as IES podem utilizar MOOCs em estratégias para expandir o conhecimento além de suas fronteiras.
2. **Marketing para as IES:** os MOOCs podem servir como marketing indireto, aumentando a visibilidade das IES e atraindo novos alunos para os cursos de graduação e pós-graduação.
3. **Grande número de participantes:** geralmente, MOOCs são massivos, o que implica um grande número de inscritos.
4. **Democratização da educação:** a característica aberta dos MOOCs possibilita a inscrição de pessoas de várias regiões e classes sociais.
5. **Redução de custos:** com a adoção de aulas não presenciais, pode haver uma redução de custos nas universidades.
6. **Demanda para novos MOOCs:** os altos índices de aprovação de um MOOC servem de incentivo para a criação de novos MOOCs.
7. **Suprimento das demandas do Ensino Superior:** o número da população é maior do que o número de vagas em universidades. Os MOOCs auxiliam na amenização dessa desigualdade.

8. **Usado como exame admissional:** há relatos de MOOCs que foram utilizados como exame admissional em universidades. Trata-se de uma maneira que permite aos alunos vivenciarem a universidade e o curso antes do ingresso.
9. **Inexistência de barreiras geográficas:** alunos de várias regiões do mundo podem se inscrever em um MOOC.
10. **Tendência do uso de MOOCs:** são ofertados pelas melhores universidades do mundo. Sua adoção por universidades tem sido uma tendência crescente ao longo dos últimos anos.

A apresentação dos resultados dos desafios na aplicação de MOOCs segue a mesma estrutura anterior: aqueles que foram mapeados estão agrupados nos mesmos quatro grupos. Entretanto, não foram identificados desafios do ponto de vista da iniciativa privada. Os encontrados pelos alunos variam desde problemas técnicos, até questões pessoais como motivação e dedicação ao MOOC. Na Figura 23 são apresentados estes desafios.

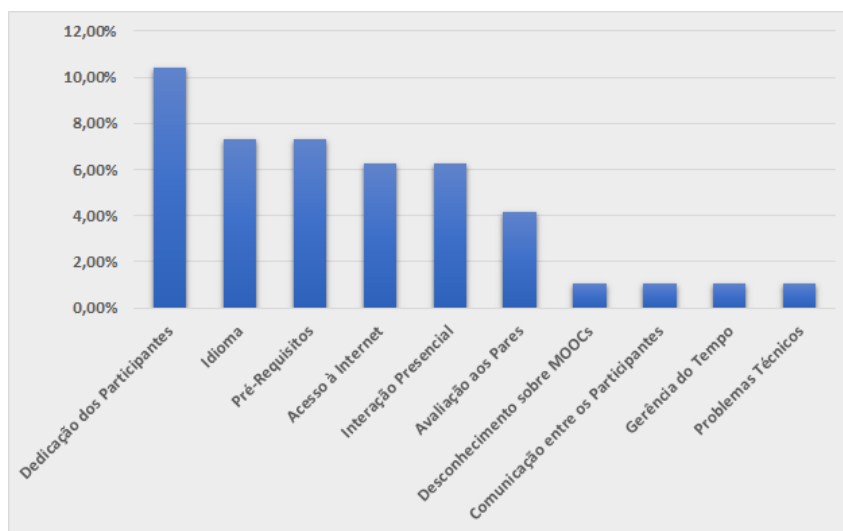


Figura 23 – Desafios da Aplicação de MOOCs sob a perspectiva dos alunos

1. **Dedicação dos participantes:** o sucesso do MOOC depende do compromisso e da dedicação dos participantes. Os alunos devem apresentar proatividade e motivação ao longo do curso.
2. **O idioma em que os cursos são ofertados:** geralmente, os MOOCs são ofertados na língua inglesa, o que exige fluência dos participantes.
3. **Alunos sem pré-requisitos necessários:** a característica aberta e, muitas vezes, gratuita dos MOOCs instiga a inscrição de um grande número de alunos. Contudo, são recorrentes os casos em que os estudantes matriculados não possuem o conhecimento prévio necessário para a participação no MOOC.

4. **Acesso à Internet:** existe a dificuldade de acesso à Internet, ou até mesmo Internet limitada, por parte dos alunos inscritos.
5. **Falta de interação presencial:** os MOOCs são ofertados em ambientes *on-line*, o que implica ausência de interação entre os participantes de maneira presencial.
6. **Dificuldade na avaliação aos pares:** uma estratégia adotada de avaliação é *peer-review* (avaliação aos pares). Alunos se avaliam entre si, o que pode causar algumas dificuldades como a falta de preparo do avaliador ou múltiplas interpretações.
7. **Desconhecimento sobre MOOCs e suas plataformas:** os MOOCs ainda são ignorados por grande parte da população que desconhece a possibilidade de se inscrever em cursos abertos.
8. **Falta de comunicação entre os participantes:** apesar da existência de fóruns nos cursos, ainda há pouca comunicação entre os seus integrantes.
9. **Falta de gerência do tempo:** uma vantagem apontada é que os MOOCs proporcionam ao aluno realizar o curso em seu próprio ritmo. Porém, isso exige que estes façam a gerência de seu tempo para que não percam os prazos, além de acompanharem o curso no ritmo dos demais participantes.
10. **Problemas técnicos:** algumas plataformas ainda apresentam determinados problemas técnicos, o que dificulta a navegação no MOOC.

Na Figura 24, são apresentadas as desvantagens do ponto de vista dos instrutores do MOOC. As dificuldades de acompanhamento das atividades e de avaliação são apontadas como os maiores desafios ao se aplicar esta modalidade de curso. O processo de desenvolvimento é oneroso, exigindo tempo e esforço por parte dos instrutores na elaboração do material. Os demais desafios são discutidos a seguir.

1. **Dificuldade de acompanhamento ou *feedback* aos participantes:** devido ao grande número de alunos, há obstáculos por parte do instrutor na supervisão e acompanhamento das atividades realizadas.
2. **Métodos limitados de avaliação da aprendizagem:** há complexidade em avaliar um grande número de participantes, o que geralmente é feito por meio de avaliação automatizada (por exemplo, *quizzes*).
3. **Aspectos éticos:** a natureza *on-line* dos MOOCs dificulta a averiguação de casos de plágio e fraude na execução de atividades e avaliações. Nesse sentido, métodos de autenticidade vêm sendo investigados.

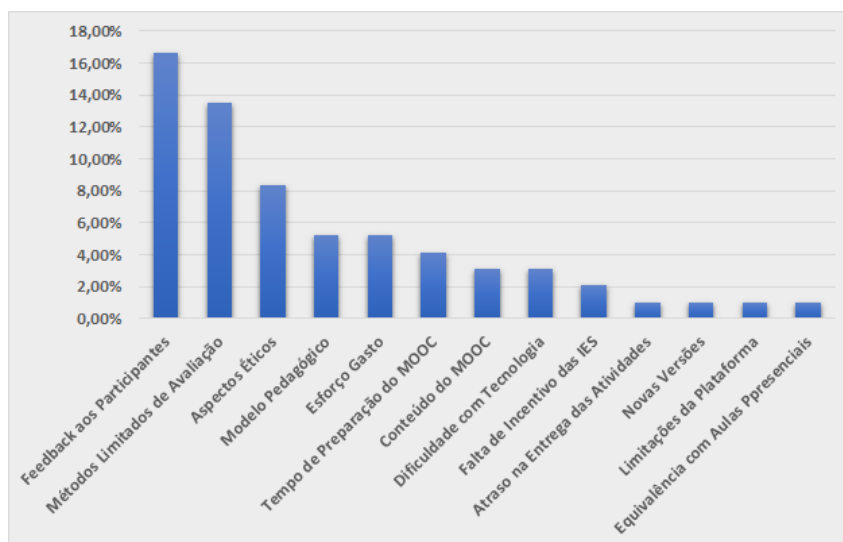


Figura 24 – Desafios da Aplicação de MOOCs sob a Perspectiva dos Instrutores/Professores

4. **Aplicação de um modelo pedagógico:** a aplicação de um modelo pedagógico (ou a falta de rigor pedagógico) no ensino de um grande número de pessoas ao mesmo tempo é apontada como um grande desafio.
5. **Esforço:** é necessário um esforço na produção e gerenciamento do MOOC.
6. **Tempo de preparação do MOOC:** é gasto um tempo considerável no planejamento, preparação e execução de um MOOC.
7. **Definição do conteúdo do MOOC:** o processo de definir o conteúdo não é trivial. Envolve questões como habilidades e competências dos alunos, custo de produção e recursos da plataforma escolhida para a disponibilização do MOOC.
8. **Dificuldade dos professores em lidarem com tecnologia:** ainda existem professores com dificuldade em lidar com e incluir recursos tecnológicos em seus métodos de ensino.
9. **Falta de incentivo das IES:** algumas IES permanecem indiferentes ou avessas à inclusão de MOOCs, o que acarreta a sua não participação ou incentivo durante o processo de desenvolvimento do MOOC.
10. **Atraso na entrega das atividades:** os instrutores têm que lidar frequentemente com a falta de pontualidade dos alunos na entrega dos trabalhos propostos.
11. **Definição e elaboração de novas versões:** os MOOCs seguem um processo de melhoria contínua. Existem dificuldades na definição das alterações a serem realizadas visando novas versões que se apresentam
12. **Limitações da plataforma:** a definição da plataforma utilizada é uma etapa importante no desenvolvimento de MOOCs. Instrutores devem avaliar se a plataforma oferece os recursos necessários para sua boa execução.

13. **Equivalência com aulas presenciais:** há barreiras para os professores aceitarem a equivalência da participação em MOOC com a participação em aulas presenciais.

Em relação às IES, os principais desafios são a taxa de abandono e o custo de produção. Cerca de apenas 4% dos inscritos completam um MOOC, enquanto que a sua produção exige recursos humanos e financeiros. Os demais desafios são ilustrados na Figura 25 e discutidos a seguir.

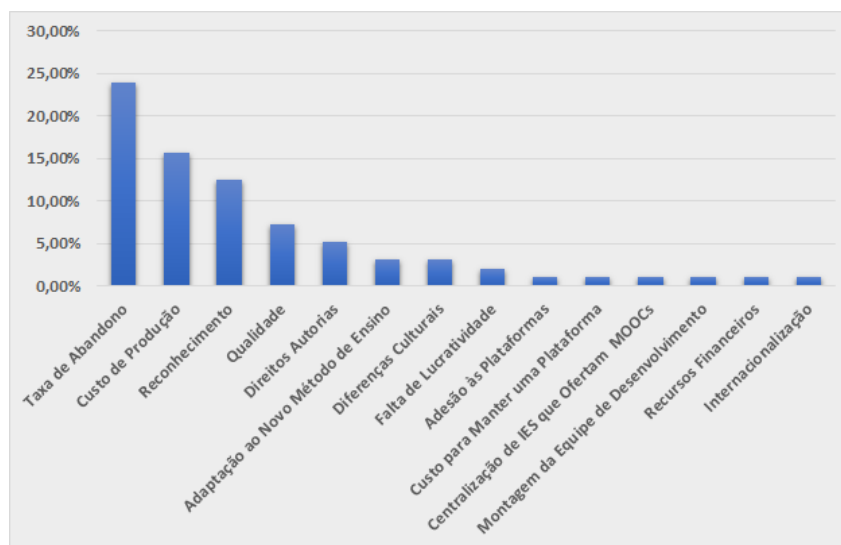


Figura 25 – Desafios da Aplicação de MOOCs sob a Perspectiva das IES

1. **Taxa de abandono:** o principal desafio encontrado é a evasão. O número de alunos que conclui um MOOC é muito baixo.
2. **Custo de produção:** os MOOCs apresentam um custo de desenvolvimento relativamente alto, especialmente na produção de vídeos.
3. **Reconhecimento da aplicação de MOOCs em currículos do ensino:** há uma grande discussão na maneira em que estes cursos devem ser integrados no currículo de ensino. Envolve questões como a definição do número de créditos e até mesmo, se os MOOCs podem ser utilizados como créditos em cursos regulares das IES. A adoção é complexa, pois depende de formalidades legais.
4. **Qualidade:** as IES devem se preocupar com a qualidade dos MOOCs ofertados, pois além de envolver a nome da instituição, há MOOCs com qualidades distintas sendo ofertados.
5. **Direitos autorais:** envolve questões como a licença em que o MOOC é disponibilizado. Além disso, é imprescindível refletir sobre alguns questionamentos: o material pode ser modificado? A quem pertencem os direitos do MOOC, desenvolvedores ou IES?

6. **Adaptação ao novo método de ensino:** as IES devem estar preparadas para a inclusão de novos recursos educacionais como os MOOCs. É um processo que exige adaptação e tempo.
7. **Diferenças culturais:** questões culturais são relevantes. Por exemplo, alguns países da extinta União Soviética são avessos ao ensino a distância e certos temas.
8. **Falta de lucratividade:** alguns estudos defendem que MOOCs se tornariam fontes de receita para as IES.
9. **Adesão ou não às plataformas:** neste aspecto, levanta-se a questão de como as IES devem disponibilizar seus MOOCs, ou seja, em plataformas existentes ou em suas próprias plataformas.
10. **Custo para manter uma plataforma:** existem despesas nos casos em que as IES optam por hospedar os MOOCs em suas próprias plataformas.
11. **Centralização de IES que oferecem MOOCs:** algumas plataformas adotam métodos rigorosos para a aceitação de propostas de hospedagem de um MOOC, o que ocasiona a centralização de IES que ofertam MOOCs.
12. **Montagem de uma boa equipe de desenvolvimento:** IES devem disponibilizar recursos humanos capacitados para o desenvolvimento de MOOCs.
13. **Falta de recursos financeiros:** apesar dos MOOCs serem ofertados gratuitamente ou a preços baixos, existe um custo para a sua produção e manutenção, o qual, muitas vezes, não é disponibilizado pelas IES.
14. **Internacionalização:** não há fronteiras para o recebimento de inscrições de um MOOC, promovendo a internacionalização das IES. Sendo assim, estas devem estar preparadas para desenvolver MOOCs que recebam inscrições de alunos de diversas partes do mundo.

3.5 Considerações Finais

Neste capítulo são apresentados os resultados da condução de um mapeamento sistemático sobre a aplicação de MOOCs. Uma grande variedade de vantagens foi identificada sob perspectivas distintas. A utilização destes cursos tem sido bem sucedida nas mais diversas áreas, porém ainda são recursos poucos explorados na Engenharia de Software. Além disso, outras questões podem ser levantadas:

- As universidades devem oferecer MOOCs como créditos universitários?
- Os MOOCs devem ser reconhecidos por alguma agência regulamentadora?

- As universidades públicas devem oferecer MOOCs a alunos externos sem custo?

Ainda há obstáculos a serem superados, como as altas taxas de evasão e a pouca interação entre instrutores e alunos. Nesse sentido, foi concebido outro conceito de curso, o SPOC (*Small Private Online Course*). Trata-se de cursos direcionados para um número reduzido de participantes, proporcionando maior interação entre os participantes e instrutores. No próximo capítulo são apresentados seus conceitos e o resultado de um mapeamento sistemático similar ao apresentado neste capítulo.

SPOCS - *SMALL PRIVATE ONLINE COURSES*

4.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo são expostos conceitos de SPOCs (*Small Private Online Courses*). Trata-se de conceitos fundamentais para a proposta de pesquisa deste trabalho. Os conceitos e os recursos de aprendizagem de apoio ao programa curricular do SPOC são semelhantes aos do MOOC, pois incluem: vídeos, conjunto de exercícios, avaliações, materiais de leitura, discussões etc. Todavia, a aplicação de SPOCs incentiva a interação entre professores e alunos por meio de fóruns e comunicação em tempo real.

Na Seção 4.2 são apresentados os principais conceitos e definições. Em seguida, na Seção 4.3 são descritos métodos de desenvolvimento de SPOCs. A condução de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MS) com o propósito de investigar as vantagens e desafios na aplicação de SPOCs é apresentado na Seção 4.4. Por fim, na Seção 4.5 são expostas as considerações finais deste capítulo.

4.2 Conceitos, Definições e Terminologias

O conceito de SPOCs (*Small Private Online Courses*) foi inicialmente proposto e utilizado por Armando Fox, um professor da Universidade da Califórnia, que combinou o ensino em sala de aula com o ensino *on-line* (FOX, 2013). O primeiro SPOC foi implementado como uma nova experiência de ensino. Professores distribuíram vídeos e outros recursos digitais aos estudantes como tarefas de casa. Então, o conhecimento assimilado pelos alunos passa a ser complementado no ensino em sala de aula. Essa experiência recebeu apoio por meio de cursos *on-line*, que foram combinados com o ensino tradicional, transformando e tornando mais eficiente o processo de ensino (FOX, 2013).

Durante a aplicação do curso, alguns benefícios foram identificados. O primeiro é a nova proposta de avaliação aos pares: a cada 10 minutos de aula, há uma atividade em que os alunos discutem a resolução da mesma entre si. Com isso, existe uma disposição maior por parte dos alunos, pois necessitam atenção ao conteúdo da aula para resolverem as tarefas propostas.

Fox (2013) defende que MOOCs sejam utilizados como material suplementar ao ensino em sala de aula. SPOCs utilizam conceitos de MOOCs em cursos privados, cujo grande diferencial é o tamanho da população atendida (KAPLAN; HAENLEIN, 2016). Tratam-se de cursos projetados para atender a um número reduzido de alunos (MUÑOZ-MERINO *et al.*, 2017a), o que viabiliza que as interações professor-aluno e aluno-aluno sejam expandidas (FOX, 2013; ZHOU *et al.*, 2016). As características dos SPOCs são apresentadas a seguir:

- Pequenos (*Small*): significa que o curso será do tamanho de uma sala de aula tradicional (MUTAWA, 2016), limitando o número de alunos a dezenas ou a algumas centenas no máximo. Com o reduzido número de alunos, poderá ser dada ênfase no processo de aprendizagem individual, avaliando o seu crescimento (LI, 2016). Além disso, a comunicação é otimizada, de modo que professores e estudantes possam trocar mensagens entre si facilmente (BIAN, 2016).
- Privados (*Private*): geralmente, apenas um grupo de pessoas matriculadas no curso pode acessá-lo (MUTAWA, 2016).

SPOC é o novo modelo híbrido de integração da aprendizagem *on-line* com a sala de aula tradicional em pequena escala (WANG, 2017). Comumente, são usados para apoiar aulas presenciais ou aplicados em conjunto com *flipped classroom* (MUTAWA, 2016). Os alunos acessam vídeos e materiais de leitura e, em seguida, se reúnem em sala de aula para discutir e resolver problemas sob a orientação de um professor ou instrutor. Professores têm grande participação no processo de aprendizagem dos alunos, respondendo a perguntas e promovendo discussões (ZHOU *et al.*, 2016).

Um dos grandes desafios encontrados em MOOCs é a taxa de abandono. Muñoz-Merino *et al.* (2017b) levantam a hipótese de que nem todos os que se matriculam em um curso desta modalidade estão interessados em concluí-lo. Os inscritos podem apenas querer rever alguns dos materiais ou mesmo apresentar curiosidade sobre o tema. No entanto, a situação pode ser diferente em SPOCs, uma vez que estes são direcionados para grupos específicos de participantes. Além disso, consistem em cursos oferecidos em um número limitado de lugares e que, portanto, requerem inscrições mais formalizadas (KAPLAN; HAENLEIN, 2016).

A falta de interação entre aluno-professor, característica dos MOOCs, é resolvida na aplicação do SPOC. A atuação do professor é redefinida, desempenhando papel de guia e mentor do estudante, ao explicar o conteúdo das vídeo/aulas e instigá-lo a identificar e resolver problemas (LI, 2016).

Segundo [Bian \(2016\)](#), a característica privada do SPOC pode resolver o problema da avaliação aos pares do MOOC. Como o processo de matrícula é mais restrito, espera-se a inscrição de alunos responsáveis, qualificados e motivados. O SPOC consiste nos seguintes cinco aspectos ([CHENG; ZHANG, 2014](#)):

- **Vídeos:** as aulas *on-line* são entregues por meio de vídeos, com duração entre 5 e 10 minutos. Durante a semana, os alunos assistem a, aproximadamente uma hora de videoaulas.
- **Leituras:** existem dois tipos de leituras - as apostilas sucintas (parte do curso) e as leituras adicionais (material opcional), ambas disponibilizadas na plataforma de aprendizagem *on-line*.
- **Fóruns:** a cada semana, há uma discussão relacionada ao conteúdo de aprendizagem em cada semana.
- **Atividades:** existem *quizzes* semanais e atividades de aprendizagem *on-line* e *off-line*.
- **Comunicação com o professor:** os alunos podem fazer perguntas a seus professores. Estes devem estar preparados para ler e responder a todas essas perguntas.

4.3 Desenvolvimento de SPOCs

O processo de produção de SPOCs apresenta grandes similaridades com o mesmo dos MOOCs. Em ambos os cursos devem ser produzidos vídeos, materiais de apoio, atividades de avaliação e discussões em fóruns. Segundo [Kloos et al. \(2014\)](#), tanto MOOCs quanto SPOCs seguem um ciclo de vida que, normalmente, incluem três etapas, descritas a seguir:

- **Criação e preparação:** a formação do curso é projetada e os conteúdos de aprendizagem são preparados e enviados para a sua plataforma.
- **Implantação:** inicia-se o curso.
- **Análise:** professores analisam o desempenho dos alunos e detectam quais ações foram bem ou mal sucedidas. Esta averiguação não ocorre necessariamente após o término do curso, mas pode se realizar paralelamente à fase de implantação.

Os SPOCs também se desenvolvem a partir da adaptação de materiais de MOOCs. A estrutura modular do SPOC torna fácil a mistura de diferentes materiais pré-selecionados e, até mesmo, a inclusão de aparatos do próprio instrutor. O ritmo e o conteúdo do SPOC podem ser personalizados para se ajustar à sala de aula. O material é passível de ser suprimido, reordenado e transmitido de maneira acelerada ou mais lenta ([FOX, 2013](#)).

As videoaulas permitem a flexibilidade de aplicar metodologias como a *flipped classroom*. Também se incluem outros tipos de materiais textuais que serão utilizados como revisão ou tópicos avançados opcionais. Os desenvolvedores também podem produzir as videoaulas, postá-las *YouTube* e, em seguida, organizá-las como o *Moodle*. Então, há a possibilidade de adicionarem alguns materiais de apoio e *quizzes* (MUTAWA, 2016).

Os custos operacionais de SPOCs são relativamente baixos, caso sejam aproveitados recursos de um MOOC existente (LI, 2016). É possível que sejam reaproveitadas videoaulas, animações e *quizzes*, pois SPOCs também utilizam tais recursos. Nesse contexto, a adição de novos recursos é relativamente simples e a plataforma operacional pode ser a mesma do MOOC. Seguindo o conceito de reutilização de MOOCs, há relatos de Instituições de Ensino que desenvolveram SPOCs basicamente sem custo adicional no processo de desenvolvimento (LI, 2016).

Muñoz-Merino *et al.* (2017b) formalizaram um processo de design para SPOCs com base em duas experiências passadas de implementação. A visão geral deste processo é apresentada na Figura 26, em que as caixas representam ações durante o processo e as setas indicam o fluxo de tempo das diferentes etapas.

Inicialmente, as partes interessadas devem fornecer uma lista de requisitos educacionais de acordo com as necessidades da empresa ou universidade. Com base nesses requisitos, a instituição deve escolher uma entre as diferentes plataformas disponíveis. Caso nenhuma destas satisfaça todos os requisitos educacionais desejados, é possível realizar ajustes como integrações entre plataformas. Além disso, para acomodar requisitos não atendidos é possível a implementação e adição de novos componentes para a plataforma. Entretanto, esta ação implica um esforço para o para a time de desenvolvimento. Os principais interessados analisarão o custo-benefício da funcionalidade desejada.

O processo de criação deve ser iniciado após a escolha da plataforma. As suas funcionalidades são essenciais para o desenvolvimento do SPOC. Por exemplo, as atividades de avaliação serão projetadas de acordo com o recurso disponibilizado pela plataforma. Adicionalmente, engloba a produção de vídeos, exercícios, conteúdo ou elementos de gamificação. Primeiro, os desenvolvedores consideram o que pode ser feito de acordo com a funcionalidade da plataforma. Ademais, devem seguir uma lista de boas práticas e uma metodologia adequada para melhorar o processo de aprendizagem.

Em seguida, a organização fornece uma lista de critérios para produzir recursos homogêneos. Esses critérios geralmente estão relacionados aos aspectos institucionais (como inserção de logotipos ao final de cada vídeo) ou outros, como homogeneidade (por exemplo, usando certas cores para os exercícios). Depois que cada um dos recursos educacionais é criado, todos devem ser armazenados e gerenciados. Além disso, os diferentes recursos devem estar adequadamente relacionados. Exemplificando: quais são os exercícios que estão relacionados à quais vídeos e tópicos do conteúdo.

Finalmente, os recursos são enviados para a plataforma. O processo de *upload* pode ser gerenciado com o auxílio de uma ferramenta automatizada. A avaliação do curso considera observações diretas nas plataformas, no processo de criação e na execução do curso. Adicionalmente, são utilizados *surveys*, entrevistas ou os resultados da análise de aprendizagem. Após a coleta dos resultados, ocorre a tomada de decisões acerca de modificações para as próximas edições do SPOC.

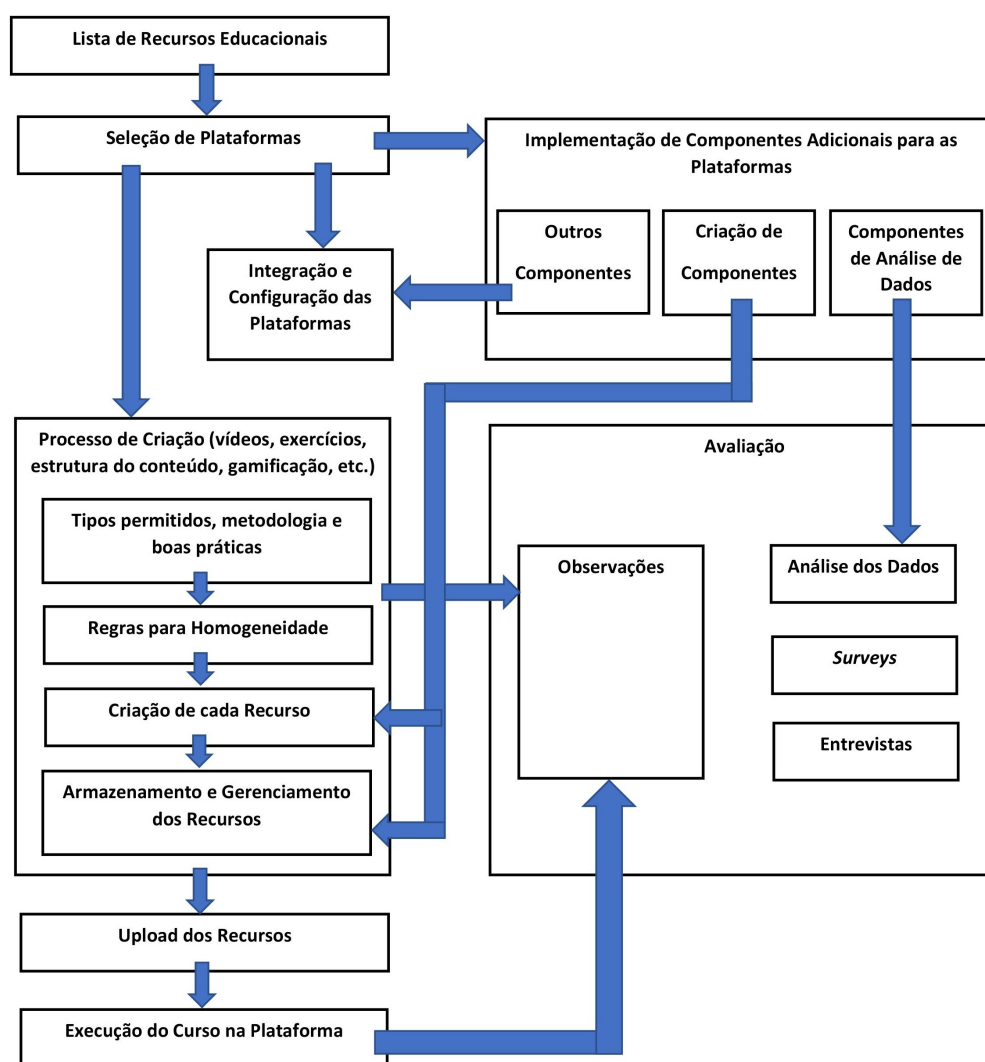


Figura 26 – Processo de design para SPOCs, adaptado de (MUÑOZ-MERINO *et al.*, 2017b)

4.4 Mapeamento Sistemático: SPOCs e Suas Aplicações

Com o propósito de investigar as vantagens e desafios na aplicação de SPOCs do ponto de vista de pesquisadores e desenvolvedores, foi conduzido um Mapeamento Sistemático da Literatura (MS) semelhante ao apresentado no Capítulo 3. O protocolo de execução adotado, que também neste está descrito, foi dividido nas etapas de planejamento, condução e publicação dos resultados.

4.4.1 Planejamento do Mapeamento

SPOC é um conceito novo ainda escassamente explorado. Por essa razão, são encontrados poucos trabalhos na literatura sobre a sua utilização. Por meio deste MS, foram investigados as vantagens e os desafios da aplicação de SPOCs em diversas áreas do conhecimento, com o objetivo principal de caracterizar esse tipo de aplicação através da análise de publicações científicas.

Ao final do MS, são discutidas as seguintes questões de pesquisa:

- Q1: Como os SPOCs estão sendo aplicados por instituições de ensino?
- Q2: Quais benefícios e desafios podem ser identificados na implantação de SPOCs ?

A *string* de busca foi definida a partir do termo SPOC e seus sinônimos, apresentados na Tabela 11, concatenados por operadores lógicos:

- (“SPOC” OR “Small Private Online Course” OR “Small Private Online Courses” OR “SPOCs”)

Tabela 11 – Palavras-chave e sinônimos

Palavra-Chave	Sinônimos
SPOC	Small Private Online Course Small Private Online Courses SPOCs

As bases de dados eletrônicas em que foram pesquisados e extraídos os estudos primários para leitura e análise são descritas na Tabela 12. Correspondem às mesmas bases utilizadas no MS exposto no capítulo anterior.

Tabela 12 – Bases de Dados Eletrônicas

Base de Dados	Endereço Eletrônico
ACM Digital Library	http://portal.acm.org
IEEE Digital Library	http://ieeexplore.ieee.org
ISI Web of Science	http://www.isiknowledge.com
Science@Direct	http://www.sciencedirect.com
Scopus	http://www.scopus.com

Por fim, foram estabelecidos os critérios de seleção dos estudos primários. As publicações retornadas pela busca foram analisadas obedecendo a parâmetros de inclusão e exclusão. Dessa maneira, foi possível selecionar apenas publicações relevantes para o presente trabalho. Com relação aos critérios (C) de exclusão (E), foram definidos:

- C1: Podem ser selecionadas publicações que descrevam trabalhos em que instituições de ensino apliquem SPOCs.
- C2: Podem ser selecionadas publicações que discutam a aplicação de SPOCs em instituições de ensino.
- E1: Não serão selecionadas publicações que não satisfaçam a nenhum critério de inclusão.
- E2: Não serão selecionadas publicações não escritas nas línguas portuguesa ou inglesa.
- E3: Não serão selecionadas publicações duplicadas.
- E4: Não serão selecionadas publicações que não tenham disponibilidade de conteúdo para leitura (por exemplo, casos em que os conteúdos são pagos ou não disponibilizados pelas máquinas de busca).

4.4.2 Condução do Mapeamento Sistemático

A condução do mapeamento iniciou-se com a identificação dos estudos primários, aplicando a *string* de busca às bases de dados eletrônicas definidas no protocolo. Após a execução da busca foram retornadas 1706 publicações científicas distribuídas entre as cinco bases.

Posteriormente à busca e identificação dos estudos primários, ocorreu a etapa de pré-seleção. Esta consistiu na leitura do título, resumo e palavras-chave com o intuito de avaliar se o trabalho era relevante ou não na solução das questões de pesquisa. Durante essa fase, também foram excluídas as publicações duplicadas.

A pré-seleção resultou em 169 estudos primários, os quais foram lidos na íntegra e aplicados critérios de filtragem definidos no protocolo. Ao final, foram selecionados 49 estudos primários ¹. Todo o processo de seleção é detalhado na Tabela 13.

Tabela 13 – Estudos primários identificados, pré-selecionados e selecionados

Base de Dados	Estudos Identificados	Estudos Pré-Selecionados	Estudos Selecionados
ACM Digital Library	54	4	2
IEEE Digital Library	134	49	11
ISI Web of Science	471	60	20
Science@Direct	535	3	1
Scopus	512	53	15
Total	1706	169	49

Após a identificação e seleção dos estudos primários, os dados foram extraídos e sintetizados. O resultado da síntese, bem como as respostas das questões de pesquisa, será apresentado na próxima subseção.

¹ <*><https://drive.google.com/file/d/1vwbtTt0cUEd378xCVFZ9dGGcpafVZDXtl/view?usp=sharing>

4.4.3 Publicação dos Resultados

A última etapa deste mapeamento consiste na publicação de seus resultados. Na Figura 27, é exibido um comparativo entre a distribuição dos estudos primários identificados e selecionados por base de dados digital.

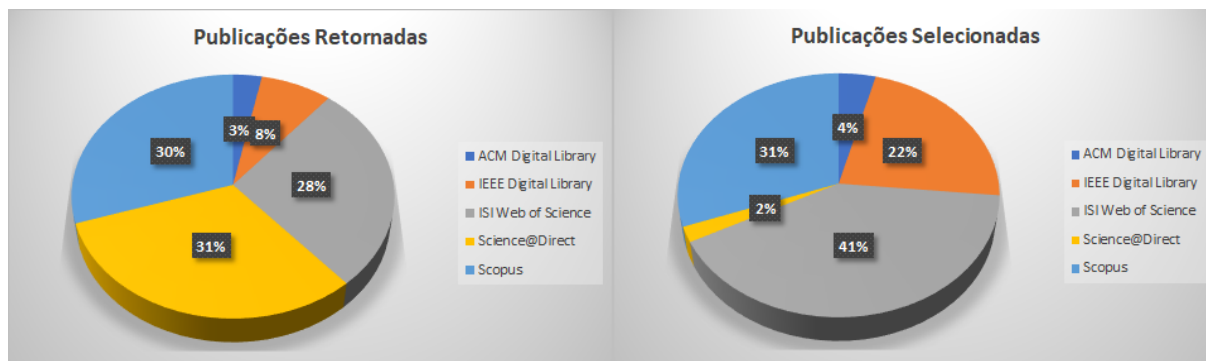


Figura 27 – Distribuição dos estudos primários identificados e selecionados

SPOCs são oriundos de conceitos de MOOCs que, por sua vez, já se constituem tópicos de pesquisa recentes. Consequentemente, SPOCS também são tópicos atuais, conforme ilustrado na Figura 28. Além disso, a maioria dos estudos foi publicada em conferências, segundo exibido na Figura 29

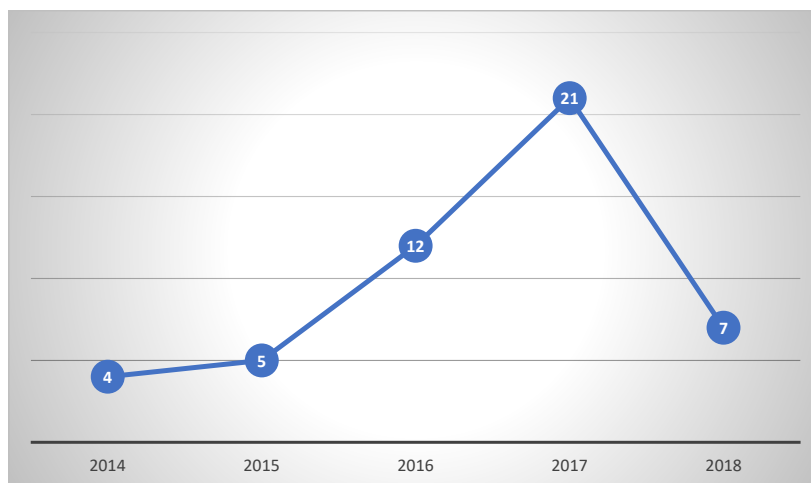


Figura 28 – Estudos primários por ano de publicação

Os estudos primários selecionados foram categorizados de acordo com o seu tipo de pesquisa. A classificação utilizada foi a proposta por (WIERINGA *et al.*, 2005), adaptada para o contexto de mapeamentos sistemáticos. Neste mapeamento, foram identificadas quatro categorias de estudo, conforme a Figura 30. De modo geral, correspondem a estudos que relatam experiências de aplicação de SPOCs em IES.

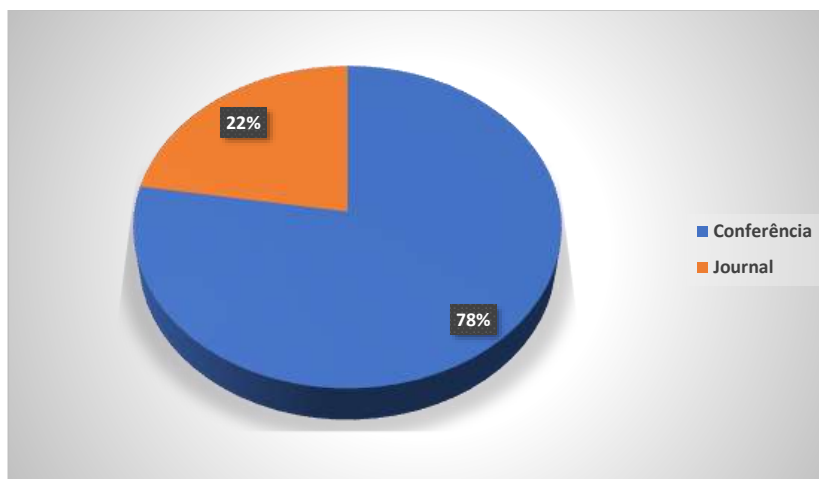


Figura 29 – Estudos primários por meio de divulgação

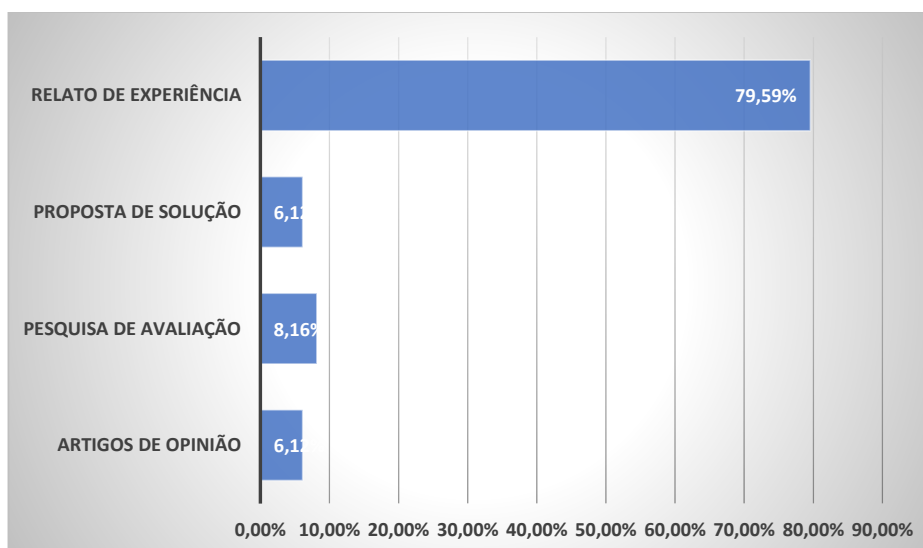


Figura 30 – Estudos primários por tipos de pesquisa

4.4.4 Q1: Como os SPOCs estão sendo aplicados por Instituições de Ensino?

A análise inicial da primeira questão de pesquisa é feita sob a perspectiva das áreas de conhecimento da aplicação de SPOCs. Esta análise pode ser dividida de duas maneiras distintas: aplicação de SPOCs em áreas de conhecimento gerais ou em subáreas da Computação. Como ilustrado na Figura 31, há uma variedade de áreas que aplicam ou discutem a aplicação de SPOCs, com destaque para a Computação, Química, Física e Matemática.

A segunda parte da análise, em relação às subáreas da Computação pode ser observada na Figura 32. Nela são apresentadas as subáreas em que os SPOCs têm sido aplicados. A maioria dos estudos encontrados versa sobre o ensino de uma linguagem de Programação. Também

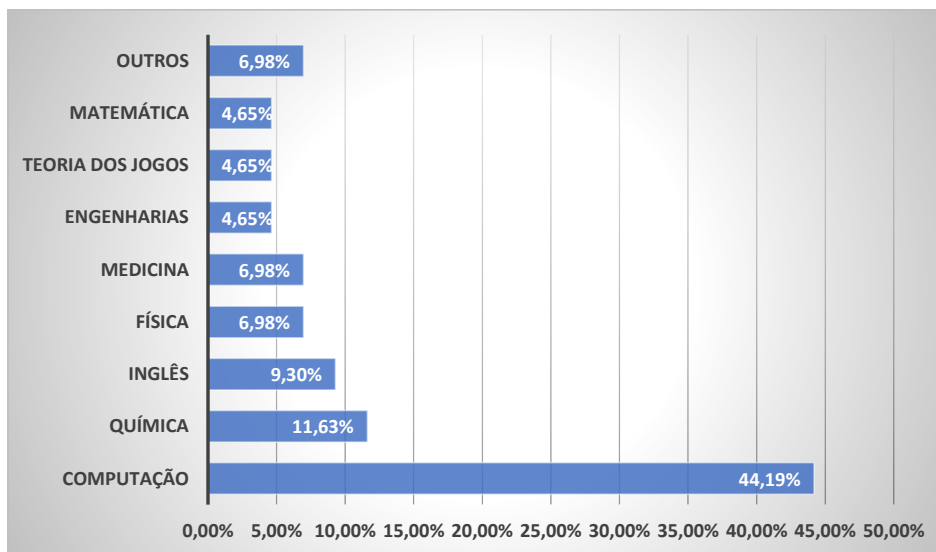


Figura 31 – Estudos primários por áreas de aplicação

foram encontrados trabalhos em Engenharia de Software e Estrutura de Dados.

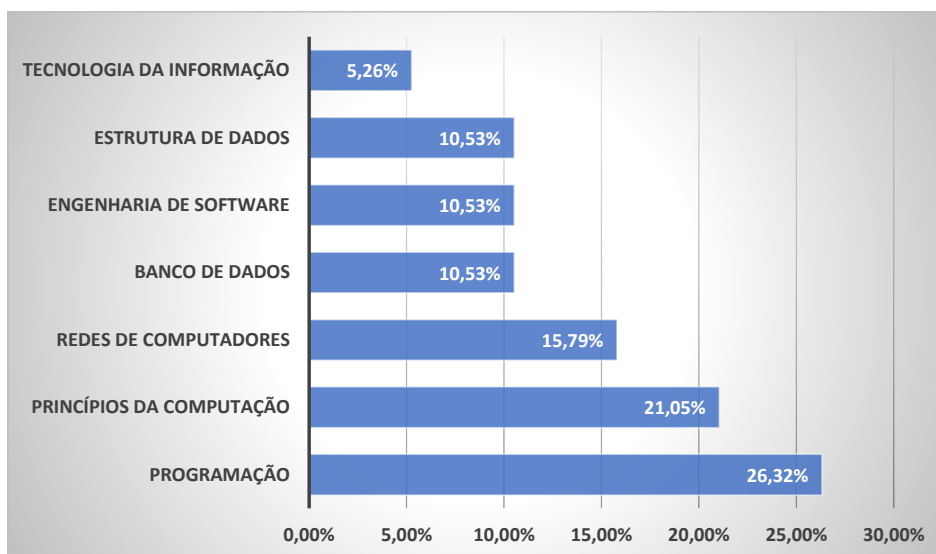


Figura 32 – Estudos primários por subáreas da Computação

Após as análises iniciais, apresenta-se a discussão de como os SPOCs têm sido aplicados. As principais aplicações envolvem a adoção em conjunto de novas metodologias de ensino, como a *flipped classroom*, em disciplinas de graduação. A seguir, são discutidas estas e as demais aplicações resultados deste mapeamento:

- **Ensino híbrido:** é a maneira de maior incidência em que os SPOCs são aplicados. Nesta metodologia de ensino, estes são usados como atividades extraclasse em conjunto com métodos tradicionais/presenciais em disciplinas de graduação. Também podem ser aplicados associados a modelos pedagógicos como o *flipped classroom*.

- **Ensino à distância:** aplicam-se os SPOCs em substituição ao ensino presencial, ou seja, disciplinas de graduação e pós-graduação são ofertadas por desta modalidade de curso.
- **Pré-curso:** utilizam-se os SPOCs como curso introdutório de alguma disciplina em que são necessários (ou desejáveis) pré-requisitos. Um exemplo é a sua utilização como revisão de conceitos de Matemática, Química e Física para calouros em cursos de Ciências Exatas.
- **Aulas de Reforço:** há a possibilidade de usar os SPOCs como complemento às aulas tradicionais, servindo como apoio a disciplinas de graduação.

4.4.5 Q2: Quais benefícios e desafios podem ser identificados na implantação de SPOCs ?

Assim como no mapeamento do Capítulo 3, os benefícios identificados também foram agrupados em relação aos seguintes *stakeholders*: alunos, instrutores (ou professores), iniciativa privada e instituições de ensino. Alguns dos benefícios apontados também podem se enquadrar em mais de um grupo.

As vantagens do ponto de vista dos alunos são sintetizadas na Figura 33. A maioria dos benefícios identificados está relacionada a comparações entre a aplicação de: (i) SPOCs e MOOCs; (ii) SPOCs e métodos tradicionais de ensino. Os resultados indicam que o desempenho dos alunos é superior com a utilização de SPOCs.

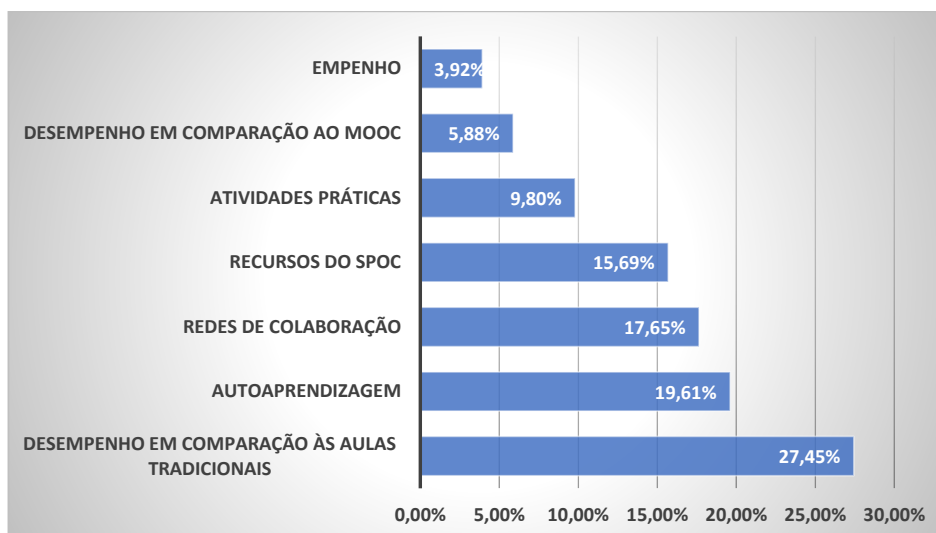


Figura 33 – Vantagens de SPOCs sob a perspectiva dos alunos

1. **Melhor desempenho em relação às aulas presenciais:** estudos comparativos entre o desempenho de participantes em métodos tradicionais de ensino e métodos híbridos utilizando SPOCs indicam que os melhores resultados são alcançados nestes últimos.

2. **Melhor desempenho em relação ao MOOC:** estudos que comparam o desempenho de participantes em MOOCs e SPOCs apontam que os melhores resultados são obtidos em SPOCs.
3. **Desenvolvimento da capacidade de autoaprendizagem:** durante o processo de autoaprendizagem proporcionado por SPOCs, alunos desenvolvem a capacidade de aquisição de conhecimentos e habilidades.
4. **Colaboração entre os alunos:** durante a execução do SPOC são criadas redes de colaboração entre os participantes, as quais contribuem para um aprendizado coletivo.
5. **Melhor empenho em relação às aulas presenciais:** estudos comparativos entre o empenho de participantes em MOOCs e SPOCs sinalizam que os melhores resultados são atingidos em SPOCs, notadamente em casos em que estes permitem o aproveitamento dos créditos.
6. **Uso de vídeos:** este instrumento permite que os alunos revejam os conceitos considerados complexos ou de difícil entendimento a qualquer momento ou após o término de aulas presenciais.
7. **Atividades práticas:** a aplicação de SPOCs proporciona uma melhor articulação entre teoria e prática.

Assim como no mapeamento de MOOCs, são identificados estudos que apontam vantagens para a iniciativa privada. Podem ser estabelecidas parcerias entre instituições de ensino e iniciativa privada, em que empresas podem empregar SPOCs em substituição ou complemento de treinamentos tradicionais. SPOCs também possuem custos de produção, por essa razão, o incentivo da inclusão da iniciativa privada é importante na captação de recursos.

Os SPOCs geralmente são aplicados em conjunto ou substituição de métodos tradicionais de ensino. Em relação aos MOOCs, a grande vantagem é a maior interação entre professores e alunos, possibilitada pelo número reduzido de alunos participantes. As vantagens, sintetizadas na Figura 34, são:

1. **Aplicação em conjunto de metodologias de ensino:** é possível fornecer o uso de estratégias de ensino, como *flipped classroom* ou *blended learning*. Assim, os professores utilizam o tempo da sala de aula para solucionar problemas e promover discussões voltadas para a promoção da aprendizagem ativa.
2. **Maior supervisão e interação do professor ou instrutor:** a interação entre alunos e instrutores é facilitada, devido ao menor número de participantes do SPOC.
3. **Aumento da taxa de completude das atividades:** estudos indicam que houve aumento do número de atividades propostas concluídas pelos alunos.

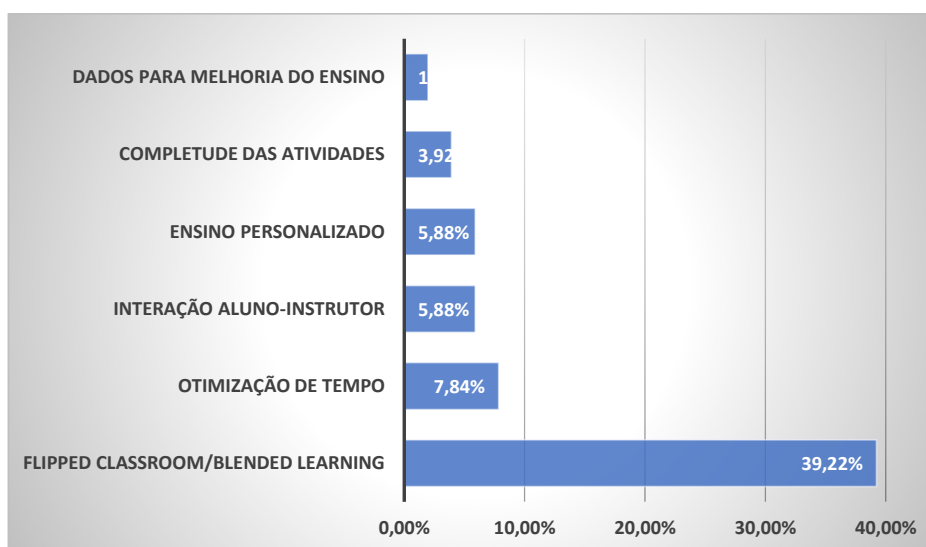


Figura 34 – Vantagens de SPOCs sob a perspectiva dos instrutores

4. **Otimização de tempo:** quando aplicados em conjunto, professores aproveitam melhor o tempo em sala de aula por meio de discussões e explicações detalhadas
5. **Ensino personalizado:** SPOCs são compostos por recursos de aprendizagem que podem ser personalizados de acordo com as características e o estilo cognitivo do aluno, atendendo às suas necessidades de aprendizagem.
6. **Dados para pesquisa:** os procedimentos de interação e avaliação fornecem muitos dados para professores e pesquisadores.

As vantagens analisadas sob a perspectiva das Instituições de Ensino Superior são ilustradas na Figura 35. O principal benefício é uma contrapartida ao grande desafio dos MOOCs, que é a taxa de evasão. Por se tratar de um número reduzido de alunos, os instrutores são capazes de proporcionar *feedback* constante, motivando o estudante durante o curso e, conseqüentemente, diminuindo o índice de desistência. São elas:

1. **Menor taxa de evasão:** os índices de conclusão de SPOCs são mais altos do que os índices alcançados por MOOCs.
2. **Alto índice de aprovação pelos participantes:** após o término do SPOC, relatos e pesquisas de satisfação apontam altos índices de aprovação.
3. **Pré-curso:** SPOCs há a possibilidade de SPOCs serem como um curso introdutório de alguma disciplina.
4. **Novos métodos de ensino:** por meio da aplicação de SPOCs é possível variar os métodos tradicionais de ensino.

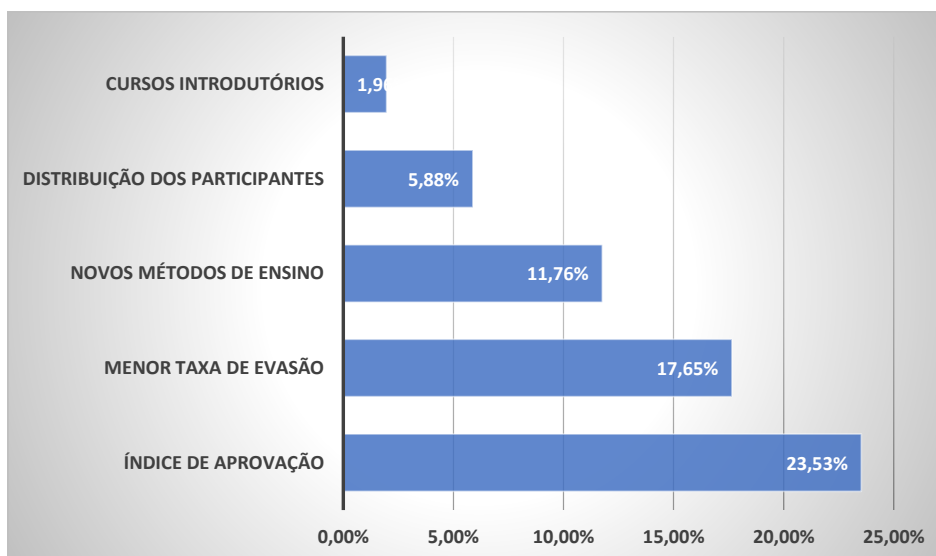


Figura 35 – Vantagens de SPOCs sob a perspectiva das instituições de ensino

5. Distribuição geográfica dos participantes: alunos de várias regiões podem participar de um SPOC.

A apresentação dos desafios na aplicação de SPOCs segue a estrutura anterior: os desafios mapeados também foram agrupados nos mesmos quatro grupos. Os desafios sob a perspectiva dos alunos e a iniciativa privada são apresentados na Figura 36. Os alunos devem permanecer motivados, enquanto que a iniciativa privada deve identificar meios de oficializar parcerias com as IES. Os desafios são apresentados a seguir:

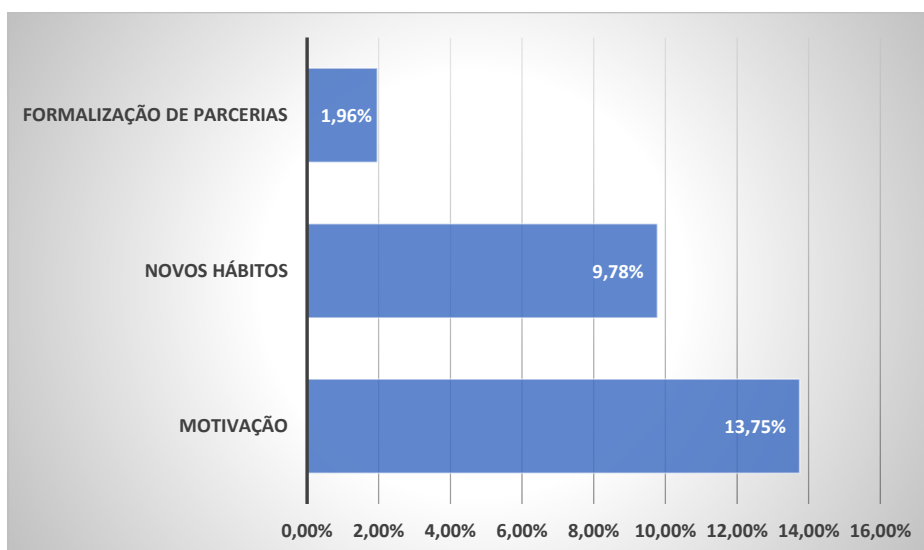


Figura 36 – Desafios da aplicação de SPOCs sob a perspectiva dos alunos e da iniciativa privada

• **Grupo 1: Alunos**

1. **Motivação:** os alunos demonstram motivação e proatividade no decorrer do SPOC.
2. **Novos hábitos:** os alunos devem se tornar aprendizes autônomos, obedecendo os prazos de entrega das atividades.

- **Grupo 2:** Iniciativa Privada

1. **Formalização de parcerias:** as parcerias entre a iniciativa privada e as instituições de ensino devem ser formalizadas de acordo com as normas institucionais.

Na Figura 37, são apresentadas os desafios encontrados pelos instrutores de um SPOC. Assim como nos MOOCs, o processo de desenvolvimento exige tempo e esforço dos instrutores na elaboração do material do curso. O restante dos desafios é discutido a seguir:

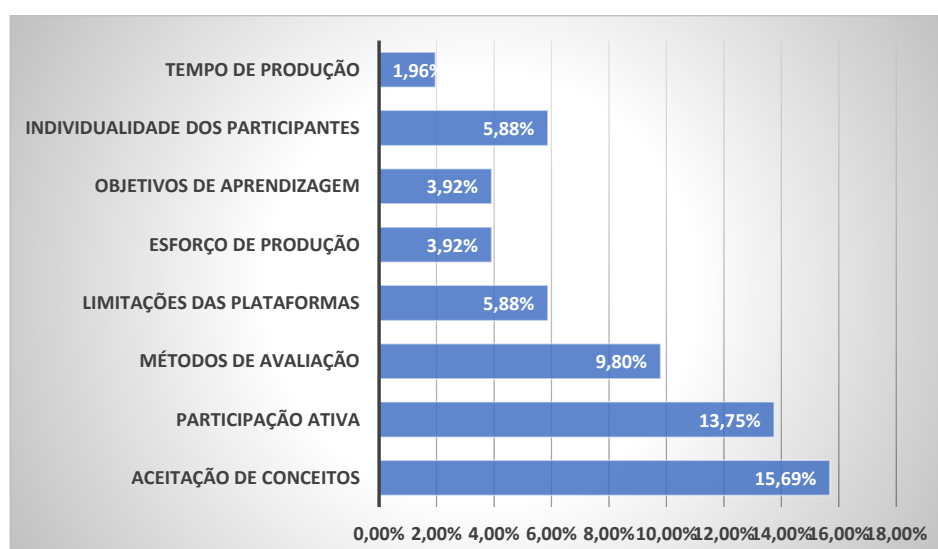


Figura 37 – Desafios da aplicação de SPOCs sob a perspectiva dos instrutores/professores

1. **Métodos de avaliação:** fazer a definição dos métodos de avaliação das atividades, que podem ou não ser cooperativas.
2. **Individualidade dos participantes:** deve ser criado um curso para estudantes com diferentes hábitos de estudo.
3. **Esforço de produção:** é necessário um esforço na produção e gerenciamento do SPOC.
4. **Tempo de produção:** é gasto um tempo considerável no planejamento, preparação e execução de um SPOC.
5. **Participação ativa:** a essência do SPOC, com número reduzido de participantes, exige a participação constante dos instrutores.

6. **Aceitação de novos conceitos:** alguns professores podem apresentar dificuldade em aplicar métodos de ensino *on-line*, pois estes exigem uma quebra de paradigma.
7. **Definição dos objetivos de aprendizagem:** o SPOC deve conter o objetivo de aprendizagem. Devem ser definidas quais serão as habilidades adquiridas pelos alunos, assim como o plano de sua realização.
8. **Limitações das plataformas:** a capacidade de *upload* nos fóruns é limitada, os métodos de avaliação são automatizados e faltam funcionalidades para apoiar o *feedback* do instrutor.

Por fim, os principais desafios na perspectiva das IES são ilustrados na Figura 38. As IES devem prover recursos materiais e humanos para o desenvolvimento do SPOC, além de qualificar a equipe de desenvolvimento, visando à qualidade do SPOC ofertado. A seguir, esses desafios são apresentados:

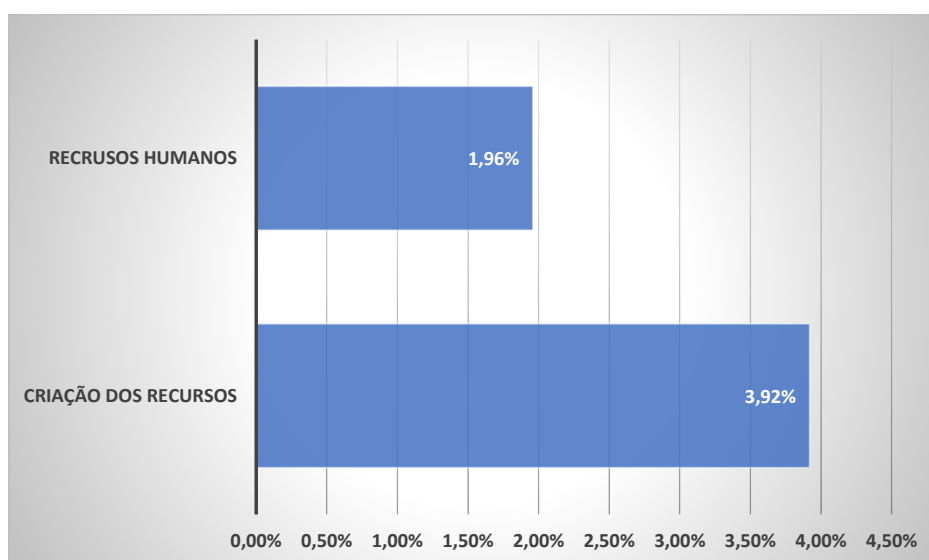


Figura 38 – Desafios da aplicação de SPOCs sob a perspectiva dos alunos e da iniciativa privada

- **Disponibilizar recursos humanos:** devem ser disponibilizados recursos humanos para auxiliar os professores no desenvolvimento do SPOC.
- **Criação dos recursos:** fornecer aos professores as melhores práticas e ferramentas para a criação de materiais do SPOC.

4.5 Considerações Finais

Assim como os MOOCs, os SPOCs permitem que os instrutores tenham as vantagens dos vídeos *on-line* e dos mecanismos de avaliação incorporados para fornecer aos alunos experiências

de aprendizagem. Entretanto, os SPOCs são cursos com um número reduzido de participantes em que geralmente os alunos assistem aos vídeos antes de participar das aulas presenciais.

Isso proporciona a maior interação entre os instrutores e alunos. Por essa razão, durante às horas presenciais das aulas, ambos têm mais oportunidades para aprofundar experiências de aprendizagem por meio da discussão em grupos, do desenvolvimento de projetos práticos ou baseados em problemas, de simulações ou experimentos.

Apesar da existência de relatos de sucesso em sua aplicação, são recursos que ainda são pouco explorados na área de Engenharia de Software. Todavia, há um potencial na exploração dos SPOCs nessa área, pois trata-se de mecanismos que podem ser incorporados às aulas, proporcionando a combinação entre teoria e prática. No próximo capítulo são apresentados os conceitos básicos de recursos educacionais abertos e como os mesmos podem ser utilizados na produção de MOOCs e SPOCs.

REAS - RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS

5.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentada uma visão geral sobre Recursos Educacionais Abertos (REAs), com ênfase na sua origem, iniciativas atuais e sua relação com MOOCs e o ensino de Engenharia de Software (ESE). Na Seção 5.2 são apresentados os principais conceitos, definições e histórico dos REAs. As políticas de licenciamento dos REAs, com foco nas Licenças *Creative Commons* são abordadas na Seção 5.3. Na Seção 5.4, são apresentadas as principais plataformas de REAs e é investigada a disponibilização de recursos sobre ESE. O desenvolvimento de MOOCs a partir de REAs é discutido na Seção 5.5. Por fim, na Seção 5.6 apresentam-se as considerações finais sobre este capítulo.

5.2 Conceitos Gerais

O termo **Recurso Educacionais Aberto (REA)**, do inglês *Open Educational Resource* (OER), foi utilizado pela primeira vez durante um evento promovido pela UNESCO em 2002 (UNESCO, 2011). REAs são quaisquer recursos educacionais disponibilizados abertamente para uso de educadores e estudantes, sem a necessidade de pagamento de taxas com licenças autorais (BUTCHER, 2011; WEST; VICTOR, 2011).

Assim, o processo de adaptação e redistribuição é facilitado, já que não há necessidade de solicitar a permissão para o detentor dos direitos autorais. Pode ser considerado um REA qualquer material que foi projetado para fins de ensino e aprendizagem (UNESCO, 2011; BUTCHER, 2011; WEST; VICTOR, 2011; SANTOS, 2013).

- **Conteúdo de aprendizagem:** livros, vídeos, aplicações multimídia, cursos completos,

módulos de conteúdo, objetos de aprendizagem, coleções e revistas.

- **Ferramentas:** software para apoiar o desenvolvimento, uso, reutilização e entrega de conteúdo de aprendizagem. Inclui a busca e organização de conteúdo, sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem, ferramentas de desenvolvimento de conteúdo e comunidades de aprendizado online.

Entretanto, REAs não podem ser considerados sinônimos de *e-learning* ou *open-learning*, apesar de cursos online poderem ser constituídos desses recursos. Neste caso, o propósito de um REA é fornecer suporte para a realização destes cursos.

A característica aberta concede ao usuário a permissão para executar quatro ações, conhecida como “4 R” (WILEY, 2010):

1. **Reutilizar:** o direito de utilizar o conteúdo em sua forma original ou modificada.
2. **Revisar:** o direito de adaptar, ajustar, modificar ou alterar o próprio conteúdo.
3. **Remixar:** o direito de combinar o conteúdo original ou revisado com outro conteúdo para criar algo novo.
4. **Redistribuir:** o direito de compartilhar cópias do conteúdo original, as revisões ou as “misturas” com outros recursos.

5.2.1 História dos Recursos Educacionais Abertos

A história dos REAs se inicia em 1994, quando Wayne Hodgins concebeu o termo “objeto de aprendizagem”. Segundo esse conceito, rapidamente difundido entre educadores, materiais digitais podem ser projetados e produzidos para serem reutilizados em uma variedade de situações pedagógicas. Além disso, o objeto de aprendizagem gerou vários esforços de padrões destinados a detalhar os metadados, troca de conteúdo e outros padrões necessários para que os usuários encontrem e reutilizem conteúdos educacionais digitais (UNESCO, 2011).

O termo “conteúdo aberto” surgiu em 1998, concebido por David Wiley. A importância do conteúdo aberto na história do OER é a popularização da ideia de que os princípios dos movimentos de código aberto/ software livre podem ser aplicados de maneira produtiva a outros contextos. Também, foi a partir deste novo conceito que foi criada a primeira licença de conteúdo aberta amplamente adotada – a *Open Publication License*.

Com a criação da licença *Creative Commons* em 2011, houve o aumento da credibilidade e confiança das licenças dos REAs, muito mais fáceis de usar, transformando o conceito do conteúdo aberto para a comunidade. Também em 2001, o MIT anunciou sua iniciativa – o *OpenCourseWare*, publicando quase todos os cursos universitários para acesso público gratuito

e uso não comercial. Com o advento do MIT *OpenCourseWare*, foram incentivados projetos similares.

Finalmente, em 2002, foi concebido o termo “**recurso educacional aberto**”. Este conceito surgiu a partir da necessidade do desenvolvimento de recursos para fins de educação universal. Neste contexto, o termo REA foi escolhido para descrever os esforços para desenvolver material aberto visando à proliferação do Ensino.

5.3 Tipos de Licença para Recursos Educacionais Abertos

As licenças abertas surgiram em esforços para proteger os direitos autorais em ambientes onde o conteúdo pode ser facilmente copiado e compartilhado sem permissão (UNESCO, 2011). A questão da licença é parte fundamental na caracterização de um REA, pois tratam-se de recursos educacionais que incorporam um tipo de licença que facilita a sua reutilização.

Qualquer alteração e redistribuição deve atender aos critérios da licença vigente. Ao considerar licenças abertas, é importante considerar que são ferramentas legais e fazem uso de leis de direitos autorais existentes. Em especial, o direito exclusivo por lei de direitos autorais que permite que um titular dos direitos autorais licencie o material conforme a sua escolha (BUTCHER, 2011).

5.3.1 Open Content License

A *Open Content License*, elaborada por David Wiley – Professor Assistente na *Utah State University*, é considerada uma das primeiras tentativas em traduzir os termos do modelo FLOSS para modelos não-software (LIANG, 2004). No entanto, a licença foi encerrada em 2004 sendo substituída pela licença *Creative Commons*. A licença segue o modelo FLOSS, mas foi redigida levando em consideração as necessidades acadêmicas, possibilitando que as pessoas compartilhem seu trabalho. Ao utilizar esta licença, três direitos fundamentais são concedidos (LIANG, 2004):

1. O direito de fazer cópias.
2. O direito de redistribuir o conteúdo: o licenciado possui o direito de copiar e distribuir réplicas exatas do conteúdo em qualquer meio.
3. O direito de modificar o conteúdo: essas modificações se tornam obras baseadas no conteúdo original e devem ser distribuídas nos mesmos termos e condições. Além disso, a licença deve garantir que conteúdo modificado apresente avisos e detalhes sobre as alterações realizadas. O trabalho modificado deve ser licenciado sem custo e sob os termos da licença.

5.3.2 Creative Commons

Um dos tipos de licenciamento mais utilizados atualmente é o desenvolvido em 2001 por Larry Lessig da Universidade de Stanford, chamado *Creative Commons*. A licença *Creative Commons* fornece licenças abertas de fácil utilização para materiais digitais, evitando automaticamente as restrições de direitos autorais. São licenças que não são projetadas para software, mas são destinadas a serem usadas em relação a outros tipos de materiais: sites, materiais educacionais, música, filmes, fotografias, blogs, etc. Quando aplicadas, possuem os seguintes recursos em comum (OECD, 2007):

- Os licenciados recebem o direito de copiar, distribuir, exibir, executar digitalmente e fazer cópias do trabalho no mesmo ou em outro formato.
- As licenças têm aplicação mundial no decorrer da duração dos direitos autorais e são irrevogáveis.
- Os licenciados não podem usar medidas tecnológicas de proteção para restringir o acesso ao trabalho.
- Os avisos de direitos autorais não devem ser removidos das cópias do trabalho.
- Toda cópia do trabalho deve manter um link para a licença.
- A atribuição deve ser dada ao criador do trabalho de direitos autorais.

A *Creative Commons* estabelece um conjunto de seis licenças, ilustradas na Figura 39, que se diferenciam em alguns aspectos, mas possuem um conjunto de direitos básicos assegurados do autor e do usuário do recurso (OECD, 2007; BUTCHER, 2011):

- **Atribuição (*Attribution*) – (by):** permite o uso, adaptação, remixação e redistribuição do recurso, desde que desde que os créditos pela criação original sejam mantidos. Símbolo ilustrado na Figura 39 (a).
- **Atribuição e compartilhamento pela mesma licença (*Attribution Share Alike*) - (by-sa):** permite o uso, adaptação, remixação e redistribuição do recurso para fins comerciais e não comerciais. Os créditos pela criação original sejam mantidos e as obras derivadas devem ser licenciadas sob os termos desta mesma licença. Esta licença é comparada à licenças software de código aberto. Símbolo ilustrado na Figura 39 (b).
- **Atribuição e não a obras derivadas (*Attribution No Derivatives*) – (by-nd):** permite o uso e redistribuição do recurso para fins comerciais e não comerciais. A obra não pode ser modificada e os créditos pela criação original devem ser mantidos. Símbolo ilustrado na Figura 39 (c).

- **Atribuição e uso não comercial** (*Attribution Non-Commercial*) – **(by-nc)**: permite o uso, adaptação, remixação e redistribuição do recurso para fins comerciais e não comerciais, desde que os créditos pela criação original sejam mantidos. Símbolo ilustrado na Figura 39 (d).
- **Atribuição, uso não comercial e compartilhamento pela mesma licença** (*Attribution Non-Commercial Share Alike*) – **(by-nc-sa)**: permite o uso, adaptação, remixação e redistribuição do recurso para fins não comerciais. Os créditos pela criação original são mantidos e as obras derivadas devem ser licenciadas sob os termos desta mesma licença. Símbolo ilustrado na Figura 39 (e).
- **Atribuição, uso não comercial e não à obras derivadas** (*Attribution Non-Commercial No Derivatives*) – **(by-nc-nd)**: permite o uso e redistribuição do recurso para fins não comerciais. A obra não pode ser modificada e os créditos pela criação original devem ser mantidos. Símbolo ilustrado na Figura 39 (f).

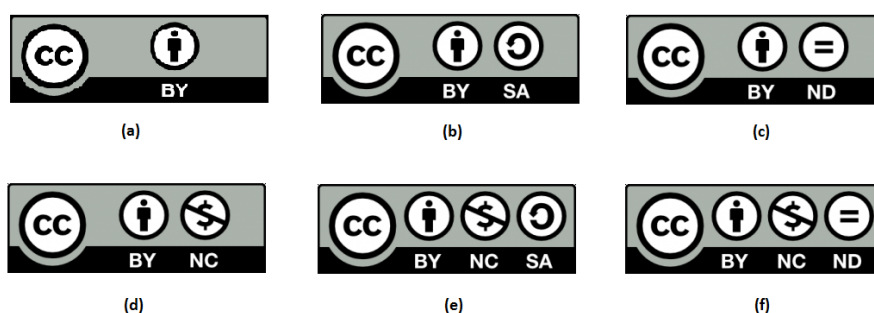


Figura 39 – Símbolos da Licença *Creative Commons*

5.4 Iniciativas Envolvendo Recursos Educacionais Abertos

Grande parte das iniciativas envolvendo o compartilhamento de REAs são derivadas de materiais usados no ensino em sala de aula. Além disso, REAs podem ser criados ou adaptados individualmente por educadores, reutilizando materiais educacionais disponíveis na Internet. Nos últimos anos, iniciativas como os programas *OpenCourseWare* têm sido desenvolvidas por várias universidades.

Iniciativas como esta, geralmente são constituídas de itens como notas de aula, leituras, atividades, materiais de estudo, testes, amostras e simulações (BUTCHER, 2011; SANTOS, 2013). Nas próximas subseções são apresentadas as iniciativas consideradas como pioneiras no compartilhamento de REAs.

5.4.1 MIT Open Courseware

O MIT Open CourseWare (OCW) ¹ foi fundado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e desde então vem sendo uma das iniciativas mais difundidas e replicadas na área de REAs. Por meio da sua plataforma é possível acessar de maneira aberta e gratuita praticamente todos os conteúdos dos cursos do MIT.

Esses conteúdos são categorizados em diversas áreas do conhecimento e podem ser pesquisados pelo departamento que oferece o curso. Cada curso fornece notas de aula, projetos com ou sem exemplos, galerias de imagens, conteúdo multimídia, exercícios com ou sem soluções, exames com, ou sem, soluções, grupo de estudo e livros didáticos online. Além disso, os usuários podem ser notificados automaticamente sobre atualizações e novidades dos cursos ofertados (VLADOIU, 2011).

OCW também se estende para escolas de Ensino Médio. Os professores e alunos podem acessar uma lista de cursos introdutórios do MIT. Além disso, existe o acesso aos cursos de Ensino Médio desenvolvidos pelo próprio MIT, que inclui cursos sobre uma variedade de assuntos, como Biologia, Química, Informática e Eletrônica, Engenharias, etc.

Desde 2005, o OCW firmou uma parceria com outras IES e organizações para formar o Consórcio OCW (*OCW Consortium*) ², com o intuito de expandir o alcance e aumentar o impacto do papel dos materiais de cursos abertos na educação global. Outros propósitos são a elaboração de novos materiais abertos e a criação de modelos sustentáveis de desenvolvimento e publicação desses materiais.

Atualmente, o OCW é composto por uma comunidade de colaboradores, consultores de universidades e organizações associadas em todo o mundo, como a *UK Open University*, o *UC Berkeley*, e o MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*). O OCW disponibiliza REAs de Engenharia de Software sobre diversos conteúdos como: Configuração de Software, Engenharia de Requisitos, Projeto de Software, Engenharia de Software, Gerenciamento de Projetos, Manutenção de Software, ilustrados na Figura 40.

Os recursos encontrados são variados, como estudos de caso, cursos completos e videoaulas, predominantemente disponibilizados na língua inglesa e sem informação sobre a licença. Os tipos de recursos são apresentados na Figura 41.

5.4.2 UK OpenLearn

A UK OpenLearn ³ (OU), proposta originalmente sob o título “*Open Content Initiative*”, é uma iniciativa da *UK Open University* para o fornecimento gratuito de conteúdo universitário.

¹ <http://ocw.mit.edu/index.htm>

² <http://www.oecconsortium.org/>

³ <http://www.open.edu/openlearn/>

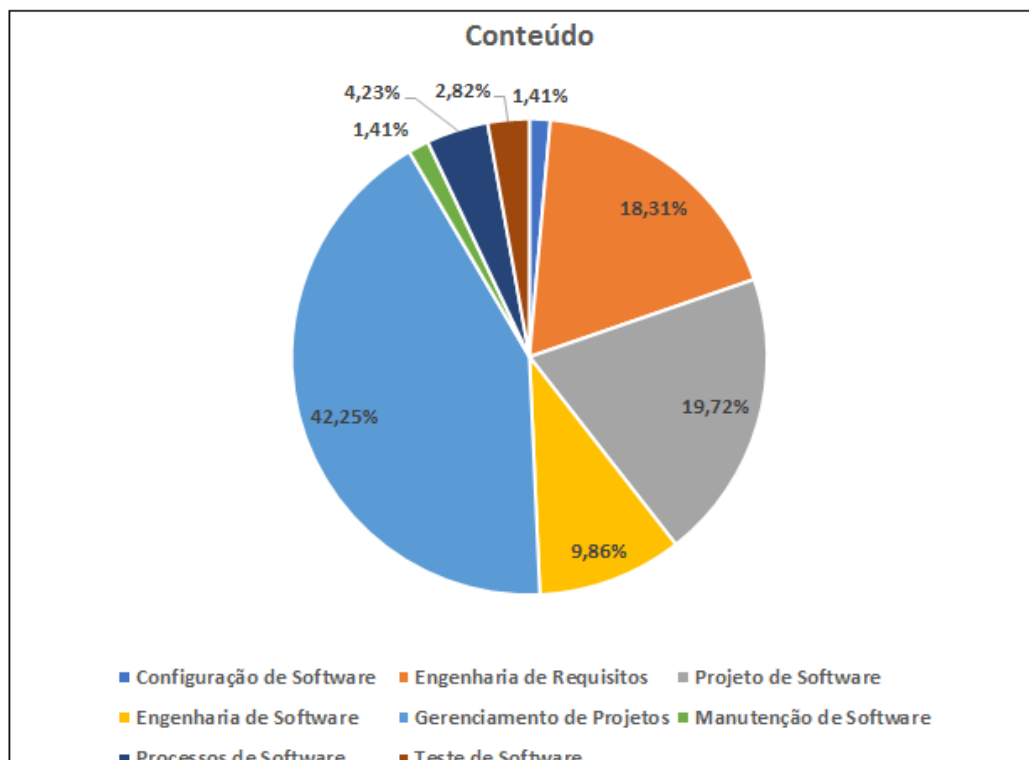


Figura 40 – Conteúdos dos REAs de ES no OWC

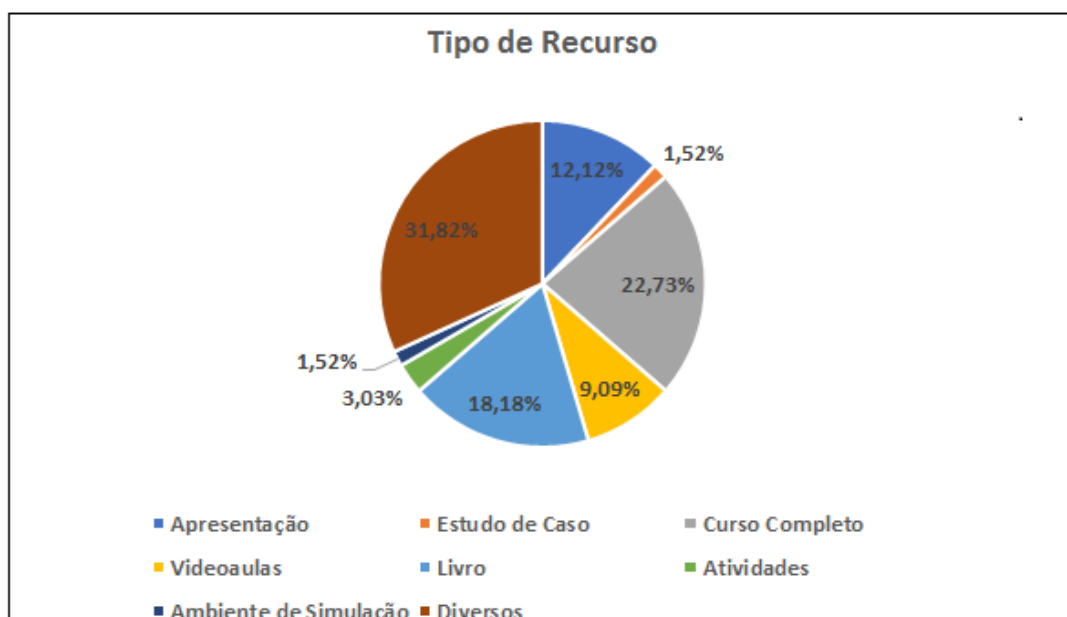


Figura 41 – Tipos de Recursos dos REAs de ES no OWC

O principal acesso aos materiais é por meio de uma plataforma digital que oferece aos usuários conteúdos que eles podem visualizar e ler, além das ferramentas de apoio.

A OU possui um grande catálogo de materiais de aprendizagem disponibilizados em formatos variados sob a licença *Creative Commons*. Adicionalmente sua política de abertura desses materiais, propõe: (i) adicionar valor à entrega do REA, implementando ferramentas de

gerenciamento de aprendizagem para suporte ao aluno; (ii) incentivar a criação de comunidades de aprendizagem colaborativas não formais; (iii) aprimorar o conhecimento internacional em pesquisas sobre pedagogias modernas para o Ensino Superior (MCANDREW *et al.*, 2009).

A OU disponibiliza REAs de Engenharia de Software sobre Modelagem de Software, Gerenciamento de Projetos e Engenharia de Software, conforme ilustrado na Figura 42. Tratam-se de recursos disponibilizados exclusivamente na língua inglesa e sob a licença *Creative Commons* – BY, NC, SA. Também, não existe uma grande quantidade e variedade de recursos em Engenharia de Software, os recursos existentes se limitam a cursos completos.

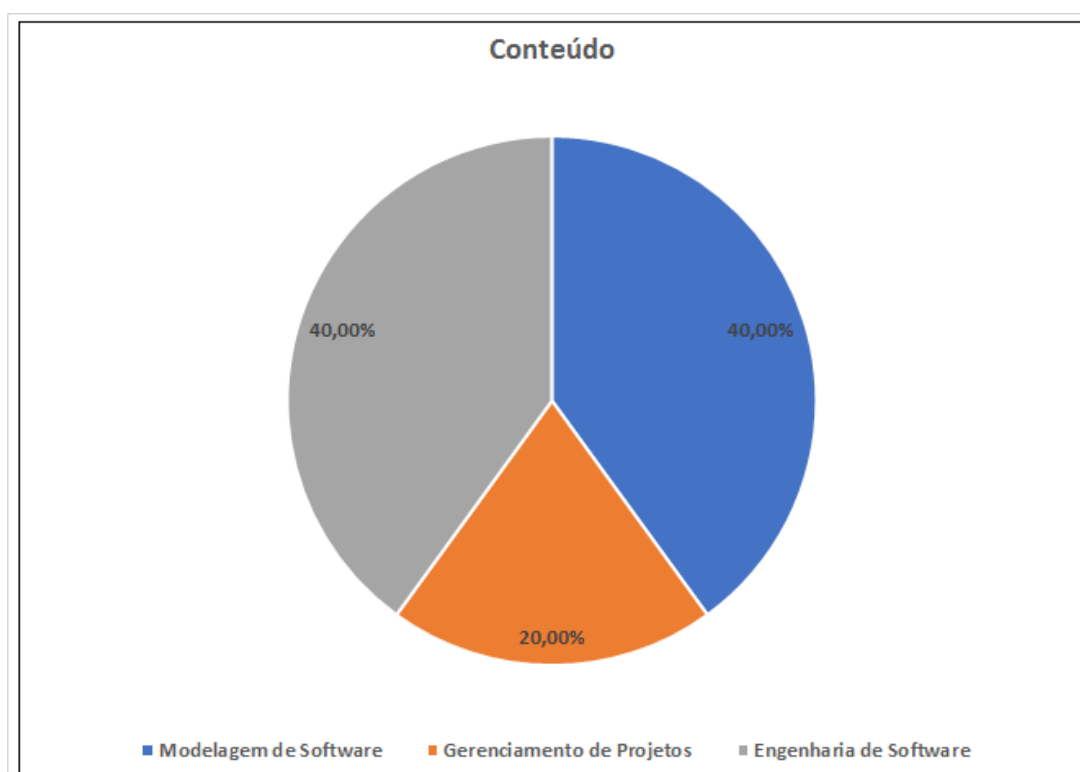


Figura 42 – Conteúdos dos REAs de ES na OU

5.4.3 Carnegie Mellon's Open Learning Initiative

A *Open Learning Initiative* (OLI) ⁴ foi fundada em 2002, após o sucesso da *MIT Open Courseware*. É uma plataforma financiada por subsídios da *Carnegie Mellon University*, composta por sistemas tutoriais inteligentes, laboratórios virtuais, simulações e oportunidades de avaliação e *feedback*, projetados com base em pesquisas científicas (VLADOIU, 2011).

A OLI disponibiliza o seu conteúdo sob a licença *Creative Commons*, criando cursos que se destinam a alunos independentes, estudantes acadêmicos e instrutores afim de difundir um tipo de instrução dinâmica, flexível e responsiva que promova a aprendizagem. Entretanto, a OLI não disponibiliza conteúdos na área de Engenharia de Software

⁴ <http://oli.cmu.edu/>

Os estudantes acadêmicos têm acesso às versões acadêmica dos materiais. Os instrutores devem se inscrever gratuitamente para poder usar as ferramentas de gerenciamento de cursos disponíveis. Ao usar essas ferramentas, os instrutores podem desenvolver cursos personalizados que incluem unidades e módulos, avaliações e o cronograma do curso.

A produção de materiais de acesso aberto proporciona a formação de uma comunidade de uso, pesquisa, desenvolvimento, avaliação e melhoria contínua desses materiais. Além disso, a OLI conduziu um processo iterativo para desenvolver, melhorar e avaliar ambientes de aprendizagem eficazes. Este processo é diferenciado, devido às seguintes características (THILLE, 2010):

1. Os cursos da OLI são desenvolvidos por equipes compostas por cientistas da aprendizagem, especialistas em conteúdo educacional, especialistas em interações humano-computador e engenheiros de software, com a finalidade de fazer o melhor uso do conhecimento multidisciplinar para projetar ambientes de aprendizagem eficazes.
2. O sistema da OLI coleta dados em tempo real, em nível de interação, sobre como e o que os alunos estão aprendendo. Esses dados são utilizados para geração de *feedback* aos estudantes, instrutores, equipe de design dos cursos, instituições e cientistas da aprendizagem.
3. A abordagem da OLI contribui com novos conhecimentos para o aprendizado de novas disciplinas acadêmicas que estão emergindo de uma combinação de disciplinas, incluindo psicologia cognitiva, informática, interação humano-computador e aprendizado de máquina.

5.4.4 OpenStax CNX

A *OpenStax* (criada com o nome *Connexions*) é uma organização sem fins lucrativos fundada em 1999 por Richard Baraniuk da *Rice University*. Oferece aos autores e alunos um espaço aberto onde eles podem compartilhar e adaptar livremente materiais educacionais, como cursos, livros e relatórios. Por exemplo, são ofertados gratuitamente livros didáticos desenvolvidos e revisados por educadores, garantindo que eles sejam legíveis e atendam aos requisitos de cursos universitários modernos.

A plataforma de tecnologia que apoia a *OpenStax* é a *OpenStax CNX*⁵, um ecossistema digital dinâmico sem fins lucrativos que atende milhões de usuários por mês na entrega de conteúdo educacional para melhorar os resultados de aprendizagem. Em virtude do apoio da *Rice University* e de várias organizações filantrópicas, a *OpenStax CNX* oferece aos alunos as edições online gratuitas da *OpenStax*. Também fornece aos instrutores ferramentas para personalizar o conteúdo dos materiais de seu curso. Legalmente, todo o conteúdo produzido no *OpenStax* é disponibilizado sob as licenças *Creative Commons*.

⁵ <http://cnx.org/>

A *OpenStax* disponibiliza REAs na área de Engenharia de Software sobre diversos conteúdos como: Configuração de Software, Engenharia de Requisitos, Projeto de Software, Engenharia de Software (conceitos gerais), Gerenciamento de Projetos, Manutenção de Software, Processos de Software, Teste de Software, Qualidade de Software e Modelagem de Software, como ilustrado na Figura 43. São recursos variados e disponibilizados nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola, sob a licença *Creative Commons – BY*.

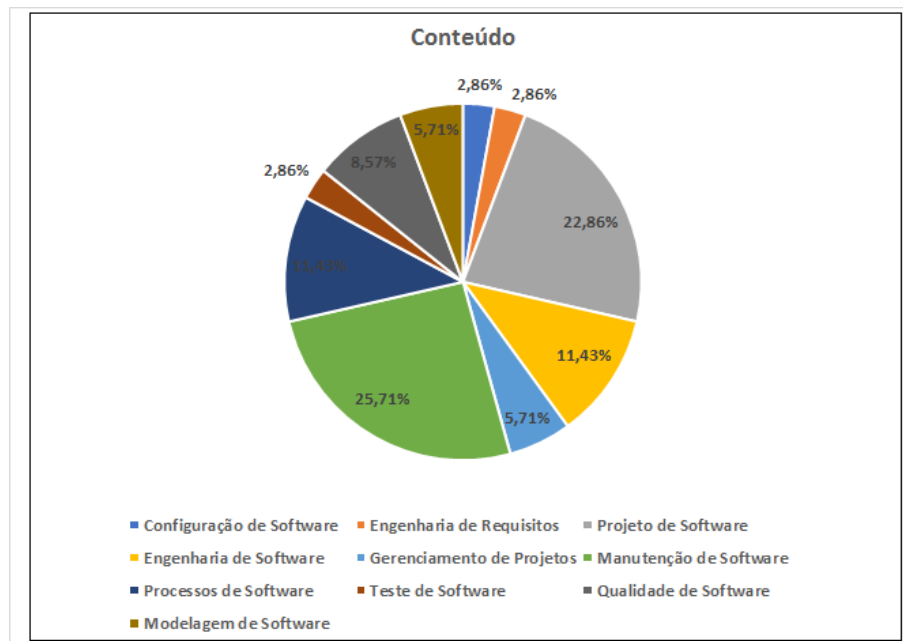


Figura 43 – Conteúdos dos REAs de ES na *OpenStax*

X

5.4.5 Sumarização dos Resultados: REAs de Engenharia de Software

Nessa subseção é apresentado o panorama dos REAs de Engenharia de Software encontrados nos repositórios descritos nesse capítulo. O assunto mais abordado é o de Gerenciamento de Projetos, conforme apresentado na Tabela 14. Também, nota-se uma maior incidência de recursos em Projeto de Software (19,82%), Engenharia de Requisitos (12,61%) e de conceitos básicos em Engenharia de Software (11,71%). Entretanto, foram encontrados poucos recursos que abordam Teste, Qualidade e Configuração de Software.

Os tipos de recursos são apresentados na Tabela 15. A maioria dos recursos encontrados (54,94%) foram classificados como “diversos” – são recursos como artigos, e materiais textuais. Além disso, pode ser constatado que apesar da existência de cursos completos (19,81%) e videoaulas (5,66%), a maioria dos recursos são em formato de texto, com pouca exploração da parte prática.

Os tipos de licença são apresentados na Tabela 16. Além disso, os recursos são disponibilizados predominantemente na língua inglesa, conforme apresentado na Tabela 17.

Tabela 14 – Conteúdo em Engenharia de Software dos REAs

Conteúdo dos REAs	
Gerenciamento de Projetos	29,73%
Projeto de Software	19,82%
Engenharia de Requisitos	12,61%
Engenharia de Software (Conceitos Básicos)	11,71%
Manutenção de Software	9,01%
Processos de Software	6,31%
Modelagem de Software	3,6%
Teste de Software	2,7%
Qualidade de Software	2,7%
Configuração de Software	1,8%

Tabela 15 – Tipos de Recursos em Engenharia de Software dos REAs

Tipos de Recursos dos REAs	
Diversos	54,94%
Cursos Completos	19,81%
Livros	11,32%
Apresentações	7,55%
Videoaulas	5,66%
Atividades	2,83%
Estudos de Caso	0,94%
Ambientes de Simulação	0,94%

Tabela 16 – Tipos de Licença Creative Commons dos REAs

Tipos de Licença Creative Commons dos REAs	
Não Consta	41,51%
BY	34,91%
BY – NC – SA	16,98%
BY – NC – ND	6,6%

Tabela 17 – Idiomas dos Conteúdos dos REAs

Idiomas dos Conteúdos do REAs	
Inglês	88,68%
Espanhol	5,66%
Português	4,72%
Sérvio	0,94%

5.5 Produção de MOOCs a partir de REAs

Um dos desafios para a comunidade é promover iniciativas de REAs com canais que facilitam a sua descoberta, o uso e reuso por professores, estudantes e autodidatas, incorporando-os na prática educativa. Além disso, REAs podem ser incorporados em MOOCs, tornando o processo de desenvolvimento menos oneroso. A atual existência de uma enorme quantidade de REAs representa um dos fatores que contribuem para o desenvolvimento de MOOCs. A constituição de material preexistente é um ponto que auxilia na redução do tempo e custo da produção de MOOCs, conforme afirmam [Sanchez-Gordon e Luján-Mora \(2015\)](#). Nesse sentido, trabalhos têm sido propostos com o intuito de incorporar REAs durante o processo de produção de MOOCs. A seguir são apresentados trabalhos que utilizam REAs na produção de MOOCs.

[Piedra et al. \(2014\)](#) propõem um *framework* com o objetivo de fornecer um serviço que permita descobrir e acessar recursos educacionais abertos, extraídos de repositórios abertos distribuídos; sendo as principais fontes de REAs, as instituições com conteúdos OCW. Para tanto, têm sido aplicados os princípios do *Linked Data* a fim de integrar, interoperar e mesclar dados de repositórios distribuídos e heterogêneos de materiais educacionais abertos. O seu uso proporciona aos usuários o fácil compartilhamento de dados estruturados via Web. Com isso, são proporcionados meios para as pessoas utilizarem os recursos disponíveis e incorporá-las em seu ensino e aprendizagem prática.

O trabalho proposto apresenta os principais critérios considerados na construção de um *framework* para apoiar a inclusão de materiais abertos em MOOCs. Esse tipo de abertura proporciona a liberdade de reutilizar o material, combiná-lo com outros materiais, adaptá-lo e compartilhá-lo sob uma licença aberta. Desse modo, o processo pode ser dividido nas etapas presentes na arquitetura ilustrada na Figura 44:

- **Módulo 1 - Coleta de dados:** são identificadas e selecionadas as fontes de dados.
- **Módulo 2 - Publicação dos dados do REA:** a publicação dos dados é feita com o apoio de uma linguagem baseada em RDF (*Resource Description Framework*).
- **Módulo 3 - Provedor de perfis de MOOCs:** é realizada uma ligação entre as necessidades do MOOC e os recursos disponíveis.
- **Módulo 4 - Busca por recursos:** neste módulo são combinadas as funcionalidades do processo de busca e os recursos necessários da plataforma do MOOC.
- **Módulo 5 - Recomendação de REA:** a arquitetura proposta tenta recomendar outros recursos semelhantes aos recursos educacionais desenvolvidos pela equipe de projeto do MOOC.

[Sanchez-Gordon e Luján-Mora \(2015\)](#) propõem um ecossistema (uma rede de interações entre componentes e seu ambiente) com um mecanismo sustentável para permitir a implantação

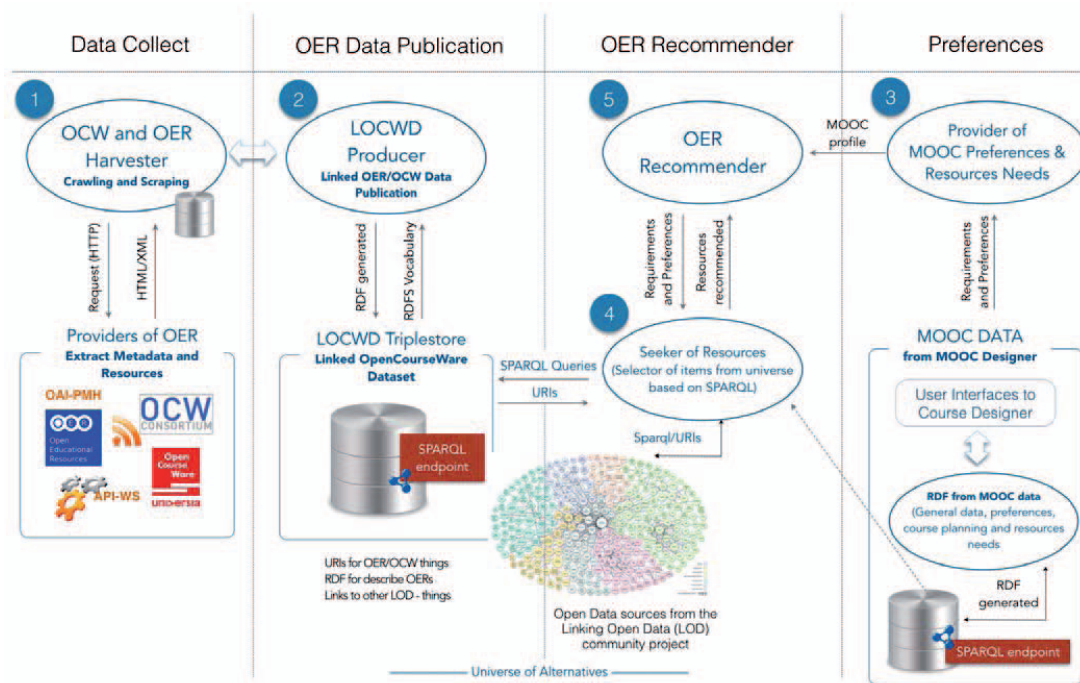


Figura 44 – Visão geral da arquitetura proposta por (PIEDRA *et al.*, 2014)

de MOOCs e REAs acessíveis em contextos de treinamento corporativo. Uma vez que este ecossistema esteja em funcionamento, o uso de REAs no MOOC permitirá que os instrutores se concentrem no ensino, na interação com os estudantes e em outros elementos necessários para o sucesso do processo de treinamento, em vez de se preocuparem em produzir conteúdo. Os componentes do ecossistema proposto, ilustrado na Figura 45, evoluem de três estágios: desenvolvimento, publicação e melhoria.

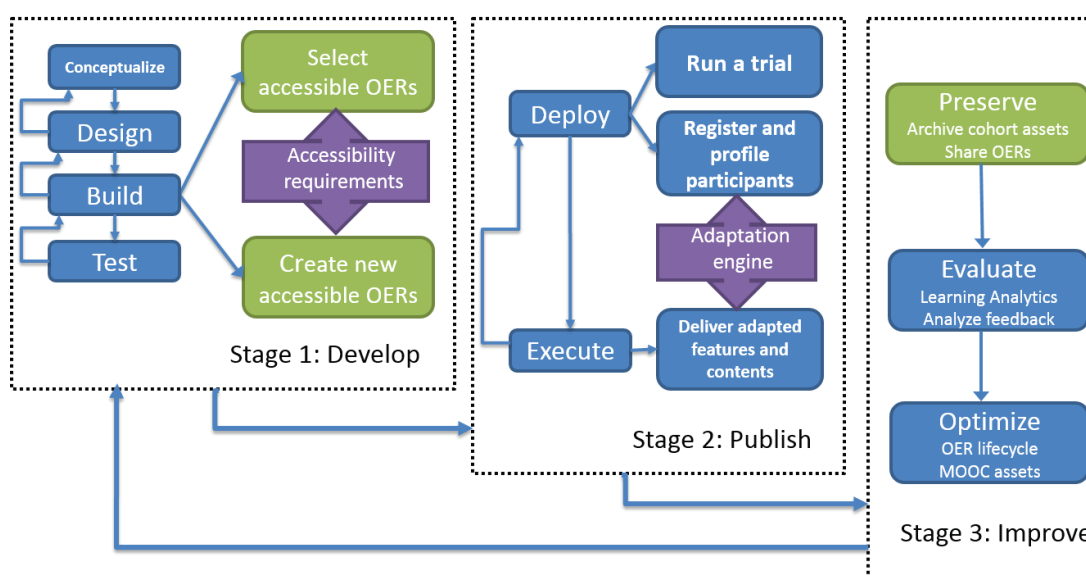


Figura 45 – Visão geral do ecossistema proposto por Sanchez-Gordon e Luján-Mora (2015)

Na etapa de desenvolvimento, o MOOC corporativo é conceituado, projetado, construído

e testado. Compreende um processo iterativo cujo término ocorre quando os critérios de sucesso da etapa de teste são alcançados. As principais atividades dessa etapa são:

- **Conceitualização:** tem como objetivo a criação do conceito por trás do MOOC, alinhado com a cultura e os pontos estratégicos da corporação;
- **Design:** visa os projetos curriculares e do MOOC. Também inclui a decisão acerca de quais canais complementares de comunicação e aprendizagem serão utilizados. Por exemplo, redes sociais, blogs, *wikis*.
- **Construção:** tem como objetivo a implementação do MOOC usando REAs e a criação dos canais complementares. Nessa etapa as atividades principais são:
 1. Seleção de repositórios e fontes de REAs.
 2. Acesso e seleção de REAs.
 3. Cópia, customização e alteração dos REAs selecionados.
 4. Criação de novos REAs.
 5. Definição de configuração da plataforma do MOOC.
 6. Criação do MOOC.
 7. Criação de canais complementares.
- **Teste:** seu propósito é encontrar e corrigir defeitos, usando ferramentas automatizadas e testes manuais com a ajuda de especialistas e usuários.

Na etapa de publicação, o MOOC é publicado. Assim, passa a ser disponibilizado ao público-alvo e executado, de maneira que o processo de aprendizagem ocorra. As principais atividades dessa etapa são a implantação e a execução:

- **Implantação:** intenciona preparar e disponibilizar o MOOC ao público-alvo. São envolvidas atividades como definição de datas, de instrutores e de professores assistentes.
- **Execução:** tem como objetivo provocar a aprendizagem dos participantes.

Por fim, na etapa de melhoramento, o MOOC é avaliado para identificar melhorias para a próxima versão. As principais atividades desta etapa são a preservação, a avaliação e a otimização:

- **Preservação:** concentra-se em criar um *backup* seguro de toda a informação produzida, incluindo a versão do MOOC. Além disso, os REAs criados são publicados.
- **Avaliação:** tem como objetivo realizar uma análise global da execução do MOOC.

- **Otimização:** identifica melhorias para futuras versões do MOOC.

Chunwijitra *et al.* (2015) propõem uma estratégia para criar um repositório sustentável de REAs usando MOOCs. O objetivo é integrar o sistema com um repositório global de REAs, colhendo recursos educacionais dos repositórios institucionais colaborativos. Para que isso ocorra, é necessária uma infraestrutura central para o compartilhamento de recursos entre o MOOC e o repositório de REAs. Os recursos que se depositam neste último serão registrados e publicados como abertos, usando a licença *Creative Commons* (CC). Novos materiais de aprendizagem também podem ser criados utilizando os recursos deste repositório, desde que obedeam às questões de direitos autorais.

A arquitetura do sistema é ilustrada na Figura 46. A estrutura principal inclui o repositório de REAs e sistemas de MOOCs em colaboração por meio de um protocolo de troca de informações. Qualquer conteúdo ou recurso criado por um MOOC é armazenado no repositório de REAs. Assim, outros MOOCs podem utilizar tais recursos para rever, reutilizar, ou remixar os materiais.

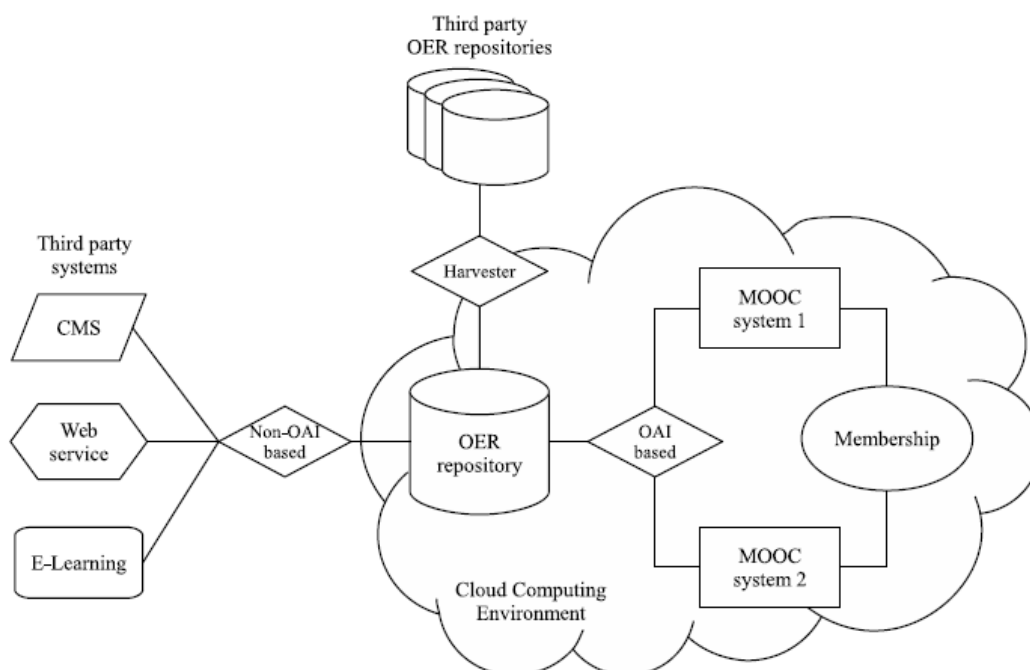


Figura 46 – Visão geral do arquitetura proposta por Chunwijitra *et al.* (2015)

5.6 Considerações Finais

Neste capítulo são apresentados conceitos de REAs (Recursos Educacionais Abertos) – materiais abertos disponibilizados para estudantes e educadores. Entretanto, após o levantamento realizado, nota-se a pouca quantidade de recursos voltados ao ensino de Engenharia de Software nos principais repositórios.

Também são apresentadas estratégias de utilização de REAs na produção de MOOCs. A reutilização de recursos abertos faz como que o tempo gasto com a preparação de materiais disponibilizados no MOOC seja reduzido. Entretanto, algumas questões devem ser ponderadas. A primeira é o esforço gasto para a adaptação do REA, adequando-o ao MOOC. Em alguns casos o esforço é equivalente à produção de novos materiais para o MOOC. A segunda questão é a falta de compartilhamento/produção de recursos abertos para o ensino de Engenharia de Software. Para que técnicas, como as apresentadas nesta seção, sejam aplicadas, é necessária a existência e disponibilização de REAs na área.

No próximo capítulo é apresentada uma visão geral sobre o ensino de Engenharia de Software. O intuito é investigar de uma maneira geral, os desafios, tendências e como MOOCs, SPOCs e REAs podem ser usados para o apoio à esta modalidade de ensino.

ENSINO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

6.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentada uma visão geral sobre o ensino de Engenharia de Software (ESE), apresentando seu currículo, desafios e iniciativas. Com isso, espera-se investigar como MOOCs e SPOCs podem suprir as carências existentes e definir como podem ser aplicados em conjunto com as práticas atuais de ensino.

Na Seção 6.2 são apresentados e discutidos os currículos de ESE. Os desafios encontrados no ESE são discutidos na Seção 6.3. Na Seção 6.4, são apresentadas estratégias de ESE. Por fim, na Seção 6.5 são expostas as considerações finais sobre este capítulo.

6.2 Currículo de Engenharia de Software

A Engenharia de Software pode ser definida como uma abordagem sistemática e disciplinada para o desenvolvimento de software. Ela está relacionada com todos os aspectos de produção de software, partindo dos estágios iniciais da especificação do sistema até a sua fase de manutenção (SOMMERVILLE, 2006; PRESSMAN, 2010).

Os educadores de Engenharia de Software vêm sendo bombardeados com um fluxo constante de novas ferramentas, recursos e técnicas (MOOCs, *flipped classrooms* etc.), além de novas tecnologias no desenvolvimento de software. A Engenharia de Software é uma disciplina que exige que parte da sua carga-horária seja prática, então é necessária uma orientação sobre a adoção de currículos centrados em projetos (GARY *et al.*, 2013).

A fim de acompanhar o avanço tecnológico, o currículo do ensino em Engenharia de Software deve ser evoluído o suficiente para enfrentar novos desafios e desenvolver melhores práticas (SURI; JATANA; TOMER, 2015). Neste contexto, o seu ensino está presente nas diretrizes curriculares de cursos da área da Computação, como Ciência da Computação, Engenharia de

Computação, Informática e Sistemas de Informação, além de um curso de graduação específico em Engenharia de Software.

De acordo com os currículos de referência da SBC (Sociedade Brasileira de Computação), um curso que inclua a disciplina de Engenharia de Software em sua matriz curricular deve abranger os tópicos apresentados a seguir. Apesar desses tópicos serem os mesmos para todos os cursos, o grau de profundidade com que são abordados é diferente entre os cursos (SBC., 2005a; SBC., 2005b).

- Processo de Desenvolvimento de Software: conjunto de atividades e resultados associados que geram um produto de software (SOMMERVILLE, 2006).
- Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Software: conjunto de regras mais abstratas que especificam a forma geral de processos (WAZLAWICK, 2013).
- Qualidade de Software: visa garantir bons produtos a partir de bons processos (WAZLAWICK, 2013; SOMMERVILLE, 2006).
- Técnicas de Planejamento e Gerenciamento de Software: objetiva organizar e controlar a realização dos projetos, bem como seu desempenho.
- Gerenciamento de Configuração de Software: seu objetivo é gerenciar e manter a consistência entre todas as versões dos produtos do trabalho, de forma a manter também sua integridade.
- Engenharia de Requisitos: é o processo pelo qual os requisitos de um produto de software são coletados, analisados, documentados e gerenciados ao longo de todo o ciclo de vida do software (PRESSMAN, 2010).
- Métodos de Análise e de Projeto de Software.
- Garantia de Qualidade de Software: visa garantir que os produtos e serviços estejam em conformidade com normas e padrões predefinidos, sendo consistentes em relação aos requisitos
- Verificação (i), Validação (ii) e Teste (iii): (i) consiste em analisar o software para ver se ele está sendo construído de acordo com o que foi especificado; (ii) consiste em analisar o software construído para ver se ele atende às verdadeiras necessidades dos interessados; (iii) atividade que permite realizar a verificação e a validação do software (PRESSMAN, 2010; WAZLAWICK, 2013).
- Manutenção: o processo de adaptação e otimização de um software já desenvolvido, bem como a correção de defeitos que ele possa ter (WAZLAWICK, 2013).

- Documentação: tem como propósito criar e manter informações sobre o produto e o processo de desenvolvimento.
- Padrões de Desenvolvimento: descrevem uma solução para um problema que ocorre com frequência durante o processo de desenvolvimento do software.
- Reuso: qualquer procedimento que produza (ou ajude a produzir) um sistema tornando a utilizar algo desenvolvido previamente ([PRESSMAN, 2010](#)).
- Engenharia Reversa: processo de analisar um sistema ou seus modelos de forma a conseguir produzir especificações de nível mais alto ([WAZLAWICK, 2013](#)).
- Reengenharia: exame e alteração de um sistema para reconstruí-lo de forma diferente ([WAZLAWICK, 2013](#)).
- Ambientes de Desenvolvimento de Software.

De acordo com os Currículos de Referência da SBC (Sociedade Brasileira de Computação) para cursos de graduação em Computação e áreas afins, os egressos desses cursos devem ser profissionais com características que envolvam conhecimentos multidisciplinares ([SBC., 2005a](#); [SBC., 2005b](#)):

- Capacidade para aplicar seus conhecimentos de forma independente e inovadora, acompanhando a evolução do setor e contribuindo na busca de soluções nas diferentes áreas aplicadas.
- Formação humanística permitindo a compreensão do mundo e da sociedade, além do desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo, de comunicação e expressão.
- Formação em negócios, permitindo uma visão da dinâmica organizacional.
- Preocupação constante com a atualização tecnológica e com o estado da arte.
- Domínio da língua inglesa para leitura técnica na área.
- Conhecimento básico das legislações trabalhista e de propriedade intelectual.

Em 2017 a SBC submeteu à sociedade o “Referenciais de Formação em Computação”, um conjunto de documentos com o propósito de auxiliar os coordenadores de curso de graduação na elaboração de projetos pedagógicos ([ARAUJO et al., 2017](#)). As diretrizes consideram que o egresso deve possuir as seguintes competências e habilidades específicas, tais como:

- Formular e resolver problemas com a aplicação do raciocínio lógico, matemático e computacional.

- Desenvolver recursos tecnológicos para fins educacionais.
- Gerenciar projetos de produção de software para informatizar sistemas aplicando processos, técnicas e ferramentas de engenharia de software.
- Compreender e aplicar princípios e metodologias de engenharia de software bem como linguagens e técnicas de programação na implementação de software, garantindo sua qualidade técnica
- Aplicar os princípios e métodos da engenharia de software voltados à garantia da qualidade, tais como usabilidade, robustez e segurança dos sistemas computacionais e dos processos envolvidos em sua produção

6.2.1 SWEBOK - *Software Engineering Body of Knowledge*

O SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*) é um guia de uso e aplicação das melhores práticas de Engenharia de Software. Neste guia, a *IEEE Computer Society* estabelece uma base para o corpo de conhecimento no campo da Engenharia de Software, contribuindo para a promoção do avanço da teoria e prática nesta área. O SWEBOK foi estabelecido para os seguintes propósitos ([ABRAN et al., 2001](#)):

1. Promover uma visão coerente de Engenharia de Software em todo o mundo.
2. Especificar o escopo e esclarecer a colocação da Engenharia de Software em relação à outras disciplinas como a Ciência da Computação, o Gerenciamento de Projetos, a Engenharia da Computação e a Matemática.
3. Caracterizar os conteúdos da disciplina de Engenharia de Software.
4. Fornecer acesso aos tópicos do SWEBOK.
5. Fornecer uma base para o desenvolvimento curricular, certificação e licenciamento de materiais.

O SWEBOK é organizado em capítulo que abordam 15 áreas de conhecimento 15 (KAs), sumarizadas na Tabela 18. As KAs resumem conceitos básicos e incluem uma lista de referências para informações mais detalhadas. Esse guia usa uma organização hierárquica para decompor cada KA em um conjunto de temas com rótulos que facilitam a procura por um tópico de interesse. Estes temas são compatíveis com os utilizados pela indústria, e com os encontrados na literatura e em normas de Engenharia de Software.

Tabela 18 – Áreas de conhecimento do SWEBOK

Área de Conhecimento (KA)	Decomposição
Requisitos de Software / <i>Software Requirements</i>	Fundamentos de Requisitos de Software; Requisitos do Processo; Elicitação de Requisitos; Análise de Requisitos; Especificação de Requisitos; Validação de Requisitos; Considerações Práticas; Ferramentas de Requisitos de Software.
Design de Software / <i>Software Design</i>	Fundamentos de Design de Software; Questões-chave em Design de Software; Estrutura e Arquitetura de Software; Projeto de Interface do Usuário; Análise e Avaliação de Qualidade de Design de Software; Noções de Design de Software; Estratégias e Métodos de Design de Software; Ferramentas de Design de Software.
Construção de Software / <i>Software Construction</i>	Fundamentos de Construção de Software; Gerenciamento de Construção; Considerações Práticas; Tecnologias de Construção; Ferramentas de Construção.
Teste de Software / <i>Software Testing</i>	Fundamentos de Testes de Software; Níveis de Teste; Técnicas de Teste; Medidas de Teste; Processo de Teste; Ferramentas de Teste de Software.
Manutenção de Software / <i>Software Maintenance</i>	Fundamentos de Manutenção de Software; Questões-chave na Manutenção de Software; Processo de Manutenção; Técnicas de Manutenção; Ferramentas de Manutenção de Software.
Gerenciamento de Configuração de Software / <i>Software Configuration Management</i>	Gestão do Processo GCS; Identificação de Configuração de Software; Controle de Configuração de Software; Contabilidade do Estado da Configuração do Software; Auditoria de Configuração de Software; Gerenciamento e Entrega de Versão de Software; Ferramentas de Gerenciamento de Configuração de Software;
Gerenciamento de Engenharia de Software / <i>Software Engineering Management</i>	Definição de Início e Escopo; Planejamento de Projeto de Software; Concretização do Projeto de Software; Revisão e Avaliação; Encerramento; Medição de Engenharia de Software; Ferramentas de Gerenciamento de Engenharia de Software
Processo de Engenharia de Software / <i>Software Engineering Process</i>	Definição do Processo de Software; Ciclos de Vida do Software; Avaliação e Melhoria de Processos de Software; Medição de Software; Ferramentas de Processo de Engenharia de Software.
Modelos e Métodos de Engenharia de Software / <i>Software Engineering Models and Methods</i>	Modelagem; Tipos de Modelos; Análise de Modelos; Métodos de Engenharia de Software.
Qualidade de Software / <i>Software Quality</i>	Fundamentos de Qualidade de Software; Processos de Gerenciamento de Qualidade de Software; Considerações Práticas de Qualidade de Software; Ferramentas de Qualidade de Software.
Prática Profissional de Engenharia de Software / <i>Software Engineering Professional Practice</i>	Profissionalismo; Dinâmica de Grupo e Psicologia; Habilidades de Comunicação.
Economia de Engenharia de Software / <i>Software Engineering Economics</i>	Fundamentos de Economia de Engenharia de Software; Economia do Ciclo de Vida; Risco e Incerteza; Métodos de Análise Econômica; Considerações Práticas.
Fundamentos Computacionais / <i>Computing Foundations</i>	Técnicas de Resolução de Problemas; Abstração; Fundamentos de Programação; Noções Básicas de Linguagem de Programação; Ferramentas e Técnicas de Depuração; Estrutura e Representação de Dados; Algoritmos e Complexidade; Conceito Básico de um Sistema; Organização de Computadores; Princípios Básicos de Compiladores; Noções Básicas de Sistemas Operacionais; Banco e Gerenciamento de Dados; Conceitos Básicos de Comunicação em Rede; Computação Paralela e Distribuída; Fatores Básicos de Usuários Humanos; Fatores Básicos do Desenvolvedor Humano; Desenvolvimento e Manutenção de Software Seguro.
Fundamentos Matemáticos / <i>Mathematical Foundations</i>	Conjuntos, Relações e Funções; Lógica Básica; Técnicas de Prova; Contagem básica; Grafos e Árvores; Probabilidade Discreta; Máquinas de Estado Finito; Gramáticas; Precisão Numérica e Erros; Teoria dos Números; Estruturas algébricas.
Fundamentos de Engenharia / <i>Engineering Foundations</i>	Métodos Empíricos e Técnicas Experimentais; Análise Estatística; Medição; Design de Engenharia; Modelagem, Prototipagem e Simulação; Padrões; Análise de Causa Raiz.

6.2.2 SEEK - Software Engineering Education Knowledge

O SEEK (*Software Engineering Education Knowledge*) é parte do *Computing Curricula Software Engineering* (CCSE), uma iniciativa para definir recomendações do currículo de Engenharia de Software para alunos de graduação (BOURQUE *et al.*, 2002). Sua estrutura é composta por áreas selecionadas com base nas áreas de conhecimento do SWEBOK e em várias discussões com voluntários da área. Também são definidos um conjunto de resultados para o currículo de graduação em Engenharia de Software. O guia define o que é esperado que alunos sejam capazes de:

- Trabalhar como parte de uma equipe para desenvolver e entregar artefatos executáveis.
- Compreender o processo de determinação das necessidades dos clientes e traduzi-las para requisitos de software.
- Reconciliar os objetivos conflitantes, encontrar soluções aceitáveis dentro das limitações de custo, tempo, conhecimento, sistemas existentes e organizações.
- Projetar soluções adequadas em domínios de aplicação usando abordagens que integrem preocupações éticas, sociais, legais e econômicas.
- Compreender e ser capaz de aplicar teorias, modelos e técnicas atuais que forneçam uma base para o design, desenvolvimento, implementação e validação do software.
- Negociar, trabalhar efetivamente, oferecer liderança quando necessário e se comunicar bem com as partes interessadas em um ambiente típico de desenvolvimento de software.
- Aprender novos modelos, técnicas e tecnologias à medida que os mesmos emergem.

O SEEK está organizado hierarquicamente em três níveis. O nível mais alto da hierarquia é a área de conhecimento educacional, representando uma subdisciplina específica da Engenharia de Software. Geralmente a mesma é reconhecida como uma parte significativa do conhecimento da área que um aluno de graduação deve conhecer. Cada área é fragmentada em divisões menores chamadas unidades, que representam módulos individuais dentro de uma área. Cada unidade é subdividida em um conjunto de tópicos, que são o nível mais baixo da hierarquia (SOBEL, 2003). As áreas de conhecimento e suas respectivas unidades são apresentadas na Tabela 19.

6.3 Desafios no Ensino de Engenharia de Software

Na indústria de software de hoje, um engenheiro de software não deve apenas saber lidar com os desafios técnicos. Também deve lidar com questões decorrentes de situações de projetos complexos, como a compreensão do domínio e dos requisitos do cliente, o trabalho em equipe, a

Tabela 19 – Áreas de conhecimento e unidades do SEEK

Área de Conhecimento	Unidades
Computação Básica / Computing Essentials (CMP)	Fundamentos da Ciência da Computação; Tecnologias de Construção; Ferramentas de Construção; Métodos Formais de Construção
Fundamentos de Matemática & Engenharia / Mathematical & Engineering Fundamentals (FND)	Fundamentos Matemáticos; Fundamentos de Engenharia para Software; Economia de Engenharia para Software
Prática Profissional / Professional Practice (PRF)	Dinâmica e Psicologia em Grupo; Habilidades de Comunicação; Profissionalismo.
Análise e Modelagem de Software / Software Modeling & Analysis (MAA)	Fundamentos de Modelagem; Tipos de Modelos; Fundamentos de Análise; Fundamentos de Requisitos; Elicitação de Requisitos; Especificação e Documentação de Requisitos; Validação de Requisitos.
Design de software / Software Design (DES)	Conceitos de Design; Estratégias de Design; Projeto Arquitetural ; Design de Interface Humano-Computador; Design Detalhado; Ferramentas de Suporte de Design e Avaliação.
Verificação e Validação de Software / Software Verification & Validation (VAV)	Terminologia e Fundamentos; Revisões; Testes; Teste e Avaliação da Interface Humano-Computador; Análise de Problemas e Relatórios
Evolução do Software / Software Evolution (EVL)	Processos de Evolução; Atividades de Evolução.
Processo de Software / Software Process (PRO)	Conceitos do Processo; Implementação do Processo.
Qualidade de Software / Software Quality (QUA)	Conceitos e Cultura de Qualidade e Software; Padrões de Qualidade de Software; Processos de Qualidade de Software; Garantia do Processo; Garantia do Produto.
Gerenciamento de Software / Software Management (MGT)	Conceitos de Gestão; Planejamento de Projetos; Organização e Pessoal do Projeto; Controle de Projeto; Gerenciamento de Configuração de Software.

organização e divisão de trabalho e principalmente a pressão sofrida, consequência do tempo e dos prazos estabelecidos (GNATZ *et al.*, 2003).

Os conceitos teóricos da Engenharia de Software têm sido bem trabalhados pelas universidades. No entanto, essa disciplina necessita de abordagens práticas de ensino. Neste sentido, o modelo de ensino com apenas aulas expositivas não é suficiente para a formação do aluno. Além de abranger os tópicos descritos na Seção 6.2, o ensino deve proporcionar aos alunos experiências práticas que simulem o trabalho em uma indústria de software. Essas experiências propiciam aos alunos a oportunidade de lidar com atividades que exigem a resolução de problemas reais (MACÍAS, 2012; RADERMACHER; WALIA; KNUDSON, 2014; SURI; JATANA; TOMER, 2015).

Há uma grande quantidade de estudos que defendem que a melhor abordagem no ensino de Engenharia de Software é a apoiada por atividades práticas (FELDER; BRENT, 2004; SUN; LIU, 2012; MACÍAS, 2012; RAJLICH, 2013; OSMAN; DIAS-NETO, 2014). Devido à falta de prática em projetos de software, os alunos muitas vezes não estão aptos a aplicar os conceitos vistos em sala de aula, métodos e tecnologias apropriadas para resolver problemas reais (DAHIYA, 2010; SUN; LIU, 2012; BROMAN; SANDAHL; BAKER, 2012). Apesar da necessidade da aplicação de conceitos, nem todos os métodos de ensino proporcionam uma experiência próxima ao que seria o desenvolvimento real de software.

Para Macías (2012), o processo de aprendizagem de Engenharia de Software é em grande parte indutivo. A partir de uma declaração inicial problema, os alunos devem iniciar um projeto

de software e ir progredindo em suas diferentes fases. Em cada fase do projeto, os alunos produzem vários artefatos, utilizando ferramentas específicas. Neste método de aprendizagem, o aperfeiçoamento contínuo e a aquisição de conhecimento em alto nível são essenciais à medida que o trabalho progride.

Apesar dos bons conteúdos programáticos de disciplinas de Engenharia de Software, a preparação dos alunos para o mercado de trabalho, ou até mesmo para a área acadêmica, pode não atender às expectativas de seus futuros empregadores (RADERMACHER; WALIA, 2013). Ainda existem áreas em que os recém-formados não possuem as habilidades ou conhecimentos necessários para exercer atividades do mundo real. Neste contexto, o desafio é diminuir as lacunas entre as habilidades e competências dos estudantes e as expectativas ou exigências presentes em suas futuras carreiras.

Radermacher e Walia (2013) realizaram uma revisão sistemática para identificar quais as deficiências mais comuns em alunos de graduação do cursos de Ciência da Computação e afins. A maioria dos artigos selecionados estão contidos no domínio da Ciência da Computação ou da Engenharia de Software, e abordam as expectativas e experiências dos gestores da indústria, desenvolvedores e responsáveis pela contratação dos recém-formados.

Depois de aplicar filtros e extrair informações das publicações selecionadas, mais de 50 categorias de deficiências foram identificadas. Algumas dessas categorias são bem semelhantes, então foram agrupadas ou combinadas entre si, resultando em 31 categorias restantes. As deficiências mais apontadas são apresentadas na Tabela 20 e discutidas a seguir.

Tabela 20 – Deficiência de conhecimento encontradas

Posição	Deficiência
1	Comunicação Escrita
2	Comunicação Oral
3	Gerenciamento de Projetos
4	Ferramentas de Software
5	Teste
6	Trabalho em Equipe
7	Resolução de Problemas
8	Programação
9	Requisitos

Nos primeiros lugares foram classificadas a falta de habilidade em comunicação, seja ela oral ou escrita. Empregadores se queixam da falta de capacidade em lidar com clientes, de produzir documentação escrita e escrever e-mails sem detalhes suficientes. Há estudos que apontam que os desenvolvedores de software recém-contratados muitas vezes se esforçam para se comunicar adequadamente quando necessitam de assistência ou estão lidando com um problema.

Em seguida, é apontada uma falha nas habilidades em se gerenciar um projeto. (KITCHE-NHAM *et al.*, 2005) apontam que essa é uma das maiores queixas de alunos recém-formados,

pois o conhecimento adquirido em gerência não é suficiente para desenvolver as atividades em suas futuras funções na empresa. Além disso, empregadores reclamam da diferença entre o que os desenvolvedores de software conheciam e o que precisavam saber quando contratados. Todavia, essa diferença é dizimada conforme os recém-contratados adquirem experiência e, conseqüentemente, seu nível de conhecimento em gerenciamento de projetos vai aumentando.

Conhecimento em ferramentas de software é uma categoria em que há muitos casos específicos. O exemplo comumente relatado é a dificuldade em utilizar as ferramentas empregadas no gerenciamento de configuração e no gerenciamento de projetos. Ferramentas de banco de dados, teste e depuração são outras ferramentas citadas nos estudos.

A dificuldade em empregar teste de software, especificamente na elaboração casos de teste confiáveis e a depuração do código fonte também foram deficiências apontadas, tanto na indústria quanto na academia. Entretanto, muitas das publicações selecionadas durante a revisão sistemática não forneceram informações específicas sobre as dificuldades encontradas pelos desenvolvedores.

O trabalho em equipe é outra deficiência identificada. Autores relatam que novos desenvolvedores de software, muitas vezes, não tinham experiência e noções de trabalho em equipe, algo comum e necessário na indústria. Durante a graduação alunos geralmente trabalham em pequenas equipes de 2 a 4 integrantes. Em um ambiente real, devem trabalhar com dezenas de desenvolvedores, testadores e outros profissionais (SUB; BILLINGSLEY, 2012; OSMAN; DIAS-NETO, 2014).

A capacidade na resolução de problemas é outra deficiência encontrada em novos contratados. Há queixas sobre a falta de habilidade em gerar soluções alternativas à problemas e sobre a inaptidão em gerar e sintetizar novas ideias. Também é notada a falta de pensamento crítico, principalmente em atividades que exigiam a análise crítica de problemas.

A programação foi uma das deficiências de conhecimento técnico mais frequentemente identificadas. O grau de conhecimento em programação (as linguagens não foram especificadas) e a dependência em uma linguagem são queixas de empregadores. Por fim, é apontada a insuficiência na capacidade em elicitar e especificar requisitos. Novos contratados encontram dificuldades em preparar e conduzir entrevistas com clientes.

Outro desafio é ensinar estudantes com individualidades e estilos de aprendizagem distintos (FELDER; BRENT, 2004). Entende-se por estilo de aprendizagem de um aluno, a maneira na qual ele absorve e processa a informação. Vários modelos de estilo de aprendizagem foram desenvolvidos e aplicados na educação das engenharias. O modelo formulado por (FELDER; SILVERMAN, 1988) envolve quatro dimensões dicotômicas, em que os alunos podem ser:

- **Aprendizes Sensitivos e Intuitivos:** os aprendizes sensitivos tendem a ser mais concretos e práticos e preferem resolver problemas por meio de procedimentos conhecidos. Por outro

lado, os intuitivos tender a ser mais inovadores e conceituais, sendo orientados por teorias e significados.

- **Aprendentes Visuais e Verbais:** aprendizes visuais preferem representações visuais de materiais apresentados, diagramas, fluxogramas etc. Enquanto que os aprendizes verbais preferem explicações escritas e faladas.
- **Aprendizes Ativos e Reflexivos:** aprendizes ativos tendem a trabalhar em grupo e aprendem ao fazer algo com a informação recebida, como discuti-la ou explicá-la para outras pessoas. Os aprendizes reflexivos tendem a aprender refletindo na informação recebida e trabalhando sozinho.
- **Aprendizes Sequenciais e Globais:** aprendizes sequenciais são lineares e ordenados e aprendem em pequenos passos incrementais. Por outro lado, aprendizes globais são holísticos e tendem a aprender em grandes passos, além de absorver os conteúdos de forma aleatória.

Uma sala de aula é composta por alunos com uma grande variedade de habilidades, atitudes, interesses e níveis de motivação. Por isso, métodos de instrução que são eficazes para alguns alunos podem ser relativamente ineficazes para outros (FELDER; BRENT, 2004). Após conhecer a variedade de estilos de aprendizagem presentes em uma classe, o desafio é projetar soluções que proporcionem uma instrução equilibrada para todos os alunos. Segundo (FELDER; SILVERMAN, 1988), o seguinte conjunto de técnicas de ensino abrangem todos os estilos de aprendizagem:

- Motivar a aprendizagem relacionando o material que está sendo apresentado ao que aconteceu antes e o que ainda irá acontecer no curso, ao material de outros cursos, e particularmente à experiência pessoal dos alunos.
- Fornecer um equilíbrio de informações concretas (fatos, dados, experiências reais ou hipotéticas e seus resultados) e conceitos abstratos (princípios, teorias, modelos matemáticos).
- Fornecer ilustrações explícitas de padrões intuitivos (inferência lógica, reconhecimento de padrões, generalização) e padrões sensitivos (observação de ambientes, experimentação empírica) e encorajar todos os alunos a exercer os padrões sensitivos e intuitivos.
- Seguir o método científico na apresentação do material teórico. Fornecer exemplos concretos dos fenômenos que a teoria descreve ou prediz. Desenvolver a teoria, mostrar como ela pode ser validada, deduzir suas consequências e apresentar suas aplicações.
- Usar imagens, esquemas, gráficos e esboços simples de forma liberal antes, durante e após a apresentação de materiais verbais. Exibir vídeos, fornecer demonstrações e, se possível, propor atividades práticas.

- Usar instrução assistida por computador.
- Não usar todo o horário da aula lecionando e escrevendo no quadro. Fornecer intervalos, mesmo que sejam breves, para que os alunos pensem sobre o que lhes foi dito.
- Fornecer oportunidades para que os alunos façam algo ativo além de realizar anotações. As atividades de *brainstorming* realizadas em grupos pequenos, com mais de cinco minutos de duração, são extremamente eficazes para esse fim.
- Atribuir exercícios para fornecer a parte prática dos métodos que estão sendo ensinados. Também deve-se fornecer alguns problemas e exercícios abertos que exijam análise e síntese.
- Oferecer aos alunos a opção de realizar as tarefas extraclasse de maneira colaborativa. Os alunos ativos geralmente aprendem melhor quando interagem com os outros.
- Apoiar as soluções criativas, mesmo que incorretas.
- Falar com os alunos sobre os estilos de aprendizagem. Os alunos se sentem mais seguros ao descobrir que suas dificuldades acadêmicas podem não ser todas devidas às inadequações pessoais.

6.4 Estratégias de Ensino de Engenharia de Software

O ensino em Engenharia de Software deve envolver os alunos em práticas profissionais de tal forma que eles possam entender quais práticas e técnicas são úteis em várias situações diferentes. A natureza das atribuições e projetos propostos em sala de aula tem um alcance e um tempo limitados, aumentando o desafio de encontrar um bom equilíbrio entre a teoria e a prática (SOUZA *et al.*, 2017).

Ao longo dos anos, diferentes estratégias de ensino de engenharia de software têm sido implantadas. Tratam-se de inovações como a sala de aula invertida (*flipped classroom*), *personal software process* (PSP), ambientes de desenvolvimento simulados (jogos), ferramentas e projetos de código aberto, maratonas de programação e projetos comunitários (JOHNSON; PORT; HILL, 2016).

Para sanar as deficiências apontadas pela literatura, em especial a falta de inserção de atividades práticas no ensino, trabalhos têm sido propostos (GNATZ *et al.*, 2003; MCCARTNEY; GOKHALE; SMITH, 2012; NGUYEN; TRUONG; LE, 2013; GARCIA *et al.*, 2015; YUEN, 2015; SMITH; GOKHALE; MCCARTNEY, 2014). Marques, Quispe e Ochoa (2014) realizaram um mapeamento sistemático em que identificam as abordagens mais utilizadas nas experiências práticas no ensino de Engenharia de Software. Inicialmente foram pré selecionados 7517 documentos de base de dados como a *IEEEXplore* e a *ACM Digital Library*. A primeira aplicação

de filtros de inclusão e exclusão resultou em 247 artigos. Após a segunda aplicação de filtros foram selecionados 173 artigos. Esses artigos foram categorizados em relação às suas respectivas abordagens de ensino.

A maioria dos artigos não apresentaram uma abordagem formal bem definida, são descritas atividades em que os alunos assumem um projeto e aplicam conceitos teóricos na prática. A abordagem mais formal mais encontrada é baseada na aprendizagem baseada em problemas (PBL – *Problem-Based Learning*), em que os alunos aprendem sobre um assunto por meio da experiência adquirida ao resolver problemas reais, analisando os resultados e trabalhando em grupo.

Outra abordagem muito utilizada é baseada em estudos de caso, em que os alunos desenvolvem competências ao analisar, pensar, ler e discutir problemas complexos da vida real. Em seguida vem a abordagem baseada em jogos, na qual elementos de Engenharia de Software são ensinados por meio da utilização de jogos.

Na simulação os alunos trabalham em projetos que tentam simular uma parte de um projeto real. São simuladas situações em que os alunos têm que desempenhar um papel específico no processo de desenvolvimento em um ambiente semelhante aos cenários industriais. Adicionalmente, precisam lidar com clientes e trabalhar na resolução de problemas.

Também há as abordagens tradicionais que envolvem um professor à frente de uma sala de aula. O conteúdo do curso é dividido em aulas expositivas e um conjunto de atividades práticas são usadas para ajudar os alunos a aplicar os conceitos teóricos.

Um método desenvolvido recentemente e ainda pouco utilizado é o da sala de aula invertida (*flipped classroom*). Nesse método, as aulas expositivas são substituídas por vídeos de curta duração (5 a 15 minutos) e que são disponibilizados *on-line* para que os alunos os utilizem fora sala de aula. O tempo em sala de aula é usado para outras atividades, tais como *workshops*, interações com o professor e outros alunos ou exercícios práticos.

Bavota *et al.* (2012) criaram um curso com a intenção de fornecer aos alunos experiências similares às quais irão encontrar quando são inseridos no mercado de trabalho. O curso é composto pela integração de dois cursos, um de Engenharia de Software e outro de Gerência de Projetos e conta com a participação de alunos de graduação e pós-graduação. Durante o curso, os papéis gerenciais são atribuídos aos alunos de mestrado, envolvendo atividades como a elaboração de um plano de projeto. Com isso, os alunos trabalham em projetos em que têm a possibilidade de experimentar o trabalho em equipe e entender na prática os conceitos tratados no curso.

Sun e Liu (2012) desenvolveram um curso prático na Universidade de Pequim baseado nos conteúdos dos guias SWEBOK (*Software Engineering Body of Knowledge*)¹ e SEEK

¹ <http://www2.computer.org/portal/web/swebok>

(*Software Engineering Education Knowledge*)². O curso é dividido em duas partes: na primeira são ministradas aulas expositivas sobre conceitos teóricos como métodos ágeis, modelagem e design. Esses conceitos servem como suporte para a segunda parte: o desenvolvimento de um projeto real. A parte prática consiste em aplicar métodos e tecnologias de software adequadas para resolver problemas de engenharia. Os projetos são baseados em problemas da vida diária dos alunos, para que eles possam ter uma boa compreensão dos requisitos do projeto.

Suri, Jatana e Tomer (2015) propõem um modelo que engloba os conceitos básicos e as áreas requeridas do ensino de Engenharia de Software. Esse modelo inclui quatro áreas: (i) ensino de metodologias alternativas, com a inclusão de métodos ágeis no currículo; (ii) abordagens práticas, com a aplicação do conhecimento teórico em projetos reais de desenvolvimento de software; (iii) novas tecnologias, com a inserção de conceitos de *big data*, Computação Distribuída e em Nuvem; (iv) ferramentas de software, com a introdução de conceitos de automatização de tarefas por meio da utilização das mesmas.

Johnson, Port e Hill (2016) utilizam uma nova abordagem para educação em Engenharia de Software conhecida como “atletica” (AthSE). A AthSE é uma pedagogia na qual todo o curso, ou algumas de suas partes, estão organizados em uma série de habilidades a serem adquiridas. Para cada habilidade, os alunos recebem problemas práticos que servem como “treinos”.

Os treinos são acompanhados de vídeos curtos que mostram o instrutor realizando os treinos, com explicações das ferramentas e técnicas de design utilizadas à medida que as aplicam. Os alunos são aconselhados a repetir o treino até que possam completá-lo não apenas corretamente, mas aproximadamente no mesmo tempo que o instrutor.

Os métodos educacionais baseados em jogos têm sido usados para minimizar a lacuna entre a teoria e a prática. Souza *et al.* (2017) apresentam um mapeamento sistemático em que identificaram estudos primários que descrevem o uso de jogos sérios, gamificação e desenvolvimento de jogos no ensino de Engenharia de Software.

Nos jogos sérios, o objetivo principal da aula é aprender enquanto os alunos estão jogando um jogo. Por exemplo, jogos sérios são ferramentas recorrentes para melhorar o processo de aprendizagem e o envolvimento dos alunos na Engenharia de Software.

Gamificação é a adoção de mecânicas e elementos de jogos no processo de aprendizagem. Ao contrário dos jogos sérios, a gamificação não é um jogo, mas inclui elementos de jogos como quadros de classificação e *badges*. No caso do aprendizado baseado no desenvolvimento de jogos, as atividades propostas em sala de aula proporcionam a experiência de métodos e técnicas de Engenharia de Software no desenvolvimento de jogos.

Jogos sérios e desenvolvimento de jogos foram as abordagens mais recorrentes encontradas. As abordagens em jogos sérios possuem formatos variados, como jogos digitais e não digitais. Os jogos digitais envolvem simulações, jogos baseados em enigmas e comerciais. Em

² <http://sites.computer.org/ccse>

proporção igual, foram encontrados jogos não-digitais, como jogos de cartas, jogos de tabuleiro, jogos de RPG e atividades em grupo.

As abordagens em desenvolvimento de jogos são divididas em dois tipos: atividades sobre o desenvolvimento de produtos de jogos e a adoção de *frameworks* para o desenvolvimento de jogos. A primeira abordagem depende na experiência adquirida no domínio do desenvolvimento de jogos para apresentar aos alunos os desafios da Engenharia de Software. A segunda abordagem defende o uso de *frameworks* para o desenvolvimento de jogos como instrumentos de aprendizagem, simplificando certos aspectos do desenvolvimento e permitindo que os alunos concentrem esforços em metas de aprendizagem específicas. Por fim, também foram encontrados estudos que misturam as abordagens descritas para obter melhores resultados de aprendizagem (abordagens híbridas).

6.5 Considerações Finais

Os trabalhos apresentados neste capítulo indicam a necessidade e a dificuldade em integrar teorias e metodologias de ensino de um modo que proporcionem a prática de conceitos de Engenharia de Software. Segundo o levantamento realizado, grande parte das metodologias apenas expõem conceitos de aprendizagem como ideias abstratas. Assim, os alunos muitas vezes consideram os métodos e teorias abordados como apenas conceitos acadêmicos.

Sem aplicar esses conceitos em práticas que envolvam projetos realistas, os estudantes raramente desenvolvem habilidades importantes na Engenharia de Software, como comunicação e trabalho em grupo. É necessário promover métodos de ensino que considerem questões como a motivação e a diversidade dos alunos, além de proporcionar a utilização de materiais alternativos (por exemplo, videoaulas), a geração de discussões e a prática dos conceitos teóricos.

Em suma, devem ser aplicadas estratégias ou recursos de ensino que propiciem o desenvolvimento de atividades práticas. Como resultados dessas iniciativas, também se espera o desenvolvimento de habilidades e competências tais como a comunicação oral e escrita, a manipulação de ferramentas de software, a capacidade de trabalho coletivo e a resolução de problemas. A aplicação de MOOCs e SPOCs no ESE em conjunto com estratégias como a sala de aula invertida, jogos e gamificação pode trazer contribuições nesse sentido, pois os seus usos acarretam na exploração do tempo em sala de aula de maneira mais produtiva, com a aplicação de atividades práticas, promoções de discussões sobre determinado tópico e resoluções de exercícios.

Visando a investigação de contribuições para os desafios levantados, no próximo capítulo é apresentada a proposta deste trabalho de doutorado.

DD-SMOOC: UM PROCESSO DISTRIBUÍDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MOOCS E SPOCS

7.1 Considerações Iniciais

As iniciativas encontradas na literatura que descrevem métodos, técnicas e processos para o desenvolvimento de MOOCs e SPOCs não levam em consideração em seus *designs* de produção a questão do desenvolvimento colaborativo e da distribuição geográfica dos envolvidos. Dessa forma, MOOCs e SPOCs são desenvolvidos por equipes locais, não existindo a formação de comunidades para o desenvolvimento desses cursos. Além disso, a questão da qualidade nem sempre é agregada em todo processo de produção do curso, ou seja, em suas fases de planejamento, desenvolvimento, execução e evolução.

Neste capítulo é apresentado um processo para o apoio do ciclo de vida de MOOCs e SPOCs, denominado **DD-SMOOC - Desenvolvimento Distribuído para SPOCs e MOOCs**. O processo visa apoiar o desenvolvimento desses cursos em todas as fases de suas produções, por meio de uma abordagem que prioriza o desenvolvimento colaborativo, a distribuição geográfica dos envolvidos e o emprego de critérios de qualidade.

O restante deste capítulo está organizado como segue. Na Seção 7.2, a visão geral do processo proposto é apresentada. Na Seção 7.3 são apresentadas as atividades da fase de planejamento do curso. A fase de produção do material do curso é descrita na Seção 7.4. A execução do curso, como MOOC ou SPOC, é apresentada na Seção 7.5. Na Seção 7.6 estratégias de evolução do curso são discutidas. Na Seção 7.7 os indicadores de qualidade presentes em todo o processo é apresentado. Por fim, Seção 7.8 as considerações finais são dadas.

7.2 DD-SMOOC: Visão Geral

A motivação deste trabalho de doutorado consiste em investigar como o desenvolvimento distribuído e colaborativo de MOOCs/SPOCs contribuem para o ensino de Engenharia de Software. Nesse cenário, são estudados os processos de desenvolvimento existentes da literatura, conforme os resultados apresentados nas Seções 2.5 e 4.3. Após a análise, é possível avaliar suas virtudes e lacunas com o intuito de elaborar um processo distribuído e que atenda tanto MOOCs quanto SPOCs.

O processo DD-SMOOC (**D**istributed **D**evelopment for **S**POCS and **M**OOCs) é composto de 4 fases e atividades de controle de qualidade que são aplicadas durante a sua execução. A primeira fase é a fase de planejamento, em que ocorre a preparação para a segunda fase, a de desenvolvimento do curso. A fase de execução compreende a oferta e progresso do curso. Finalmente, na fase de evolução ocorre a coleta de informações para o aperfeiçoamento do curso. A visão geral das 4 fases é apresentada na Figura 47.

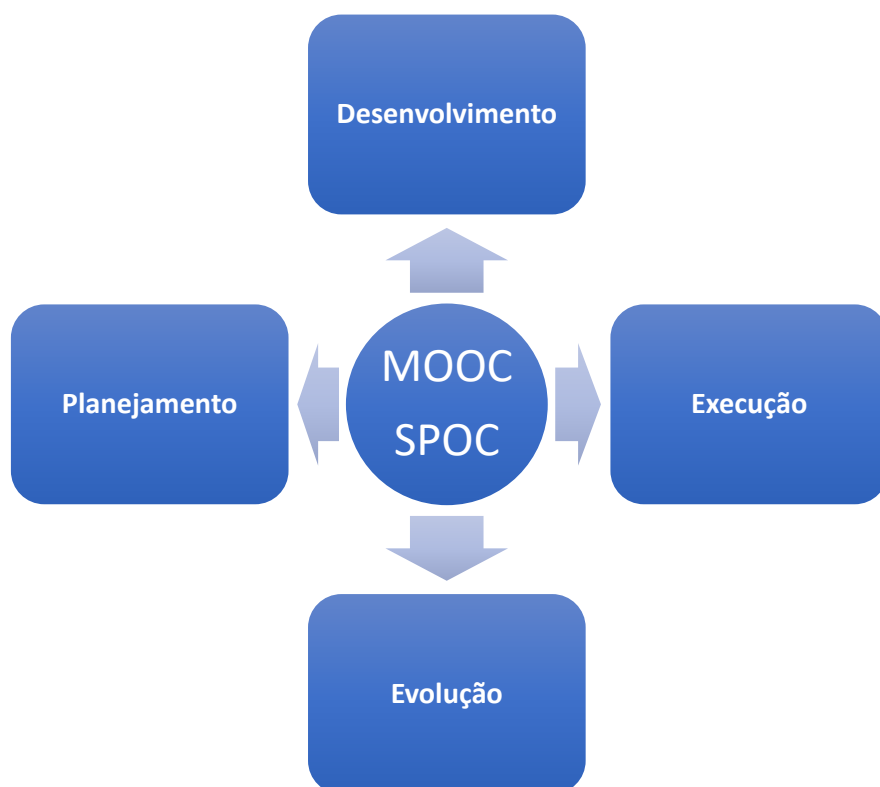


Figura 47 – Visão Geral do Ciclo de Vida de MOOCs e SPOCs

O DD-SMOOC é modelado na notação BPMN (*Business Process Model and Notation*), notação desenvolvida com o objetivo de criar um padrão para modelagem de processos. Assim como o DD-SMOOC, alguns processos, modelos e *frameworks* existentes no desenvolvimento de MOOCs e SPOCs também são modelados na BPMN, com o intuito de proporcionar suas análises gráficas. Essas modelagens podem ser vistas no Apêndice B.

7.3 Fase de Planejamento

A fase de planejamento é primordial para o sucesso do curso, pois é o momento em que as decisões de projeto são tomadas. Essa fase envolve desde a escolha do tema do curso, da plataforma e da metodologia de desenvolvimento até a definição dos recursos necessários. Ao final dessa fase, um documento com a proposta do curso, acrescido das estratégias de divulgação, é gerado - e que pode ser considerado o projeto do curso. A fase de planejamento é ilustrada na Figura 48.

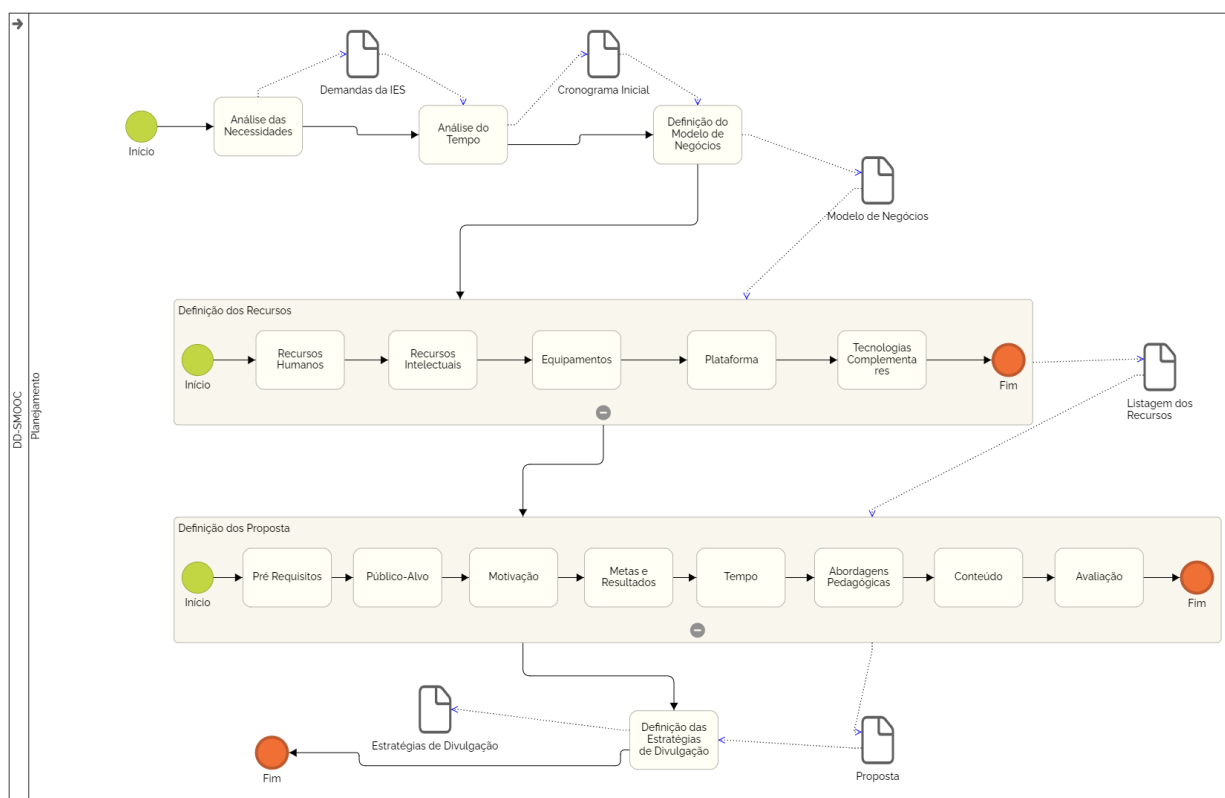


Figura 48 – Fase de Planejamento

A fase de planejamento se inicia com a etapa da **análise das necessidades**, em que são examinadas as necessidades e interesses da Instituição de Ensino, a fim de relacioná-las com o curso a ser conduzido. Durante a etapa de **análise do tempo**, o tempo disponível para preparação, desenvolvimento, avaliação e disponibilização do curso é previsto. Essa etapa é primordial para a elaboração do cronograma de atividades de desenvolvimento dos módulos do curso.

Na etapa de **definição do modelo de negócios** são definidos os métodos de geração de renda ou custos de certificação para arcar como os custos de desenvolvimento do curso. Podem ser ofertados cursos que são totalmente, parcialmente ou não gratuitos. Geralmente, MOOCs são ofertados de maneira gratuita, porém com custos para a emissão de certificados e correção das atividades desenvolvidas pelos participantes. Também podem ser estabelecidas parcerias com o setor privado visando o patrocínio do curso.

Antes do início do desenvolvimento do curso, uma **metodologia de desenvolvimento** deve ser escolhida. A adoção de uma metodologia visa o desenvolvimento dos módulos do curso de modo sistemático. Com isso, esperam-se benefícios como o aumento das chances do material do curso atender às necessidades do público alvo. Diferentes metodologias podem ser adotadas, por exemplo, neste trabalho são empregados elementos de *design* colaborativo.

A etapa de **definição dos recursos** pode ser dividida em várias etapas. Na **definição dos recursos humanos** é estabelecida a equipe das pessoas envolvidas nas fases do processo de criação do curso. Essa equipe pode ser composta por docentes que são envolvidos na criação de materiais, na gravação de vídeos ou na promoção de discussões entre alunos por meio de ferramentas sociais.

Nessa etapa, também pode ser definida a participação de recursos humanos especializado em recursos audiovisuais, para o processamento e edição de vídeos. Assim como a formação de uma equipe técnica, visando o fornecimento do suporte tecnológico necessário durante a etapa de desenvolvimento e execução do curso.

Há a necessidade de precaução ao se publicar os materiais do curso, principalmente em casos em que o conteúdo não seja de autoria da equipe de recursos humanos envolvida no projeto. É necessária a identificação da licença sob a qual esses materiais são disponibilizados. Todos esses trâmites são realizados na etapa de **definição dos recursos intelectuais**.

Os materiais do curso são desenvolvidos com o auxílio de ferramentas especializadas. Na etapa de **definição de equipamentos** são estabelecidos quais os recursos de hardware (estúdios de gravação, câmeras, etc.) ou software (utilizados na gravação e edição de vídeo, etc.) são necessários para a produção do conteúdo. Caso a IES já possua esses recursos, são verificadas as suas disponibilidades durante o período de execução do projeto.

A etapa da **definição da plataforma** ou provedor em que o curso será disponibilizado é primordial para o sucesso do curso. A maioria dos MOOCs/SPOCs é implantada em uma plataforma que centraliza os conteúdos de aprendizagem e as interações entre os participantes. Por isso, é necessário estar ciente dos recursos fornecidos pela plataforma, que exercem uma influência no design final do curso.

Também podem ser **definidas tecnologias complementares**, que são empregadas para adicionar algumas funcionalidades necessárias para a execução do curso e que não são fornecidas pela plataforma. Por exemplo, podem ser utilizados serviços como o *YouTube* para a hospedagem de vídeos, ou redes sociais como o *Facebook* para promover a interação entre os participantes durante o curso.

Após a etapa de definição dos recursos, a proposta do curso é elaborada. Inicialmente, são **definidos os pré requisitos dos participantes**, ou seja, são estabelecidos quais os conhecimentos prévios são necessários para a participação no curso. Com isso, espera-se reduzir os casos em que os participantes não estão aptos a acompanhar o desempenho dos demais participantes,

em alguns casos, provocando a sua evasão do curso.

Durante a etapa de **definição do público-alvo**, existe a preocupação em saber qual é o público principal do curso. Por exemplo, procura-se identificar de quais países se originam os alunos, a fim de que seja determinado o idioma do curso e, possivelmente, a necessidade de tradução ou legendas.

Para mitigar problemas como a evasão e a falta de interação entre os alunos, são **definidas estratégias de motivação** que podem instigar uma maior participação dos alunos durante o curso. Para isso, podem ser inseridos elementos de gamificação ou jogos sérios no curso.

A proposta do curso também deve apresentar um **plano de metas e resultados**, ou seja, devem ser definidas quais as habilidades e competências são esperadas dos participantes após o término do curso. Geralmente, a **definição do tempo** de execução do curso é estipulada em semanas. A partir do número de semanas, o conteúdo do curso é definido: são estipulados o número e o conteúdo dos vídeos e dos materiais de apoio, a quantidade e o conteúdo das atividades e das avaliações de aprendizagem, além das estratégias de utilização dos fóruns.

É essencial **definir as abordagens pedagógicas** para atingir as metas pré estabelecidas. Nessa etapa, promove-se o debate sobre quais abordagens e métodos de ensino (disseminação do conhecimento, conectivismo, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em casos, aprendizagem colaborativa, aprendizagem ativa etc.) serão utilizados no curso.

A partir do mapeamento das habilidades e competências são **definidos o conteúdo** e o estilo de apresentação do curso, distribuído ao longo do tempo de execução. Podem ser utilizados videoaulas, artigos, capítulos de livros, etc. Visando avaliar a aprendizagem dos alunos, é realizada a **definição das técnicas de avaliação** e das atividades online. Geralmente nos MOOCs, devido à quantidade de participantes as avaliações são realizadas por meio de *quizzes*. Já nos SPOCs, a avaliação também pode ser implementada de maneira presencial.

Após a definição da proposta, inicia-se a etapa de **definição das estratégias de divulgação** em que são definidas as maneiras de promoção e divulgação do curso, importantes na captação das inscrições dos participantes. Por fim, a fase de planejamento se encerra com a **elaboração do projeto do curso**, contendo todos os elementos determinados durante essa fase.

7.4 Fase de Desenvolvimento

Após a elaboração do projeto do curso, se inicia a etapa de desenvolvimento, ilustrada na Figura 49. Nessa etapa, o material do curso como videoaulas, atividades de avaliação, gabaritos são elaborados e o curso é criado.

A primeira etapa é a **criação da descrição geral**, em que é redigido um documento contendo informações do curso. Devem ser preenchidos o nome do curso, a sua duração estimada (em semanas), o campo/área de conhecimento que o curso cobrirá e os requisitos necessários dos

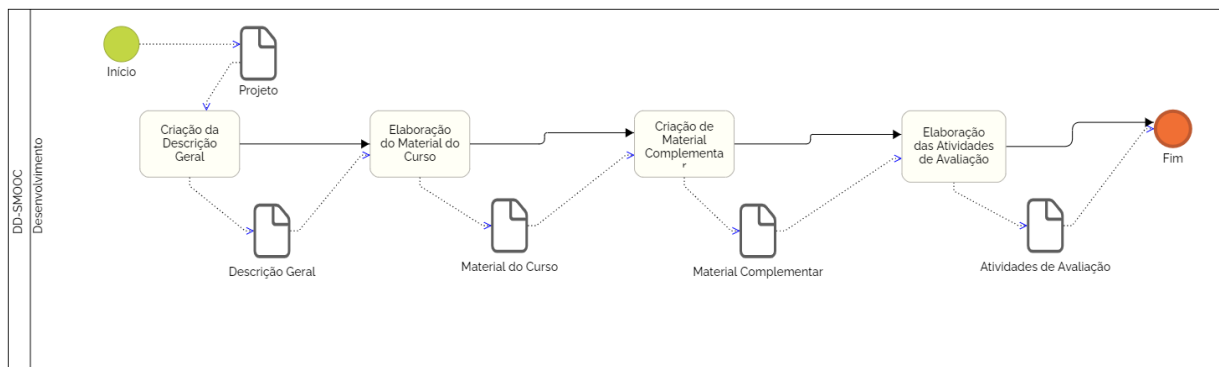


Figura 49 – Fase de Desenvolvimento

participantes.

A próxima etapa é a de **elaboração ou adaptação do material do curso**. Os conteúdos do curso são tipicamente entregues em formatos multimídia. No entanto, também podem ser complementados com outros tipos de recursos, por exemplo, pdfs, e-books, links, fóruns de discussão etc. Esses recursos podem ser produzidos pelo corpo docente, pelos próprios alunos ou por terceiros. Também pode haver a adaptação de materiais existentes, sempre levando em consideração as licenças dos materiais adaptados. Nesse caso, é realizada a busca por material em repositórios abertos.

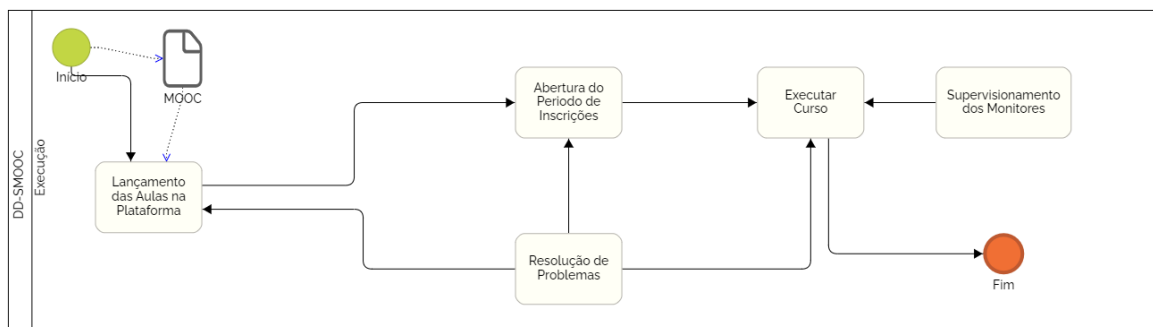
Além dos materiais com o conteúdo do curso, podem ser **criados materiais complementares**. Durante esta etapa são concebidos materiais como exercícios práticos, fóruns ou *quizzes* que são disponibilizados ao aluno ao longo do curso. Por fim, ocorre a etapa de **elaboração das atividades de avaliação**, em que são desenvolvidas avaliações que podem ocorrer ao término de cada módulo ou ao final do curso.

7.5 Fase de Execução

Durante a fase de execução, o curso é lançado na plataforma para que, em um segundo momento, os alunos possam efetuar a inscrição. O curso pode ser posto em prática como MOOC ou SPOC, isso é decidido no momento anterior ao período de abertura das inscrições. No decorrer desta fase, ilustrada na Figura 50, acontece a resolução de eventuais problemas que possam surgir, assim como o supervisionamento dos monitores durante a execução do curso.

A fase de execução se inicia com o **lançamento das aulas na plataforma**. Todos os materiais elaborados para o curso na etapa anterior são disponibilizados na plataforma escolhida. A organização do material postado é feita por meio de módulos. Geralmente, cada módulo abrange o conteúdo de um período semanal do curso.

A partir da postagem do curso, há duas possibilidades: utilizá-lo como um MOOC ou SPOC. Caso seja ofertado um MOOC, há a **abertura do período de inscrições** para os



HEFLO

Figura 50 – Fase de Execução

participantes, que pode ser, ou não, em fluxo contínuo. Por outro lado, caso haja a oferta de um SPOC, ocorre o **envio de convites para inscrições**, já que neste caso o acesso ao curso é restrito.

Ao utilizar o curso como um MOOC, o mesmo deve atender as características apresentadas no Capítulo 2, ou seja, ser principalmente massivo e aberto. Na Figura 51 é apresentada a visão geral de uma proposta de execução do MOOC, iniciada com a seleção do tópico a ser abordado e executada até que não haja mais tópicos a serem cobertos. Nessa etapa há dois papéis, o do participante e do instrutor.

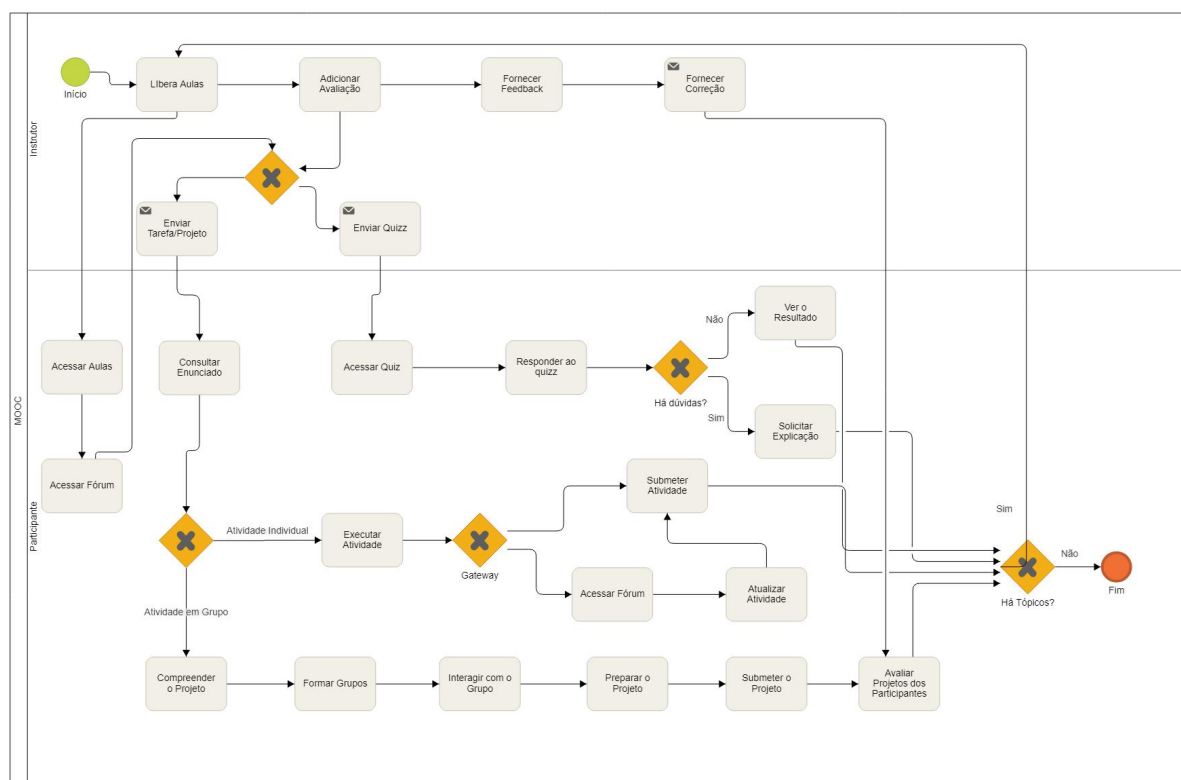


Figura 51 – Visão Geral da Fase de Execução do MOOC

Na etapa de **seleção do tópico**, cada tópico da ementa do curso é escolhido pelos instrutores a cada interação da execução do MOOC. Em seguida, o instrutor **adiciona a avaliação** que pode ser de dois tipos: um *quizz*, composto de questões de múltipla escolha, ou um projeto, contendo instruções para o desenvolvimento de atividades práticas.

Os instrutores também são responsáveis por **fornecer *feedback*** aos participantes durante a execução do MOOC, sempre que necessário. Essa interação ocorre por meio dos fóruns ou redes sociais, onde o instrutor responde às perguntas realizadas e auxilia os alunos a superar eventuais problemas. Ao **fornecer a correção** da atividade proposta, os participantes podem se auto avaliar ou uns aos outros.

Os participantes iniciam a sua atuação **acessando as aulas** postadas em cada módulo do MOOC. Ao final de cada aula, há atividades propostas em formato de *quizz*, de desenvolvimento de um projeto ou trabalhos práticos. Ao **acessar o quizz**, o participante consulta as perguntas do questionário. Este tipo de avaliação é geralmente realizado após cada semana do curso.

Logo após, os participantes **respondem ao quizz**. Após a validação de suas respostas, os mesmos podem **ver o resultado** de seu desempenho. Caso seja necessário, é possível **solicitar a explicação** das questões. Os trabalhos práticos ou projetos podem ser propostos de maneira coletiva ou individual. Caso seja um trabalho coletivo, o primeiro passo é **compreender o projeto** para proceder a **formação do grupo**, etapa na qual os alunos se agrupam para preparar o projeto solicitado.

Na etapa de **interação com o grupo**, os alunos colaboram e participam de discussões em grupo via fórum, rede social ou outras ferramentas de comunicação e compartilhamento de ideias. Em seguida, deve haver a **preparação e organização o projeto**. Nessa etapa, o tutor pode ajudar os alunos a lidar com diferentes tipos de problemas. Ele expõe a sua opinião sobre o trabalho em andamento e orienta os alunos a promover um trabalho colaborativo.

Uma vez que o projeto esteja concluído e a data de entrega tenha chegado, o **trabalho é submetido para avaliação**. Devido ao grande número de participantes a avaliação ocorre aos pares, ou seja, os alunos avaliam os projetos dos outros alunos. A avaliação ocorre seguindo a correção fornecida pelos instrutores.

Por outro lado, nas atividades individuais o aluno **executa a atividade** por si próprio, para depois efetuar a **submissão da atividade**. Em caso de dúvidas, é possível a **participação no fórum**, permitindo que os alunos façam perguntas, apresentem problemas, participem da discussão e conheçam a opinião dos outros participantes. Após a participação no fórum, a resolução da atividade é **atualizada** pra ser submetida.

Ao contrário dos MOOCs, os SPOCs são cursos privados e com um número reduzido de participantes. Isso possibilita o maior acompanhamento dos instrutores e a realização de encontros presenciais. Na Figura 52 é apresentada a visão geral de uma proposta de execução do SPOC, com a participação dos alunos e do instrutor.

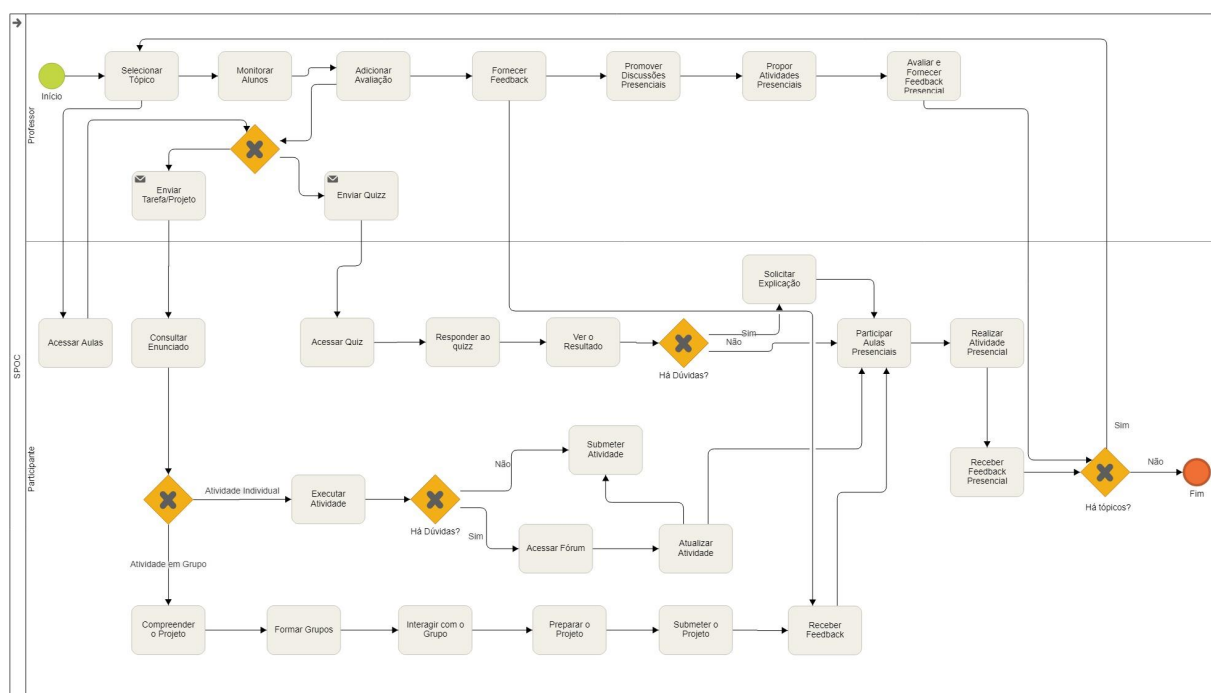


Figura 52 – Visão Geral da Fase de Execução do SPOC

A diferença em relação à execução do MOOC está na realização de algumas etapas de modo presencial. O instrutor pode **promover atividades e discussões presenciais** e **avaliar e fornecer *feedback* presencial** aos alunos. Com isso, métodos de avaliação mais completos do que a realização de *quizzes* são viabilizados.

Durante a execução do SPOC, os alunos podem **participar de aulas presenciais**. No decurso dessas aulas, os mesmos **participam de atividades presenciais**, podendo **receber *feedback*** da solução de suas atividades. As interações da fase de execução do SPOC se encerram quando não existirem mais tópicos para serem abordados.

7.6 Fase de Evolução

A fase de evolução, ilustrada na Figura 53, inicia-se durante a etapa de **coleta de *feedback***. São coletados os dados provenientes das interações entre os participantes, das postagens nos fóruns e nas mídias sociais. Esses dados contêm informações sobre eventuais dificuldades dos participantes, elogios e críticas sobre o curso.

Na etapa da **análise**, os instrutores/professores analisam o desempenho dos alunos e detectam quais ações foram bem ou malsucedidas. Esta averiguação não ocorre necessariamente após o término do curso, mas pode acontecer paralelamente à sua fase de implantação. A análise pode ser feita tendo como base os comentários ou resultados das atividades avaliativas.

A partir das etapas anteriores, é possível refinar o curso em sua próxima sessão. Na etapa

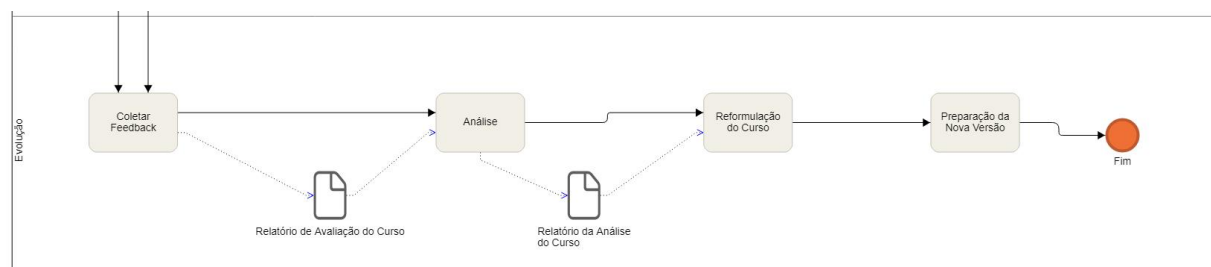


Figura 53 – Visão Geral da Fase de Evolução

de **reformulação**, o curso é reformulado a partir da análise do *feedback* recebido, questionamentos, desempenho dos participantes ou eventuais problemas. Finalmente, na etapa de **preparação da nova versão**, a nova versão do curso é concebida. É importante ressaltar que, caso o curso seja ofertado em fluxo contínuo, a reformulação ocorre durante a sua execução.

7.7 Indicadores de Qualidade

A efetividade dos MOOCs pode ser medida por diversas variáveis e indicadores, expressos na retenção (dado o problema do alto número de evasão dos alunos); levantamento do número de alunos concluintes ou certificação após a conclusão do curso; taxa de realização das tarefas do curso; mudança de conhecimento, atitude ou ganho de experiência do aluno, entre outros. A combinação desses indicadores pode, ao final, indicar se o curso foi bem sucedido.

Assim como na Engenharia de Software, a qualidade de um MOOC pode ser baseada na conformidade com os requisitos. No cenário de um MOOC, isso significa que o mesmo deve garantir que as metas e objetivos dos alunos e da instituição que oferta o MOOC sejam atingidos. Essa perspectiva pressupõe a existência de um conjunto de requisitos descritos de tal maneira que interpretações erradas não sejam possíveis. O *feedback* sobre o uso do MOOC ajuda a determinar se o mesmo está em conformidade com os requisitos (JANSEN; SCHUWER, 2016).

Alguns fatores de qualidade são difíceis de serem avaliados devido à falta de métricas estabelecidas desde o início e de um design de avaliação para os avaliadores. Para os avaliadores a estratégia de avaliação precisa ser flexível e sistemática para garantir que as métricas relevantes sejam definidas desde o início e que todos os dados relevantes sejam coletados e processados durante a execução do MOOC (CHAPMAN *et al.*, 2016).

Além disso, as estratégias de avaliação precisam se adaptar à complexidade dos MOOCs, que por sua vez, produzem resultados imprevisíveis, tanto em termos dos resultados individuais de aprendizagem dos participantes, quanto dos resultados atingidos pelos responsáveis pela iniciativa. A complexidade também é afetada por fatores como a idealização e o projeto dos MOOCs, além das plataformas nas quais são hospedados (CHAPMAN *et al.*, 2016).

Entretanto, segundo QUILIANO-T., RAMIREZ-H. e BARNIOL (2019), a definição

dos padrões de qualidade dos MOOCs ainda estão em processo de construção. As várias propostas existentes, apesar de apresentarem diferenças, partilham alguns pontos em comum, principalmente no design pedagógico, no aspecto técnico e na acessibilidade, analisando os indicadores no início e no final do MOOC.

Uma das propostas existentes é o *Quality Reference Framework* (QRF), desenvolvido pela Aliança Europeia para a Qualidade dos Cursos Abertos em Massa (*European Alliance for the Quality of Massive Open Online Courses*), chamado *MOOQ The Quality Reference Framework*. Esse *framework* pode ser usado para auxiliar na análise das necessidades e demandas, projeto, desenvolvimento, e implementação de novos MOOCs, além da avaliação e melhoria dos MOOCs existentes.

O *framework* fornecido pelo programa “*Quality Matters*”¹ propõe usar as métricas de suas rubricas na avaliação de MOOCs. São avaliadas um conjunto de 8 dimensões de qualidade para o aprendizado online: visão geral e introdução do curso, objetivos de aprendizagem, avaliação, materiais instrucionais, interação e engajamento do aluno, tecnologia do curso, suporte ao aluno e acessibilidade.

O modelo de qualidade adotado neste trabalho é definido a partir de trabalhos encontrados na literatura (apresentados na Tabela 21) que discutem a qualidade de MOOCs. O modelo adotado possui os seguintes critérios: tecnológicos, pedagógicos, motivacionais, usabilidade, conteúdo do curso, suporte, avaliação, interatividade, avaliação e aperfeiçoamento. Para facilitar a aplicação do modelo de qualidade, cada um dos critérios é decomposto por subcritérios estipulados a partir da análise dos estudos selecionados. A relação entre esses estudos e os critérios adotados é apresentada na Tabela 22.

O critério tecnológico abrange os subcritérios da plataforma e da qualidade técnica das videoaulas. A plataforma deve ser selecionada de acordo com os objetivos do MOOC, levando em consideração o público alvo e os objetivos pedagógicos. Os recursos e as restrições da plataforma devem ser analisados antes do projeto do MOOC (ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014a). Enquanto que as videoaulas devem apresentar som audível e sem ruídos e imagem nítida.

Os critérios pedagógicos incluem a metodologia, objetivos de aprendizagem e flexibilidade. O curso deve ser preparado tendo em conta a aplicação de uma qualidade metodológica aceitável, que inclui o design, avaliação e conteúdo do curso (QUILIANO-T.; RAMIREZ-H.; BARNIOL, 2019). É recomendada a aplicação do conectivismo, proporcionando a interação entre seus membros para troca de informações e enriquecimento mútuo. Os objetivos de aprendizagem devem ser definidos ao início de cada módulo do curso. Por fim, o curso deve ser projetado de uma maneira que proporcione a flexibilidade no ritmo de aprendizagem de cada aluno.

Um dos grandes desafios é manter o aluno motivado a participar ativamente do curso. Uma das estratégias é manter uma alta atividade nas ferramentas sociais para envolver os alunos

¹ <https://www.qualitymatters.org/qa-resources/rubric-standards>

(ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014a). Geralmente, a satisfação está diretamente correlacionada com o desempenho dos participantes (DUART *et al.*, 2017), por isso é importante manter os participantes comprometidos e os incentivar a explorar novos conceitos durante o curso. Os instrutores também devem lidar com as emoções que os alunos sentem durante ou ao final do curso (QUILIANO-T.; RAMIREZ-H.; BARNIOL, 2019). Um bom indicador do grau da motivação é a taxa de evasão do curso (QUILIANO-T.; RAMIREZ-H.; BARNIOL, 2019).

A avaliação da usabilidade geralmente é feita pela classificação realizada pelos usuários. A usabilidade do MOOC é identificada pelo design da interface, interações da navegação, suporte da plataforma para promover interações entre os participantes, além da capacidade de obter *feedback* sobre qualquer problema na plataforma (GAMAGE; FERNANDO; PERERA, 2015). É desejável que uma boa usabilidade auxilie o usuário a executar tarefas como o carregamento de tarefas, postagens no fórum, exibição de videoaulas e o envio de respostas aos *quizzes* facilmente.

O conteúdo do curso deve ser diversificado, relevante, atual, bem estruturado e com a apresentação de problemas do mundo real. A estrutura deve conter os tópicos a serem abordados distribuídos em módulos de maneira homogênea. Um vídeo que apresente a visão geral do curso deve ser produzido. Esse vídeo deve ser instigante o suficiente para atrair as atenções dos participantes. As videoaulas devem ser curtas, pois a atenção dos alunos diminui acentuadamente com o tempo (ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014a). Além disso, é primordial que a informação seja apresentada com rigor científico e precisão na ortografia, gramática e sintaxe (YEPES-BALDÓ *et al.*, 2016).

O suporte fornecido pelo curso pode ser técnico ou social. Os participantes devem ser capazes de efetuar questionamentos sobre os problemas, técnicos ou não, que possam encontrar durante o curso (GAMAGE; FERNANDO; PERERA, 2015). A recomendação é de que o suporte social aos alunos seja dado por meio de informações claras e atualizadas sobre o curso, incluindo metas e objetivos, métodos de aprendizado e avaliação, carga horária e pré-requisitos de conhecimento para efetuar a inscrição (JANSEN; SCHUWER, 2016).

No contexto da avaliação, a recomendação é definir uma estrutura de avaliação integrativa (QUILIANO-T.; RAMIREZ-H.; BARNIOL, 2019). É desejável avaliar se houve progresso do aluno durante o curso, ou seja, analisar possíveis melhorias em seu conhecimento ou em suas competências. O desempenho pode ser expresso como uma conquista dos objetivos, mudança de conhecimento ou atitude, notas ou desenvolvimento pessoal (QUILIANO-T.; RAMIREZ-H.; BARNIOL, 2019). Outro tipo de avaliação, sobre a satisfação dos participantes, é efetuada quando os mesmos finalizam o curso. Já a avaliação da conclusão do curso é realizada em 2 níveis: conclusão do total do curso e conclusão de cada módulo. Neste momento são coletadas informações para a evolução o curso.

A interatividade é a oportunidade dada a um aluno para interagir diretamente com os outros alunos e com os instrutores do curso. A interação entre os alunos é altamente recomendada, pois as discussões online os ajudam a desenvolver um senso de colaboração. Adicionalmente, a

interação entre o instrutor e os alunos serve para o envio de comunicados importantes e instruções gerais, por exemplo, sobre como participar de atividades de aprendizagem. Uma recomendação é identificar alunos que contribuem com conteúdo incorreto ou não relacionado aos tópicos do curso e removê-los do MOOC (ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014a).

Avaliar a participação dos alunos pode ser uma maneira de mitigar eventuais desistências. Segundo Duart *et al.* (2017), alunos que abandonam o curso interagem menos nos fóruns em comparação aos que os concluem. É recomendado avaliar se os alunos colaboram nos fóruns e exploram os recursos disponíveis do curso. Por fim, deve ser feita a análise do percentual dos alunos concluintes, que geralmente é realizada por meio da taxa de emissão de certificados.

Para a evolução do curso, a qualidade visa a garantia do seu aperfeiçoamento por meio da documentação e estudo dos problemas e soluções. É necessário manter um registro dos problemas e suas respectivas soluções em documentos que você compartilha com as diferentes partes interessadas (ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014a). Esses registros podem facilitar a implantação de novos cursos no futuro.

Cada um dos critérios é composto por subcritérios que são avaliados durante as etapas de planejamento, desenvolvimento, execução e evolução do curso. Entretanto, um mesmo critério de qualidade pode ser aplicado em diversas etapas do processo, conforme ilustrado na Figura 54.

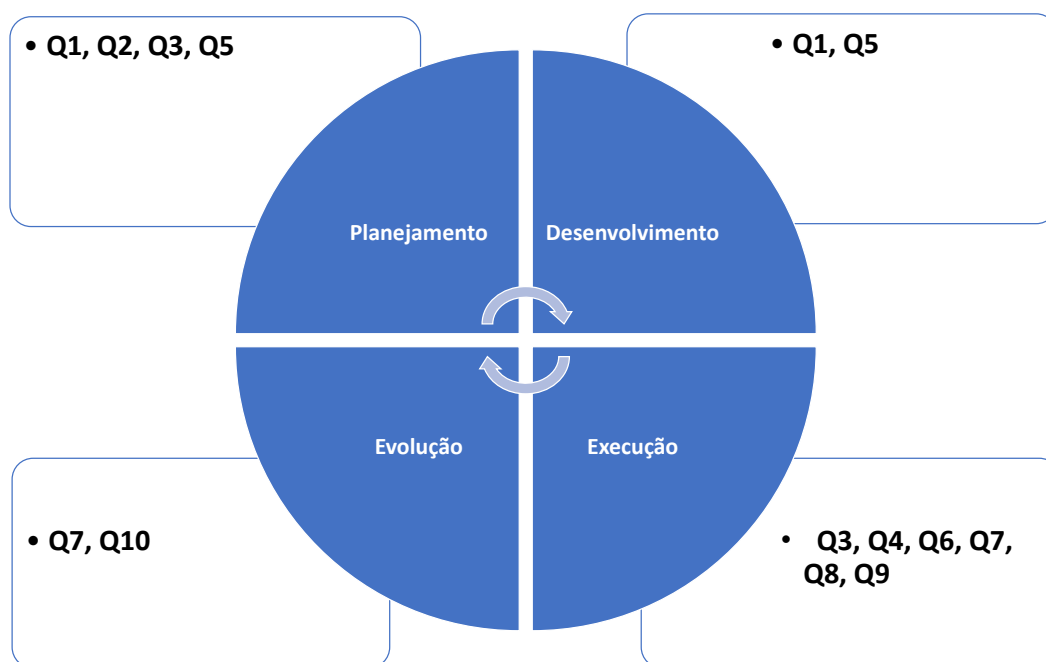


Figura 54 – Relação entre os critérios de qualidade e as fases do DD-SMOOC

Após a definição do modelo de qualidade, as estratégias adotadas para atender aos critérios estabelecidos durante a execução do DD-SMOOC são definidas. Para o apoio às atividades de controle de qualidade foram desenvolvidos artefatos como *checklists* e rubricas². A

² <https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1pu4Ei952kZYxFOs56oxhcLPd2-auKk_w>

seguir são descritos como os critérios de qualidade são aferidos durante a execução do processo.

- CQ1: Tecnológicos - são aplicados *checklists* e rubricas.
 - Plataforma: a verificação da conformidade entre os recursos da plataforma e as necessidades do curso ocorre por meio de um *checklist*.
 - Áudio e vídeo: a qualidade técnica das videoaulas é verificada com o apoio de rubricas.
- CQ2: Pedagógicos - as atividades de garantia de qualidade são apoiadas por rubricas e pela análise da proposta do curso.
 - Objetivos de aprendizagem: a verificação dos objetivos de aprendizagem é suportada por rubricas.
 - Metodologia: a análise dos critérios metodológicos aplicados no curso é sustentada por rubricas.
 - Flexibilidade: a possibilidade de aprendizagem no ritmo do aluno é verificada por meio da análise do estilo de curso adotado, informação encontrada no projeto do curso.
- CQ3: Motivacionais - o nível de motivação é verificado com o apoio de *checklists* e pelo acompanhamento das atividades executadas durante o curso.
 - Satisfação: o nível de satisfação dos participantes é verificado ao final do curso por meio de um *survey*.
 - Retenção: é verificado, com o auxílio de um *checklist*, se as estratégias para mitigar a evasão do curso estão sendo aplicadas durante a execução do curso.
 - Confiança: é verificado, com o auxílio de um *checklist*, se as estratégias para manter a confiança dos participantes são aplicadas durante a execução do curso.
 - Comprometimento: para mensurar o nível de comprometimento é feita a análise da taxa de execução das atividades propostas.
 - Certificação: a taxa de certificação do curso, ou da quantidade de alunos concluintes (caso não haja emissão de certificados), é analisada.
- CQ4: Usabilidade - os subcritérios para acessar as plataformas e mídias são avaliados por *surveys* realizados junto aos alunos.
 - Interface: a facilidade em acessar a plataforma e seus conteúdos é verificada por meio de *surveys* aplicados aos alunos.

- *Feedback*: a facilidade em utilizar recursos para receber fornecer *feedback* é verificada por meio de *surveys* aplicados aos alunos.
- Interação: a facilidade de interação entre os participantes é avaliada por meio de *surveys* aplicados aos alunos.
- CQ5: Conteúdo do Curso - os materiais do curso são avaliados com o apoio de rubricas.
 - Estrutura: a avaliação da estrutura do curso é feita com o auxílio de rubricas.
 - *Overview*: a avaliação da visão geral do curso é feita com o auxílio de rubricas.
 - Vídeos: os conteúdos dos vídeos são analisados com o auxílio de rubricas.
 - Corretude: a corretude do material do curso é avaliada com o apoio de rubricas.
 - Atualidade: a atualidade do conteúdo apresentado é avaliada com o apoio de rubricas.
 - Relevância: a relevância do curso é avaliada com o apoio de rubricas.
- CQ6: Suporte - a verificação dos meios de suporte aos usuários fornecidos pela plataforma é feita com o apoio de *checklists*.
 - Suporte técnico: a disponibilização de suporte técnico aos participantes é verificada com o auxílio de um *checklist*.
 - Suporte social: a disponibilização de suporte social aos participantes é verificada com o auxílio de um *checklist*.
- CQ7: Avaliação - as avaliações realizadas durante o curso são analisadas com o apoio de rubricas.
 - Competência: as avaliações propostas para verificar o desempenho e os resultados do participante são analisadas com o apoio de rubricas.
 - Satisfação: as avaliações propostas para verificar o grau de satisfação dos participantes são analisadas com o apoio de rubricas.
 - Objetivos do curso: a verificação da congruência das avaliações com os objetivos do curso é realizada com o apoio de rubricas.
- CQ8: Interatividade - a interação entre os envolvidos é feita com o apoio de rubricas.
 - Entre participantes: a avaliação da interação entre os alunos nos fóruns é feita com o auxílio de uma rubrica.
 - Participante / Instrutor: a avaliação da interação entre os instrutores e os alunos é feita com o apoio de uma rubrica.

- CQ9: Participação - a avaliação da participação do aluno no curso é apoiada por rubricas, *surveys* e por recursos da própria plataforma.
 - Colaboração em fóruns: a colaboração dos participantes nos fóruns é avaliada com o apoio de rubricas.
 - Realização de atividades: o acompanhamento de realização das atividades é feito por meio de recursos disponibilizados pela plataforma.
 - Conclusão: a análise da quantidade de participantes concluintes do curso é feita com o apoio de *surveys*.
- CQ10: Aperfeiçoamento - as diretrizes de qualidade indicam que fatores relacionados à evolução do curso são documentados em planilhas.
 - Registro de problemas: o registro dos problemas que surgem durante o curso é documentado em planilhas.
 - Registro de soluções: o registro das soluções para os problemas emergidos durante o curso é documentado em planilhas.

7.8 Considerações Finais

Neste capítulo, é apresentado um processo proposto para o desenvolvimento de MOOCs e SPOCs denominado DD-SMOOC (**D**esenvolvimento **D**istribuído para **S**POCs e **MOOCs**). O diferencial da proposta está na maneira em que a equipe de desenvolvimento é constituída, visando o desenvolvimento com menor esforço e instigando a comunidade para produzir e aplicar cursos na área.

Adicionalmente, é uma proposta que visa atender a produção tanto de MOOCs quanto de SPOCS, o que proporciona uma maior flexibilização para os envolvidos. Também são propostos indicadores de qualidade nas fases de planejamento, desenvolvimento, execução e evolução do curso. Por meio desses indicadores foram elaboradas rubricas e *checklists*, visando garantir a qualidade dos artefatos gerados durante o todo processo.

No próximo capítulo é apresentado um estudo de caso com intuito de validar a proposta aqui apresentada. O processo é instanciado com o planejamento, desenvolvimento, execução e evolução de um curso de Teste de Software na linguagem Python por uma equipe de professores e alunos voluntários.

DD-SMOOC: APLICAÇÃO NO DOMÍNIO DE TESTE DE SOFTWARE

8.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentado um estudo de caso envolvendo a aplicação do DD-SMOOC. A execução desse estudo visou prover meios para avaliar e revelar em quais pontos esta proposta de doutorado pode evoluir. O estudo de caso foi conduzido por meio do planejamento, desenvolvimento, evolução e execução de um curso introdutório de teste de software na linguagem *Python*. O objetivo geral foi investigar a aplicabilidade e eficácia da aplicação do DD-SMOOC no processo de criação de MOOCs e SPOCs.

O restante do capítulo está organizado como se segue: na Seção 8.2 é descrito um estudo de caso para avaliar as contribuições do processo DD-SMOOC, aplicando-o no desenvolvimento de um curso de teste de software. São descritos o planejamento, a preparação e coleta de dados, o desenvolvimento e a análise dos dados provenientes da condução do estudo de caso. Também são apresentadas a sumarização dos resultados. Na Seção 8.3 é descrito um experimento com a intenção de colher evidências que contribuam na validade da aplicação de SPOCs, desenvolvidos por meio do DD-SMOOC, no ensino de Teste de Software. As ameaças à validade são apresentadas na Seção 8.4. Por fim, na Seção 8.5, as considerações finais são fornecidas.

8.2 DD-SMOOC: aplicação de um estudo de caso

Estudos de caso são métodos de pesquisa observacionais, ou seja, são conduzidos pela observação de um projeto ou atividade em andamento. Estudos de caso são conduzidos para investigar uma única entidade ou fenômeno em seu contexto real, dentro de um espaço de tempo específico. Eles vêm de diferentes fontes de evidência, como documentação, registros de arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos, entre outros

(WOHLIN *et al.*, 2012).

Segundo Yin (2013) os estudos de caso são a estratégia selecionada quando perguntas “como” ou “por que” são propostas, quando o foco está em um fenômeno contemporâneo em algum contexto da vida real, quando o investigador tem pouco controle sobre os eventos e não é possível, ou difícil, manipular o comportamento dos indivíduos envolvidos no estudo.

Ao conduzir um estudo de caso, há cinco etapas principais do processo a serem seguidas:

1. Projeto do estudo de caso: os objetivos são definidos e o estudo de caso é planejado.
2. Preparação para coleta de dados: são definidos procedimentos e protocolos para coleta de dados.
3. Coleta de evidências: execução e coleta de dados do caso estudado.
4. Análise dos dados coletados: os dados coletados são analisados.
5. Redação de relatórios: ocorre a documentação do caso estudado.

8.2.1 Planejamento do estudo de caso

Efetuar um bom planejamento é crucial para o sucesso de um estudo de caso. Um plano para um estudo de caso deve conter a descrição do seu objetivo, ou seja, o que deve ser alcançado; as questões de pesquisa especificadas; a descrição do caso a ser estudado; os métodos e locais de coleta de dados descritos (WOHLIN *et al.*, 2012).

Inicialmente, o objetivo é formulado de uma maneira geral e vai evoluindo durante o estudo. Seus tipos podem variar entre o exploratório, descritivo ou explicativo. Neste trabalho foi desenvolvido um estudo exploratório que visa a descoberta do que está acontecendo, buscar novas ideias e gerar ideias e hipóteses para novas pesquisas (RUNESON; HÖST, 2009). Para este estudo de caso o objetivo geral foi investigar a aplicabilidade e as contribuições da aplicação do DD-SMOOC no desenvolvimento distribuído de MOOCs e SPOCs voltados ao ensino de Engenharia de Software.

As questões de pesquisa estabelecem o que é necessário saber para cumprir o objetivo do estudo (RUNESON; HÖST, 2009). A questão de pesquisa que motivou e guiou este trabalho foi: **como o desenvolvimento colaborativo e distribuído de MOOCs e SPOCs podem contribuir para o ensino de Engenharia de Software?** Nesse contexto, entende-se como desenvolvimento distribuído a constituição de grupos de colaboradores geograficamente distantes com o propósito de desenvolver MOOCs e SPOCs.

Yin (2013) distingue os estudos de caso entre holísticos, onde o caso é estudado como um todo, e estudos de caso incorporados, em que unidades de análise são estudadas em um caso. O estudo de caso descrito neste capítulo pode ser caracterizado como um estudo incorporado,

pois consistiu em investigar os efeitos da aplicação do DD-SMOOC no desenvolvimento de um curso de teste de software.

8.2.2 Preparação e coleta de dados

Várias fontes de dados podem ser usadas em um estudo de caso. É importante usar diferentes dados oriundos de diferentes origens para limitar os efeitos de uma interpretação de uma única fonte. Se a mesma conclusão puder ser extraída de várias fontes de informação, essa conclusão será mais forte do que uma conclusão baseada em uma única fonte (WOHLIN *et al.*, 2012).

A coleta de dados pode ser feita por diferentes métodos. No método direto, o pesquisador está em contato direto com os sujeitos e coleta dados em tempo real. Por exemplo, podem ser conduzidas entrevistas para a coleta. As perguntas da entrevista são baseadas no tópico de interesse no estudo de caso, ou seja, as perguntas são baseadas nas questões de pesquisa formuladas.

No método indireto, o pesquisador coleta diretamente os dados sem interagir com os sujeitos durante a coleta. Por exemplo, a coleta pode ser realizada por meio da instrumentação de ferramentas. Por fim, no método independente a análise é feita em artefatos já existentes, por exemplo, análise de documentação (RUNESON; HÖST, 2009).

Neste estudo de caso, distintos métodos indiretos de coleta de dados são aplicados, já que os participantes estavam geograficamente distantes. Os dados são coletados durante a instanciação das fases de planejamento, desenvolvimento, execução e evolução do DD-SMOOC, por meio da análise dos artefatos gerados durante o estudo, da aplicação de questionários aos alunos do curso, da aplicação das atividades de controle de qualidade e da observação durante as reuniões realizadas com os participantes, por exemplo, reuniões de planejamento e breves entrevistas.

8.2.3 Desenvolvimento do Curso 'Introdução ao Teste de Software em Python'

O curso de “Introdução ao Teste de Software em *Python*” foi projetado, desenvolvido e executado a partir das etapas propostas no DD-SMOOC. Os tópicos do curso são baseados no conteúdo do livro “Introdução ao Teste de Software” (DELAMARO; JINO; MALDONADO, 2007), enquanto que o seu desenvolvimento envolveu a participação de profissionais oriundos de diversas IES. A seguir, são apresentadas as fases e atividades envolvidas na criação do curso.

8.2.3.1 DD-SMOOC: Fase de Planejamento

Durante a fase de planejamento as etapas do DD-SMOOC são realizadas com o propósito, de ao seu término, gerar o projeto do curso. Ao término de cada etapa, foram empregados pontos

de controle, conforme é ilustrado na Figura 55. No decorrer desses pontos foram aferidos os artefatos produzidos, com o intuito de: (i) verificar se o processo estava sendo seguido; (ii) verificar a qualidade do artefato.



Figura 55 – Aplicação das atividades de controle de qualidade: fase de planejamento

Para essas verificações foram aplicadas, respectivamente, *checklists* e rubricas. As atividades foram desempenhadas por um time de revisores compostos por professores e alunos, que conduziram as atividades com o auxílio das rubricas. Com isso, esperou-se ter como resultado um projeto claro e conciso. Na Figura 56 é mostrado um exemplo de rubrica aplicada na fase de planejamento.

3. Modelo de Negócios

1. Classifique a descrição do modelo de negócios *

- Atende totalmente às expectativas: os custos de produção são claramente apresentados. Há a compreensão clara do fluxo de lucro do produto. Capaz de identificar questões relacionadas às finanças, tanto para custos quanto para receitas.
- Atendas às expectativas: os custos de produção são apresentados. Há a compreensão do fluxo de lucro do produto. Capaz de identificar a maioria dos problemas relacionados às finanças, tanto para custos quanto para receitas.
- Expectativas aproximadas: os custos de produção e/ou a compreensão do fluxo de lucro do produto são apresentados de maneira incompleta. Capaz de identificar a alguns dos problemas relacionados às finanças, tanto para custos quanto para receitas.
- Não atende às expectativas: os custos de produção e/ou a compreensão do fluxo de lucro do produto não são apresentados. Incapaz de identificar os problemas relacionados às finanças, tanto para custos quanto para receitas.

Figura 56 – Exemplo de rubrica aplicada na avaliação do modelo de negócio

Análise das Necessidades

Nos últimos anos, as empresas têm demonstrado maior interesse pelas atividades de teste de software, pois há a exigência que os softwares entregues atinjam os padrões de qualidade

impostos. A oferta de um curso de introdução de teste de software visa dar os primeiros passos para atender à carência de mão de obra qualificada no mercado de trabalho. Um bom profissional da área deve ter habilidades que os possibilitem aplicar técnicas de teste de software durante o seu processo de desenvolvimento. Há também a necessidade de atualização profissional dos testadores, com o aprendizado de novas ferramentas, técnicas e aplicações em diferentes domínios (DELAMARO; JINO; MALDONADO, 2007)

Python é uma linguagem de alto nível versátil com um grande número de bibliotecas e boa documentação. Atualmente, figura nas primeiras posições de rankings de linguagens de programação mais usadas em 2020 ^{1 2 3}. Sua versatilidade é reconhecida por meio de suas diversas aplicações, como desenvolvimento web, processamento de imagens, *data science* e *machine learning*. Outra tendência é a sua utilização em cursos introdutórios de programação em universidades pelo mundo afora. A combinação entre as atividades de teste e a linguagem *Python* visa apresentar aos participantes técnicas de como realizar o teste de códigos escritos nessa linguagem.

Análise do Tempo

Inicialmente, o tempo disponível para o desenvolvimento do curso era de 8 semanas, tempo que seria despendido para o planejamento do curso como um todo, elaboração e validação do conteúdo dos seus módulos. Entretanto, o tempo gasto foi superior ao previsto. O desenvolvimento do curso foi afetado pelos efeitos da pandemia de COVID-19, pois os envolvidos encontraram limitações de tempo e disponibilidade para exercer as funções atribuídas. Portanto, foi necessário estender esse tempo para conciliar agendas e atender a disponibilidade dos integrantes do projeto.

Modelo de Negócios

Este projeto visa à disseminação do conhecimento, por isso o curso foi ofertado de uma maneira aberta e gratuita, não havendo cobrança de quaisquer tipos de taxas dos participantes. Com a Educação Aberta é possível disponibilizar novos conhecimentos para todas as pessoas, incluindo aquelas que não podem custear por isso. Dessa maneira, as barreiras de acesso ao conhecimento e às oportunidades educacionais em todo o mundo são removidas, podendo atuar como um fator de transformação social.

Em relação aos custos de produção, não foi necessária a compra de equipamentos (hardware e software), pagamento de licenças ou pagamento de recursos humanos, pois o trabalho de produção do material do curso foi realizado por professores voluntários que já disponibilizavam dos equipamentos. O curso também foi hospedado em uma plataforma de

¹ <https://towardsdatascience.com/top-10-in-demand-programming-languages-to-learn-in-2020-4462eb7d8d3e>

² <https://www.cleveroad.com/blog/programming-languages-ranking>

³ <https://www.computer.org/publications/tech-news/trends/programming-languages-you-should-learn-in-2020>

maneira gratuita. Em suma, não houve custos de produção para o desenvolvimento do curso.

Definição da Metodologia de Desenvolvimento

A metodologia adotada no desenvolvimento do curso foi a incremental, em que a estratégia de planejamento é dividida em etapas. Nessa abordagem, o produto é segmentado em várias partes, que são desenvolvidas em paralelo. Após o término do desenvolvimento de cada uma das partes, elas são integradas, gerando o produto final. O conteúdo do curso é dividido em módulos que, por sua vez, são subdivididos em tópicos, conforme é ilustrado na Figura 57. Em linhas gerais, os módulos são planejados, desenvolvidos e testados em paralelo. Depois de concluídos, os módulos são integrados para compor o curso.



Figura 57 – Abstração do modelo de desenvolvimento incremental

Este projeto visa a formação de comunidades para o desenvolvimento distribuído de MOOCs e SPOCs. A comunidade é composta por alunos e professores voluntários e especialistas no tema do curso. A partir da composição da comunidade, foi formada uma equipe de desenvolvimento (preparação de videoaulas, atividades avaliativas, revisões etc.) para cada um dos módulos, que foram elaborados paralelamente.

Recursos

A criação de um MOOC exige recursos humanos, intelectuais, e materiais, como computadores, microfones, câmeras e de uma boa escolha da plataforma onde o curso é hospedado, pois é um componente essencial para o sucesso do curso. Como já citado anteriormente, o diferencial desta proposta está na metodologia empregada, em particular em como a equipe de desenvolvimento é formada – a formação de comunidades.

Após a definição do tema, professores foram convidados a participar do projeto. As suas contribuições poderiam ser feitas por meio do fornecimento de recursos educacionais abertos que

poderiam ser adaptados como material didático para o curso, ou na criação de novos materiais para o curso. A equipe formada por professores foi responsável pela criação do material didático do curso, como videoaulas, atividades avaliativas e pelo controle de qualidade. O material produzido foi submetido por revisões em que parte da equipe avaliou se o mesmo atende aos critérios de qualidade.

Alunos também fizeram parte dos recursos humanos necessários para o desenvolvimento do curso. Especificamente, participam da etapa de controle de qualidade, verificando se o material é de fácil entendimento, e identificando possíveis dificuldades no entendimento das atividades avaliativas.

Todo o material disponibilizado no curso deve ser identificado por uma licença de direitos autorais. Um possível problema poderia ter sido a variação entre as licenças, pois como o material foi produzido por diferentes equipes, cada equipe foi responsável por estipular a licença do material que faz parte do curso. Entretanto, ao lançar o curso na plataforma existe a possibilidade de definir a questão dos direitos autorais de maneira automática. Para a produção das videoaulas e demais materiais do curso, como apresentações e atividades de avaliação, foram necessários computadores/notebooks. Para a produção de vídeos foram utilizados câmeras, microfones e ferramentas, preferencialmente *open source*, para a edição de vídeos.

A escolha das ferramentas para a produção de videoaulas ficou a critério do colaborador. Caso a técnica adotada para a gravação das videoaulas fosse a *screencast* (captura de tela), não seriam necessárias câmeras; caso contrário, seria necessário um ambiente para a gravação de vídeos com câmeras, iluminação adequada e redução de ruídos. Para os demais materiais, como atividades avaliativas, figuras etc., foram utilizados recursos como editores de texto e programas para criação, edição e exibição de apresentações gráficas.

A escolha da plataforma do curso, a *Udemy*, foi feita a partir dos resultados de um projeto de iniciação científica realizado paralelamente ao desenvolvimento deste projeto. Segundo a própria plataforma, é o *marketplace* líder global com 30 milhões de alunos, 100 mil cursos, 42 mil instrutores e mais de 50 idiomas (números de abril de 2020).

Na plataforma qualquer pessoa pode se tornar instrutor e disponibilizar um curso online. O processo de disponibilização do curso conta com um controle de qualidade e requisitos, necessitando de aprovação para ser disponibilizado ao público. A estrutura do curso possui requisitos mínimos: ter pelo menos 5 aulas, todas as aulas devem somar no mínimo 30 minutos de vídeo no total, a página inicial do curso deve conter uma imagem de alta qualidade (mínimo de 2048 x 1152 pixels), título e subtítulo do curso contendo palavras-chave e importantes, uma breve e honesta descrição do curso. Os objetivos do curso, público-alvo e requisitos devem ser claros. Também é obrigatório uma biografia completa e confiável juntamente com uma foto de perfil do instrutor.

A apresentação do curso deve conter informações sobre quais habilidades serão apren-

didadas, qual o público-alvo, que tipo de experiência será proporcionada e o que será abordado nas aulas. Estes requisitos são referentes ao *marketing* do curso, afim de gerar uma visibilidade atrativa aos estudantes. As atividades práticas da plataforma são no formato de *quizzes*, que o aluno recebe um *feedback* instantâneo dos acertos. Essas atividades são inseridas para a fixação do conteúdo abordado dentro da seção designada.

Outros recursos podem ser utilizados na plataforma, ou seja, arquivos de quaisquer tipos poderão ser disponibilizados para download. Entretanto arquivos HTML, JS, etc. deverão estar compactados (com exceção de arquivos *Python* e *Ruby*) em um arquivo .ZIP com tamanho máximo de 1GB, para quaisquer arquivos.

Como tecnologias complementares houve a criação de uma página do curso na rede social *Facebook*, utilizada para apoiar a divulgação e a interação entre os participantes do curso. Também houve a utilização da ferramenta *Discord*, que suporta recursos de texto baseados em bate-papo e de envio de mensagens de voz, proporcionando uma comunicação dinâmica entre os participantes. Como a plataforma escolhida fornece os recursos necessários para a execução do curso, não foi preciso desenvolver outras tecnologias.

Proposta do Curso

A proposta do curso deve conter a definição do público-alvo e a descrição dos pré-requisitos necessários ou desejáveis para o aluno ser capaz de acompanhar o curso. A estrutura do curso é apresentada, com a definição de seu conteúdo, suas abordagens pedagógicas e métodos de avaliação. A seguir são descritos tópicos referentes à proposta do curso.

O estabelecimento de pré-requisitos é um fator importante no combate à evasão, pois a tendência é que o aluno abandone o curso em que não possui o conhecimento prévio suficiente. Para este curso, esperou-se dos participantes conhecimentos básicos em qualquer linguagem de programação. Entretanto, foram desejáveis conhecimentos específicos na linguagem *Python*.

O curso almejou atender diferentes públicos, como alunos de graduação e pós-graduação, profissionais da indústria e professores. O curso não foi limitado apenas a alunos de cursos de Sistemas de Informação, Ciência da Computação e áreas afins, basta que o aluno atenda aos pré-requisitos necessários para poder efetuar a inscrição.

A combinação entre as atividades de teste e a linguagem *Python* visou apresentar aos iniciantes em programação técnicas em como testar seus primeiros programas. Por outro lado, profissionais da indústria também puderam se beneficiar, pois foi apresentada uma visão geral de técnicas de teste de software, além da utilização de ferramentas específicas para este fim.

Em relação às estratégias motivacionais, elementos de gamificação podem ser utilizados. Por exemplo, podem ser inseridos conceitos de níveis; ao concluir os módulos e atividades, o participante vai atingindo diferentes níveis até alcançar o nível almejado. Com isso, o aluno pode verificar o seu progresso rumo ao domínio do que o curso propõe. Para esse curso também foram planejadas atividades de avaliação gamificadas.

Além disso, a emissão de certificados para os participantes, que concluírem as atividades e participarem dos fóruns de discussão, pode ser um elemento que os motive a participar e concluir o curso. Os fóruns também podem ser utilizados como um fator motivacional, utilizando estratégias como a postagem e premiação de desafios, esclarecimentos de dúvidas ou instigando a socialização entre os participantes.

Como metas e resultados, o curso almejou oferecer uma visão geral da área de Verificação, Validação e Teste de Software - VV&T. Após seu término, espera-se que os participantes sejam capazes de projetar e executar casos de teste fundamentados por técnicas e critérios adequados e com o auxílio de ferramentas de automação associadas à técnica escolhida. Espera-se que os participantes sejam aptos a empregar técnicas de TDD, teste funcional, estrutural e de mutação.

A principal abordagem pedagógica na qual o curso está fundamentado é o conectivismo, em que são fundamentais a troca de experiência e a interação entre os participantes. Neste processo de aprendizagem os alunos são instigados a criar perguntas sobre um tópico específico e compartilhá-las com outras pessoas, que podem comentar e avaliar essas perguntas, além de criar novos questionamentos. Há ainda o ensino transmissivo, que é aplicado por meio do acesso individual às videoaulas, no qual o aluno tem o controle do seu próprio ritmo de aprendizado.

O tempo previsto para o término do curso é de 5 semanas, com o seu conteúdo programático dividido em 5 módulos principais, subdivididos por tópicos. Os módulos abordam conceitos gerais e terminologias de teste de software, TDD (Desenvolvimento Orientado por Testes - *Test Driven Development*), conceitos de teste funcional, estrutural e de mutação, tendências de teste de software e o uso de ferramentas para automatização. A estrutura do curso é apresentada na Figura 58; cada módulo pode ser composto por segmentos que podem ser categorizados em conteúdo, avaliação e comunicação.

O conteúdo abrange quais recursos estão presentes em cada módulo, como videoaulas, textos de apoio e artigos. No segmento de avaliação é encontrado o conjunto de atividades avaliativas; enquanto que no segmento de comunicação são dispostos os meios nos quais as interações entre os participantes, ou entre os participantes e os instrutores, são promovidas.

O número de participantes do MOOC inviabiliza aplicar a avaliação de uma maneira individual. Portanto foram concebidas avaliações automatizadas (*quizzes*) e avaliações aos pares, com a disponibilização de gabaritos com a resolução dos exercícios de fixação propostos para que o aluno possa realizar a autoavaliação.

Definição das Estratégias de Divulgação

A divulgação é uma etapa que almeja a realização de novas inscrições no curso. Para isso, o curso deve ser divulgado de uma maneira que instigue os alunos a participar do curso. Dentre as estratégias de divulgação usadas estão a divulgação por meio de redes sociais, das webpages das universidades participantes e listas de e-mail.

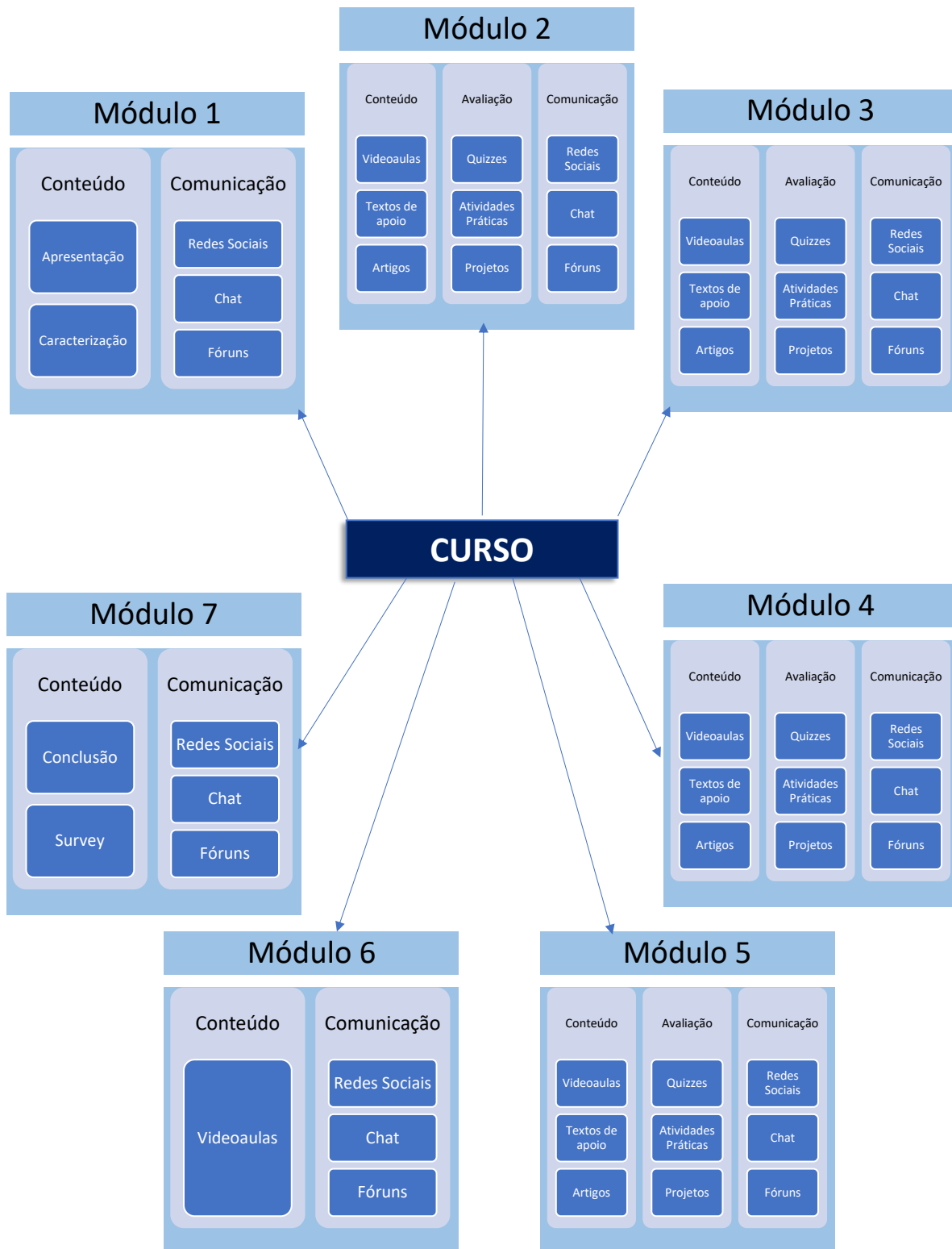


Figura 58 – Estrutura do curso “Introdução ao Teste de Software em *Python*”

8.2.3.2 Fase de Desenvolvimento

De uma maneira geral, na fase de desenvolvimento ocorreram as etapas de produção do material do curso. Inicialmente, a descrição geral do curso foi concebida, assim como a configuração da ferramenta *Discord*⁴ e a criação de uma página na rede social *Facebook*⁵. Ao final de cada etapa também foram estabelecidos pontos de controle, com o mesmo propósito da fase de planejamento. Na Figura 59 é exibida a linha do tempo das atividades de qualidade empregadas nessa fase.

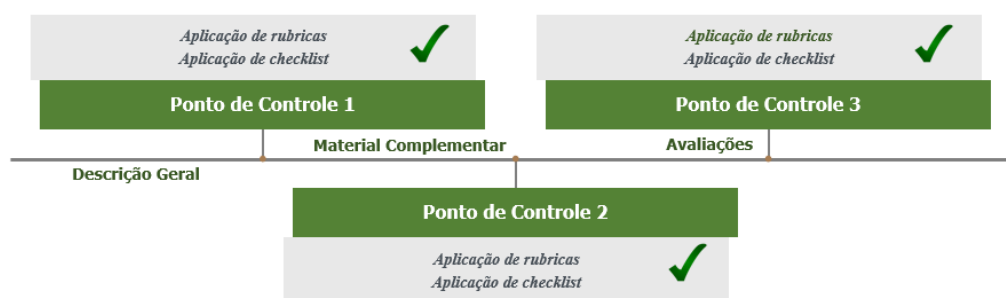


Figura 59 – Aplicação das atividades de controle de qualidade: fase de desenvolvimento

O material do curso (videoaulas, textos de apoio, exercícios, avaliações) foram produzidos pela equipe formada na fase anterior, na etapa de definição de recursos humanos. Ao término de cada módulo, também foram estipulados pontos de controle, ilustrados na Figura 60. Esses pontos são momentos nos quais foi efetuada a validação do material produzido por um time de revisores, composto por professores e alunos.

Dentre as atividades de revisão realizadas pelos professores, estão a verificação da correção dos conceitos abordados e das atividades avaliativas. Por outro lado, o papel desempenhado pelos alunos é verificar se os conceitos apresentados e os enunciados das atividades de avaliação são de fácil entendimento. Para isso, foram produzidas rubricas para auxiliar no processo de revisão e, conseqüentemente, no controle de qualidade.

Ao final da fase de desenvolvimento, foram produzidos conteúdos para os 7 módulos do curso. Esse conteúdo é composto por videoaulas, textos de apoio, artigos, exercícios práticos, avaliações automatizadas e exercícios gamificados. Esse conteúdo foi hospedado na plataforma Udemy e é de fácil navegação. Na Figura 61 é apresentada a interface do curso: na área lateral o conteúdo pode ser acessado e visualizado na área central.

Inicialmente, no módulo 1 é disponibilizado um formulário de caracterização aos participantes e um vídeo de apresentação do curso. O módulo 2 aborda conceitos básicos de teste, terminologia e TDD. Conceitos de teste funcional e estrutural são apresentados nos módulos 3 e 4, respectivamente. No módulo 5 são exibidos conceitos de teste de mutação e uma aplicação

⁴ <https://discord.com/>

⁵ <https://www.facebook.com/MOOCs-Computao-Brasil-110139507486881/>

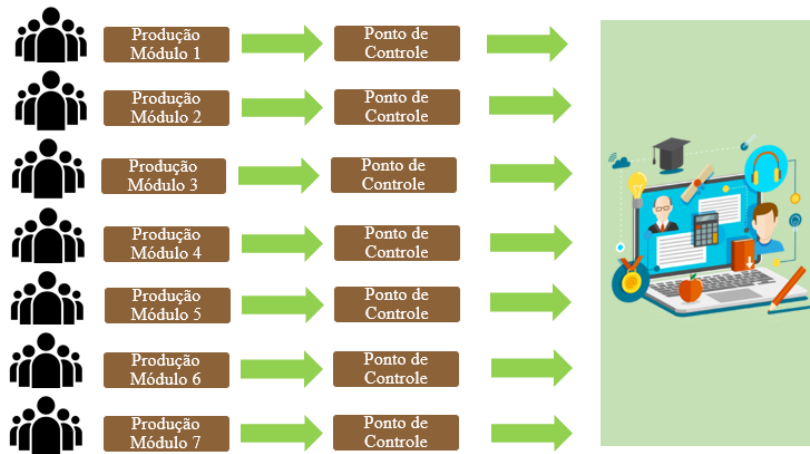


Figura 60 – Aplicação das atividades de controle de qualidade: desenvolvimento dos módulos



Figura 61 – Interface do curso

na ferramenta *MutPy*. Já o módulo 6, tem como propósito fazer um link entre a indústria e a academia, com a apresentação do perfil do profissional de teste e de novas tendências no teste de software. Por fim, no módulo 7 há a conclusão do curso. Ao final de cada módulo são propostos avaliações e exercícios práticos. A seguir a estrutura do curso é apresentada.

- Módulo 1: Boas Vindas
 - Tópico 1: apresentação do curso;
 - Tópico 2: apresentação do aluno;

- Módulo 2: Introdução ao Teste de Software
 - Tópico 1: definição e motivação;
 - Tópico 2: terminologia;
 - Tópico 3: desafios do teste de software;

- Tópico 4: projeto de casos de teste;
 - Tópico 5: fases do teste;
 - Tópico 6: tipos de teste;
 - Tópico 7: conceitos básicos de TDD
- Módulo 3: Teste Funcional
 - Tópico 1: definição, vantagens e desvantagens;
 - Tópico 2: critério de particionamento;
 - Tópico 3: critério de particionamento - exemplo de aplicação;
 - Tópico 4: critério de análise do valor limite;
 - Tópico 5: critério de tabela de decisão;
 - Tópico 6: critério de tabela de decisão - exemplo de aplicação;
 - Tópico 7: ferramenta *pytest*.
- Módulo 4: Teste Estrutural
 - Tópico 1: definição, vantagens e desvantagens;
 - Tópico 2: critérios de fluxo de controle;
 - Tópico 3: níveis de cobertura;
 - Tópico 4: teste do caminho básico;
 - Tópico 5: critério de fluxo de dados;
 - Tópico 6: ferramenta *pytest-cov*.
- Módulo 5: Teste Baseado em Defeitos
 - Tópico 1: teste de mutação;
 - Tópico 2: operadores de mutação;
 - Tópico 3: ferramenta *MutPy*;
- Módulo 6: O Teste de Software e a Indústria
 - Tópico 1: o perfil do profissional de teste de software;
 - Tópico 2: a inteligência artificial aplicada no teste de software;
- Módulo 7: Conclusão
 - Tópico 1: considerações finais;
 - Tópico 2: pesquisa de satisfação;

8.2.3.3 Fase de Execução

Após a fase de desenvolvimento, todo o material produzido foi lançado na plataforma. Porém, antes da abertura das inscrições houve um período de testes das aulas em seu ambiente final. Itens como as videoaulas e a navegabilidade do curso foram apurados durante o processo de avaliação.

A primeira oferta do curso se deu como SPOC, dessa maneira convites foram enviados a um grupo privado de 8 alunos. Durante a execução do SPOC, os alunos eram instruídos a acessar o conteúdo de cada módulo e assistir às videoaulas, responder às avaliações automatizadas (*quizzes*) e resolver os exercícios propostos. Em caso de dúvidas, a instrução foi de, inicialmente, postar a dúvida nos fóruns. Com isso, esperou-se promover uma discussão inicial e incitar a participação dos alunos no curso.

Exercícios de fixação gamificados também foram empregados no SPOC⁶. Esses exercícios foram desenvolvidos em conjunto com um trabalho de iniciação científica. Inicialmente, foi elaborado um banco de questões de teste de software extraídas de provas de concursos públicos e exames, como o ENADE e o POSCOMP. A partir das questões, foram desenvolvidas estratégias para inserir elementos de gamificação nas questões de fixação de conhecimento, como *badges*, placares, pontos, desafios e *social networking*. O intuito foi elevar os fatores motivacionais dos alunos ao fazer o curso. Na Figura 62 é mostrado parte de um *quiz* gamificado.

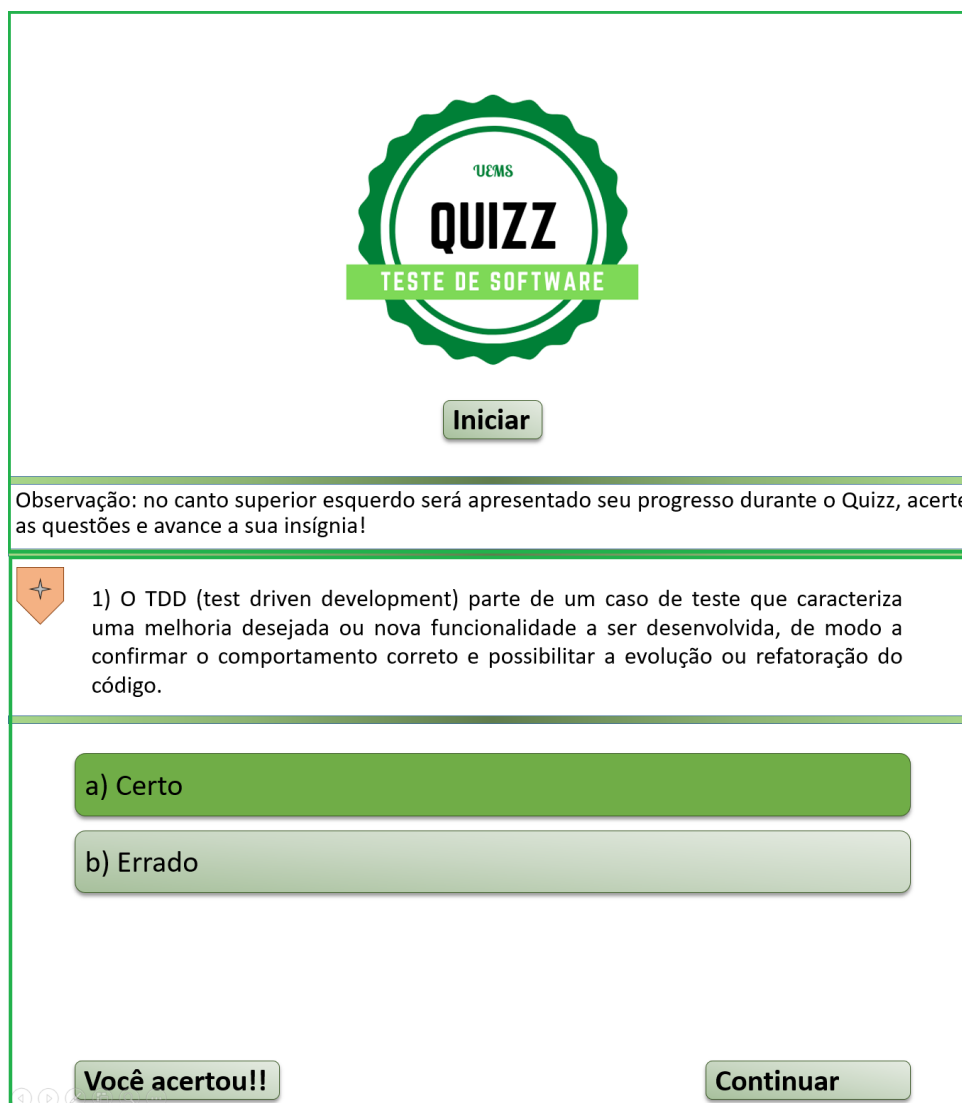
Devido aos efeitos da pandemia do COVID-19, não foi possível promover encontros presenciais visando à complementação do SPOC. Em substituição desses encontros, ao término de cada módulo, foram realizadas reuniões virtuais para o esclarecimento de eventuais dúvidas, enfatizar os conceitos mais importantes e promover discussões sobre os temas abordados.

A segunda oferta do curso ocorreu por meio de um MOOC. Dessa vez, a inscrição não ocorreu por meio de convites, ou seja, qualquer aluno poderia participar do curso. A execução ocorreu de maneira similar ao SPOC, os alunos foram instruídos a acessar o conteúdo de cada módulo e assistir às videoaulas, responder às avaliações automatizadas (*quizzes*) e resolver os exercícios propostos. Entretanto, devido ao número de participantes não foi possível ofertar o acompanhamento da execução das atividades. Por isso os alunos foram incentivados a utilizar os fóruns e grupos, além de utilizar os gabaritos e as possíveis resoluções dos exercícios para a promoção da auto avaliação.

8.2.3.4 Fase de Evolução

Devido ao fato de o curso ser ofertado de maneira contínua, a fase de evolução ocorreu paralelamente à sua execução. Como fontes de dados foram usadas as postagens nos fóruns e redes sociais, os formulários de avaliação disponibilizados ao final de cada módulo. Adici-

⁶ <<https://drive.google.com/drive/folders/1jO4Gf-Pusi9MEOrWRYF4vXZdt4Zz4IBP?usp=sharing>>

Figura 62 – Exemplo de *quizz* gamificado

onalmente, para complementar a análise visando a melhoria do curso foram extraídos dados procedentes da observação da execução do SPOC.

Tendo como base os dados extraídos da execução foi possível analisar os pontos em que o curso pode evoluir. Também foi possível fazer uma análise secundária para discutir em quais aspectos o DD-SMOOC pode ser aprimorado, ou seja, quais etapas ou atividades que devem ser alteradas e que impactam em um melhor resultado final do curso. Na próxima subseção essa discussão é apresentada.

8.2.4 Análise dos dados

O objetivo básico da análise dos dados é obter conclusões a partir dos dados coletados, mantendo uma cadeia de evidências em que o leitor deve ser capaz de acompanhar a obtenção dos resultados e conclusões (YIN, 2013). A análise deve ser realizada paralelamente à coleta de dados, uma vez que a abordagem é flexível e que novas percepções são encontradas durante a

análise (WOHLIN *et al.*, 2012).

Existem duas técnicas diferentes na análise de dados qualitativos: técnicas de geração de hipóteses e técnicas de confirmação de hipóteses. Tais técnicas são usadas em estudos de caso exploratórios e explicativos, respectivamente (ROBSON, 2011). A técnica de geração de hipóteses visa encontrar hipóteses a partir da análise dos dados coletados. A recomendação é que ao usar esse tipo de técnica, poucas hipóteses sejam definidas antes da análise ser efetuada. Em vez disso, o pesquisador deve tentar ser imparcial e aberto a quaisquer hipóteses encontradas nos dados (Seaman, 1999).

Em estudos exploratórios, a análise dos dados qualitativos é realizada em uma série de etapas. Primeiro, os dados são codificados, o que significa que partes do texto podem receber um código que representa um determinado tema, área, construção etc. Assim, o pesquisador pode pesquisar o material para identificar um primeiro conjunto de hipóteses. Neste processo iterativo, a coleta e análise de dados são realizadas em paralelo para que um conjunto de generalizações pode ser formulado, resultando no resultado final da pesquisa (WOHLIN *et al.*, 2012).

8.2.4.1 *Análise dos dados coletados da observação*

Os dados apresentados nessa subseção foram extraídos a partir da observação da execução do DD-SMOOC, especialmente de sua fase de desenvolvimento. Para buscar reduzir o viés da pesquisa, a análise foi conduzida durante a produção de cada módulo do curso, proporcionando análises independentes. É importante ressaltar que a execução do processo foi apurada por meio de *checklists*, garantindo que os artefatos gerados são resultantes da sua instanciação.

A primeira observação constatada foi a dificuldade na produção de videoaulas, pois os professores colaboradores possuíam pouca, ou nenhuma experiência, em gravar suas aulas. Esse obstáculo se manifestou na utilização de ferramentas de gravação de vídeos e na captação de bom áudio. Em alguns casos, houve a necessidade de regravar a videoaula por problemas de áudio não solucionados na etapa de edição.

Outra dificuldade observada e relacionada à produção das videoaulas foi a falta de familiaridade em como se portar na gravação, apresentando problemas como entonação de voz. Segundo observações realizadas em reuniões com os participantes: “*gravar uma videoaula é totalmente diferente do que ministrar uma aula presencial*”, “*foram necessárias várias tentativas até produzir a versão final do vídeo*”; “*houve muitos erros ao gravar a aula*”. Também houve casos nos quais convites foram recusados por timidez ou falta de segurança em gravar uma aula.

No início da comunicação com os participantes existiu uma certa dificuldade no entendimento sobre qual seria o escopo da aula. Outra dúvida revelada durante as reuniões está relacionada ao nível de profundidade no qual os conceitos deveriam ser abordados nas aulas, ou seja, definir o que seria necessário para atender o público alvo do curso.

Outro problema observado foram os atrasos na entrega do material do curso devido à

Tabela 23 – Síntese das observações realizadas

Observação	Descrição
O1: dificuldades na produção de videoaulas	Participante apresentou dúvidas em como produzir videoaulas [M1, M2, M3, M4, M5, M6].
O2: falta de familiaridade em gravar videoaulas	Participante era pouco habituado em gravar videoaulas [M2, M3, M4, M5, M6].
O3: tempo escasso	Participante estava com o tempo escasso, ocasionando atraso na entrega dos artefatos [M2, M3, M4, M5, M6].
O4: compartilhamento de informações e discussões de ideias	Discussões foram promovidas sobre o conteúdo dos módulos [M1- M7]
O5: qualidade do material	O material produzido atendeu aos critérios de qualidade [M1 - M7].
O6: tempo de desenvolvimento	O tempo de desenvolvimento foi menor em relação à uma única equipe [M1-M7].
O7: esforço no desenvolvimento	O esforço no desenvolvimento foi menor em relação à uma única equipe [M1-M7].
O8: formação de redes de colaboração	Redes de colaboração foram formadas visando o desenvolvimento do curso [M1-M7].
O9: comunicação eficaz	A comunicação, proporcionada por ferramentas e serviços de videoconferência, entre os participantes foi eficaz [M1-M7].
O10: disseminação do conhecimento	Conhecimento foi difundido por meio da produção e postagem dos módulos do curso [M1-M7].
O11: homogeneização de conceitos	Conceitos de teste de software foram homogeneizados [M1-M7].

falta de disponibilidade dos participantes. Alguns chegaram a recusar o convite de participação no projeto, pois não disponibilizam de tempo suficiente para produzir as videoaulas.

Os pontos positivos observados incluem a excelente comunicação entre os planejadores/coordenadores e os demais participantes, proporcionada por softwares e serviços de comunicação por videoconferência como o *Zoom*⁷, o *Google Meet*⁸ e o *Skype*⁹. Com isso, foi possível promover discussões produtivas e o compartilhamento de ideias sobre o projeto.

A aplicação dos conhecimentos de teste de software na linguagem *Python*, prática que ainda é pouco aplicada no seu ensino, foi apontada como uma oportunidade de crescimento profissional para os colaboradores. Em alguns casos os colaboradores sentiram a necessidade de aprender/rever conceitos da linguagem para produzir a aula.

Por fim, os participantes demonstraram entusiasmo com a possibilidade de participar de um projeto que inclui a colaboração de profissionais provenientes de várias instituições de ensino. Na Tabela 23 é apresentado o resumo das observações realizadas durante o desenvolvimento do curso, na descrição é indicado o módulo em que ocorreu a observação (M1 - módulo 1, M2 - módulo 2, e assim sucessivamente).

No início da execução do SPOC os alunos não demonstraram dificuldades em realizar o cadastro na plataforma onde o curso está hospedado. Por se tratar de uma plataforma popular, a grande maioria dos alunos já realizavam outros cursos na plataforma. Dessa maneira, apenas foi preciso efetuar a inscrição no curso, o que ocorreu sem problemas. O acesso ao material do curso e aos formulários de avaliação transcorreram de modo natural. Entretanto, a adesão aos fóruns

⁷ <https://zoom.us/jt-pt-meetings.html>

⁸ <https://meet.google.com/>

⁹ <https://www.skype.com/jt-br/>

foi limitada; por se tratar de uma turma de 12 alunos, os mesmos optaram por formar grupos no aplicativo *WhatsApp* para interagir entre si. A justificativa é de que o aplicativo proporciona uma comunicação mais rápida e prática.

8.2.4.2 *Análise dos dados coletados de entrevistas*

Sessões de entrevistas foram conduzidas com 12 participantes, de acordo com as 3 categorias de colaboração: planejador, revisor e desenvolvedor. Essas entrevistas foram conduzidas sob duas perspectivas, a da experiência do colaborador (EC) e a de formação de comunidades (FC), seguindo os roteiros apresentados a seguir:

- Perfil: planejador

1. Você pode dizer quais dificuldades você enfrentou durante o planejamento do curso? (EC)
2. Quais mecanismos você proporia para reduzir essas dificuldades? (EC)
3. Qual é o perfil esperado de um colaborador (habilidades, ferramentas que precisa saber, comprometimento, tipos de questões que o colaborador deve levar em consideração)? (EC)
4. Você continuaria a contribuir na evolução do curso (melhorias/novos módulos)? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
5. Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
6. Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
7. Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira (atividades de pesquisa, extensão, outros projetos etc.)? (FC)
8. Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos? (FC)

- Perfil: desenvolvedor de material

1. Você pode dizer quais dificuldades você enfrentou durante o desenvolvimento do material? (EC)

2. Quais mecanismos você proporia para reduzir essas dificuldades? (EC)
 3. Quais são as atividades nas quais o desenvolvedor necessita de suporte? (EC)
 4. Você acha que a sua participação trouxe contribuição no resultado final do curso? Por qual motivo? (EC)
 5. Você continuaria a contribuir na evolução do curso (melhorias/novos módulos)? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
 6. Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
 7. Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
 8. Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira (atividades de pesquisa, extensão, outros projetos etc.)? (FC)
 9. Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos? (FC)
- Perfil: revisor
 1. Você pode dizer quais dificuldades você enfrentou durante a revisão do material? (EC)
 2. Quais mecanismos você proporia para amenizar essas dificuldades? (EC)
 3. As rubricas te auxiliaram na revisão do material? De qual maneira? (EC)
 4. Você acha que a sua participação trouxe contribuição no resultado final do curso? Por qual motivo? (EC)
 5. Você continuaria a contribuir na evolução do curso (melhorias/novos módulos)? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
 6. Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)

7. Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira (gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido)? (FC)
8. Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira (atividades de pesquisa, extensão, outros projetos etc.)? (FC)
9. Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos? (FC)

A principal dificuldade encontrada pelos planejadores foi a definição do escopo do curso. Inicialmente, o curso seria composto de uma quantidade maior de módulos, como teste em dispositivos móveis. Entretanto, como se trata de um curso introdutório, a proposta foi inserir tais temas como tópicos de uma aula do último módulo. Não houve maiores dificuldades no planejamento, pois como já havia um material base para o curso, o trabalho de planejamento foi focado na estrutura e adaptação desse material para atender as necessidades definidas. Entretanto, de acordo com os planejadores: *“a decomposição do curso em aulas curtas, que não sejam maçantes aos alunos é um desafio no planejamento”* – P_01.

Segundo os planejadores, os mecanismos que poderiam ser adotados para reduzir a dificuldade em definir o escopo do curso são: visitar o objetivo geral do curso; dividir o objetivo geral em partes menores; elencar os tópicos abordados no curso que irão atender ao conjunto de objetivos e dividir o curso em módulos. A estruturação do curso em módulos proporciona uma melhor visão do escopo do curso, facilitando o processo de análise e de eventuais mudanças.

Por fim, segundo o ponto de vista dos planejadores, o perfil esperado de um colaborador é de uma pessoa comprometida com o projeto e que apresente habilidades no uso das ferramentas de gravação das videoaulas, domínio do assunto da aula e que seja claro nas explicações, apresentando boa oratória. O colaborador deve levar em consideração a quantidade de tópicos abordados na aula, o tempo da videoaula, a qualidade do vídeo e demais recursos multimídia, como microfones.

Podem ser consideradas como habilidades desejáveis, porém não obrigatórias, o conhecimento na utilização de ferramentas que permitam aulas interativas, como *quizzes online*, caneta interativa e desenhos empregados no apoio à explicação, o que pode tornar as aulas mais atrativas. Porém, professores que não possuem o hábito de gravar videoaulas, dificilmente dispõem de tais recursos.

A respeito da formação de comunidades, os planejadores continuariam a contribuir na evolução do curso, com a gravação de aulas, elaboração de exercícios, elaboração de atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático e revisão

do material produzido. Também estão dispostos a contribuir em novos projetos na área da Engenharia de Software e de outras áreas da Computação das mesmas maneiras já citadas.

As entrevistas sobre as atividades de produção de material didático foram conduzidas com os colaboradores compostos por professores; a síntese das respostas pode ser observada na Figura 63. As maiores dificuldades estão relacionadas com a produção de videoaulas, como a manipulação das ferramentas necessárias, a seleção dos horários de gravação para evitar ruídos e a falta de familiaridade com a gravação de videoaulas.

Outra dificuldade citada foi o planejamento de como seria a aula. Os desenvolvedores tiveram acesso ao plano da aula com o tema e os tópicos, porém alguns apresentaram contratempos em definir o que produzir para aquela aula. A falta de parâmetro com os outros módulos também foi mencionada: “*não tinha como ter acesso ao material que os outros colaboradores estavam fazendo e não tinha como saber em detalhes o que estava sendo incluído nos outros tópicos.*” A falta de disponibilidade para produzir o material também foi citado como um fator dificultador: “*para mim fazer a gravação foi o mais difícil devido ao tempo*” - D_02.

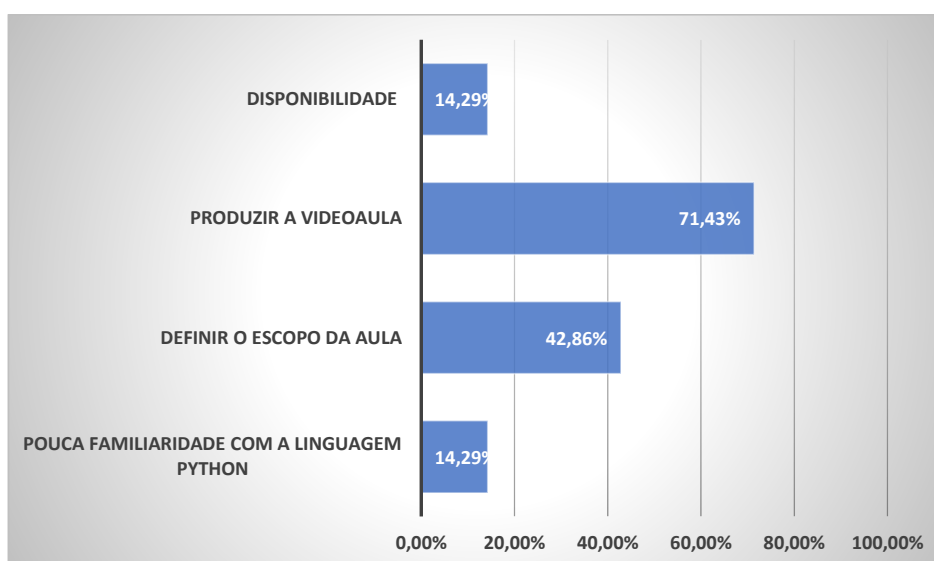


Figura 63 – Q1: 1. Você pode dizer quais dificuldades você enfrentou durante o desenvolvimento do material?

As respostas sobre quais estratégias poderiam ser empregadas para amenizar as dificuldades encontradas, incluem o treinamento em tecnologias para produção de videoaulas e o detalhamento do escopo da aula, como é ilustrado na Figura 64. De acordo com a maioria dos entrevistados, os desenvolvedores necessitam de apoio na gravação de videoaulas, seja no fornecimento de dicas de como se portar em uma videoaula ou de treinamento em ferramentas especializadas para esse fim.

A produção de videoaulas foi apontada, unanimemente, como a atividade em que o colaborador necessita de suporte. Como já citado anteriormente, os obstáculos encontrados estão relacionados à falta de hábito dos professores em produzir materiais audiovisuais.

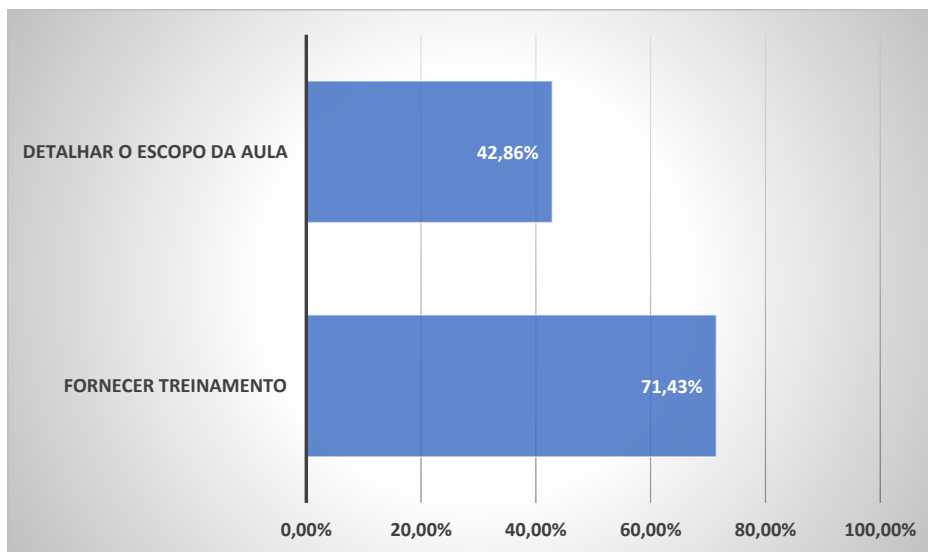


Figura 64 – Q2: Quais mecanismos você proporia para reduzir essas dificuldades?

A respeito das suas contribuições no resultado final do curso, os entrevistados foram enfáticos: suas participações trouxeram contribuições positivas no projeto; os motivos citados podem ser observados na Figura 65. A oferta de pontos de vista e didáticas diferentes ao longo do curso foi apontada como uma contribuição positiva: “*creio que sim, pois oferece ao aluno um ponto de vista diferente para o conteúdo abordado*” - D_03. Além disso, o aspecto colaborativo foi destacado nas respostas: os participantes consideram um curso foi gerado a partir de um esforço individual de cada membro.

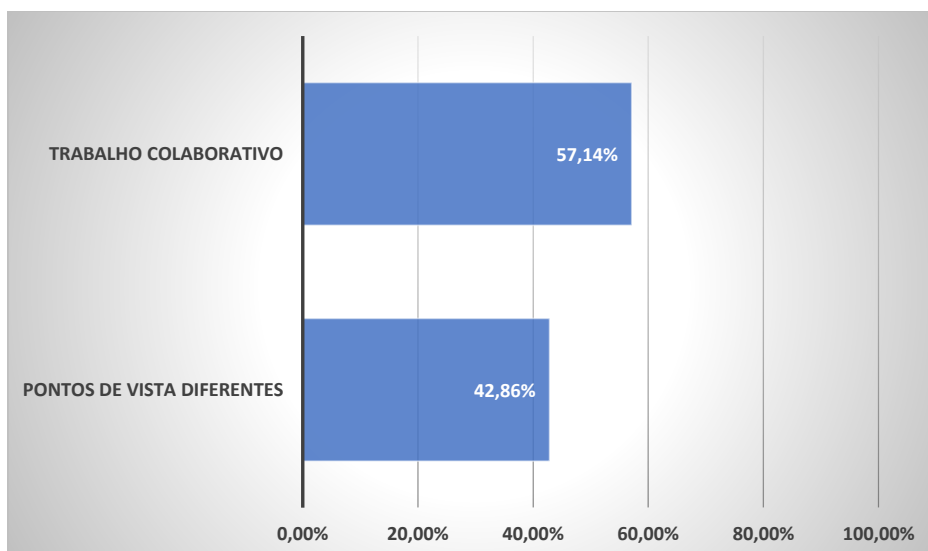


Figura 65 – Q4: Você acha que a sua participação trouxe contribuição no resultado final do curso? Por qual motivo?

Na segunda parte da entrevista, os participantes foram questionados sobre a formação das redes de colaboração. Os desenvolvedores responderam que estão dispostos a continuar

cooperando na evolução do curso, como pode ser observado na Figura 66. Os meios de colaboração citados foram: elaboração de exercícios, atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido e gravação de aulas.

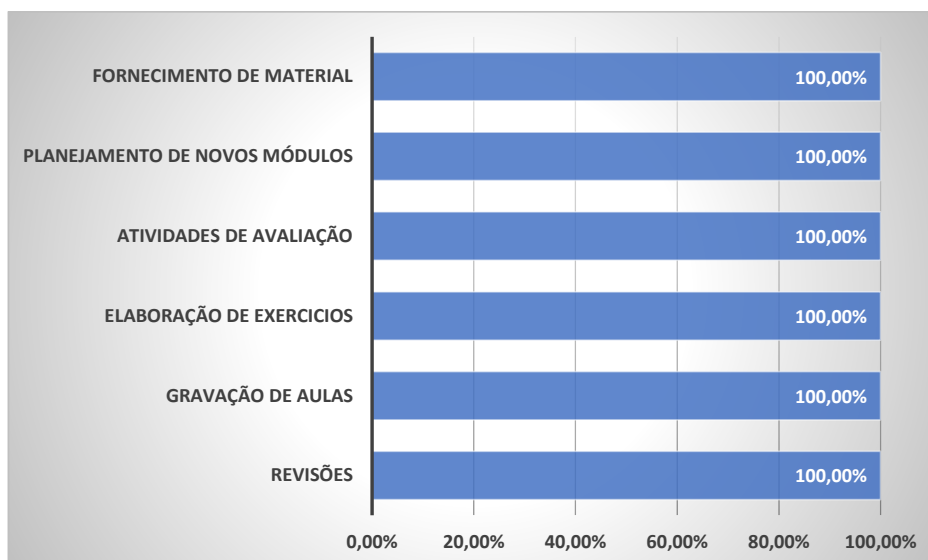


Figura 66 – Q1: Você continuaria a contribuir na evolução do curso? De qual maneira?

A segunda questão aborda a possível participação dos desenvolvedores em outros projetos na área da Engenharia de Software, especificamente de subáreas distintas de teste de software. Todos os participantes se manifestaram de maneira positiva: “*sim, de todas as maneiras que precisar*” – D_01. Os meios de colaboração citados foram os mesmos da questão anterior, conforme pode ser visto na Figura 67.

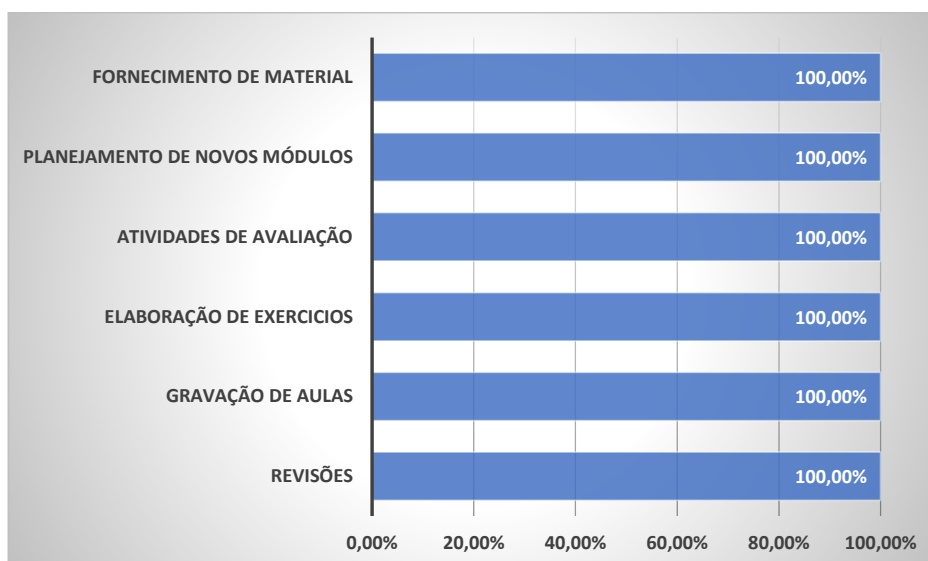


Figura 67 – Q2: Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira?

Entretanto, os desenvolvedores não se demonstraram tão predispostos quando questionados sobre possíveis contribuições em projetos de outras áreas da Computação, como pode ser observado na Figura 68. Alguns participantes alegaram que apenas poderiam contribuir caso possuam o conhecimento da área abordada: “*sim, desde que já tenha experiência no ensino dessa outra área*” - D_02.

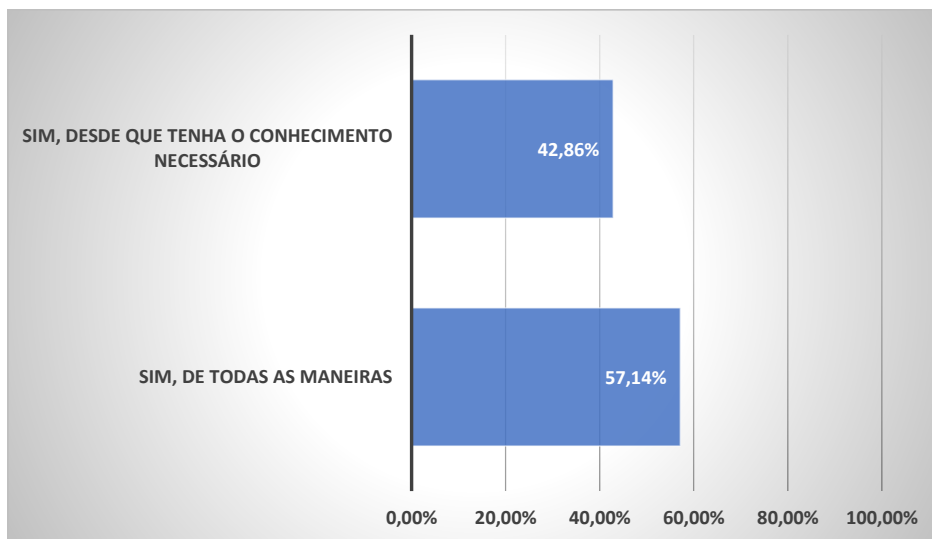


Figura 68 – Q3: Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira?

Quando questionados sobre supostas parcerias com os demais participantes do curso, os desenvolvedores foram positivos, como pode ser visto na Figura 69. Parcerias em projetos de pesquisa, em sua totalidade, e extensão foram citadas como prováveis formas de colaboração.

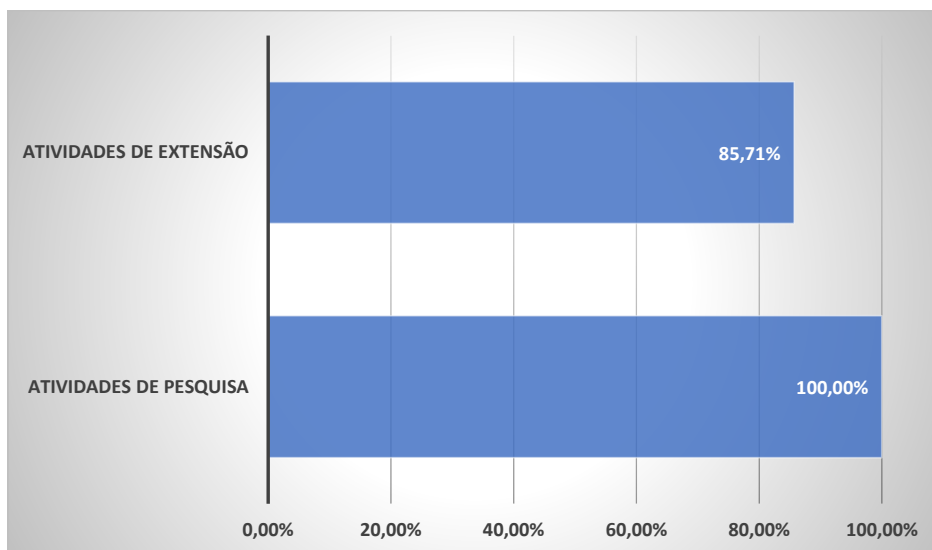


Figura 69 – Q4: Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira?

Segundo os desenvolvedores, a comunidade pode ser fortalecida ao se divulgar os resultados positivos alcançados com o primeiro curso, amenizar os fatores dificultadores encontrados pelos participantes, ofertar novos cursos na área de Engenharia de Software ou fornecendo certificado de colaboração, como pode ser visto na Figura 70. Segundo relatos o objetivo é: *“fazer com que instituições de ensino, como boas universidades, promovam o curso”* – D_04

Os desenvolvedores sugerem divulgar o resultado do curso como estratégia para engajar novos membros. Essa divulgação não se refere apenas ao curso em si, mas também a disponibilização do seu material didático. Adicionalmente acreditam que a oferta de novos cursos aumentará a visibilidade da iniciativa, podendo atrair novos membros: *“uma estratégia seria mostrar resultados positivos de novos cursos produzidos”* - D_03.

Entretanto, as dificuldades encontradas pelos desenvolvedores foram citadas como um possível impedimento para que novos membros colaborem na produção de cursos. A sugestão é amenizar esses problemas: *“seria interessante remover, na medida do possível, dificuldades que os professores possam encontrar para participar”* - D_06. Por fim, a emissão de certificados de colaboração aos participantes foi citada como um suposto fator motivacional para atrair novos participantes.

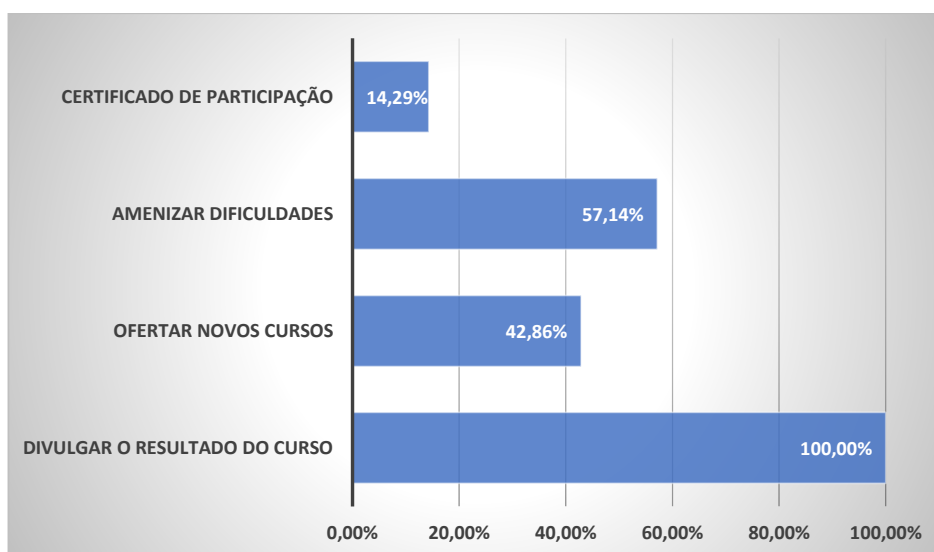


Figura 70 – Q5: Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos?

As entrevistas sobre as atividades de controle de qualidade foram conduzidas com 6 colaboradores, compostos por alunos e professores. Durante o processo de revisão, os colaboradores responsáveis não encontraram maiores dificuldades em inspecionar os artefatos produzidos.

Ao serem questionados sobre quais mecanismos poderiam ser empregados para amenizar as dificuldades encontradas, os colaboradores não souberam como sugerir tais iniciativas. A justificativa exposta foi de que não encontraram dificuldades no processo de revisão.

O apoio das rubricas foi o fator determinante na boa condução da revisão dos artefatos. Segundo relatos: “foi possível me situar em cada fase da revisão e lembrar o propósito de cada item que estava sendo avaliado”; “as rubricas apresentaram um guia para a condução da revisão” – R_01; “as rubricas serviram de guia para realização das revisões, pois continham os tópicos que deveriam ser avaliados na revisão” – R_02.

Os revisores também destacaram a estrutura das rubricas, pois eram disponibilizadas na sequência em que os artefatos que deviam ser avaliados. Adicionalmente, estavam estruturadas de uma maneira em que foi possível expor o ponto de vista sobre cada artefato revisado, em especial sobre o plano de projeto e a qualidade técnica das videoaulas.

Quando questionados acerca da suas contribuições, os entrevistados acreditam que as suas revisões impactaram diretamente no resultado final do curso, especificamente na sua qualidade: “sim, acredito que a revisão do material agrega considerações importantes para um bom e, conseqüentemente, resultado final satisfatório” – R_01. A oportunidade de sugerir de novas ideias, agregando valor ao resultado final, também foi apontada como uma possível contribuição, como pode ser examinado na Figura 71.

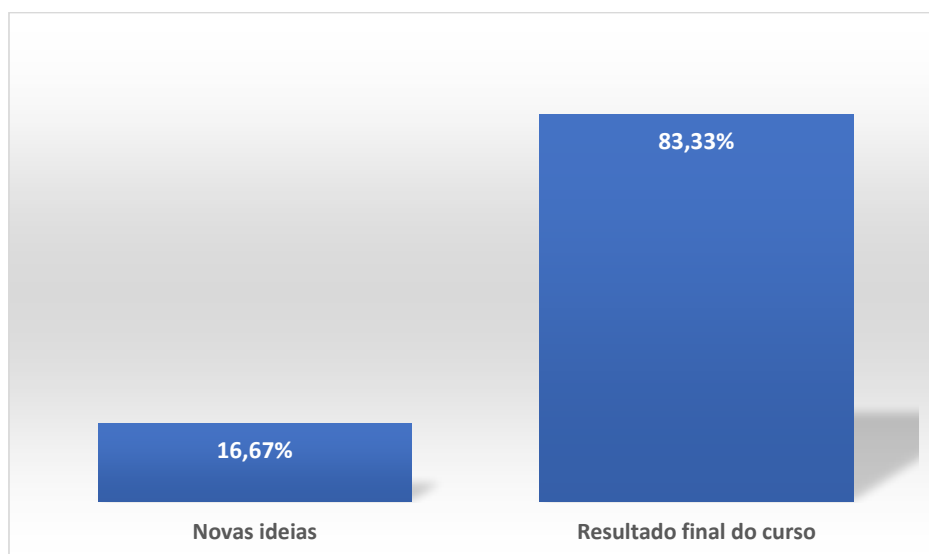


Figura 71 – Q4: Você acha que a sua participação trouxe contribuição no resultado final do curso? Por qual motivo?

A segunda parte da entrevista abordou a formação das redes de colaboração. Todos os colaboradores da revisão responderam que estão dispostos a continuar cooperando na evolução do curso. Entretanto o cenário da colaboração não é o mesmo para todas as categorias, conforme pode ser observado na Figura 72. A gravação de videoaulas é única maneira de cooperação que não atingiu 100% das respostas, o que pode ser explicado pela falta de desenvoltura e familiaridade em produzir videoaulas.

A segunda questão aborda a possível participação dos revisores em outros projetos na área da Engenharia de Software. Todos os participantes concordaram em colaborar: “sim, por ser

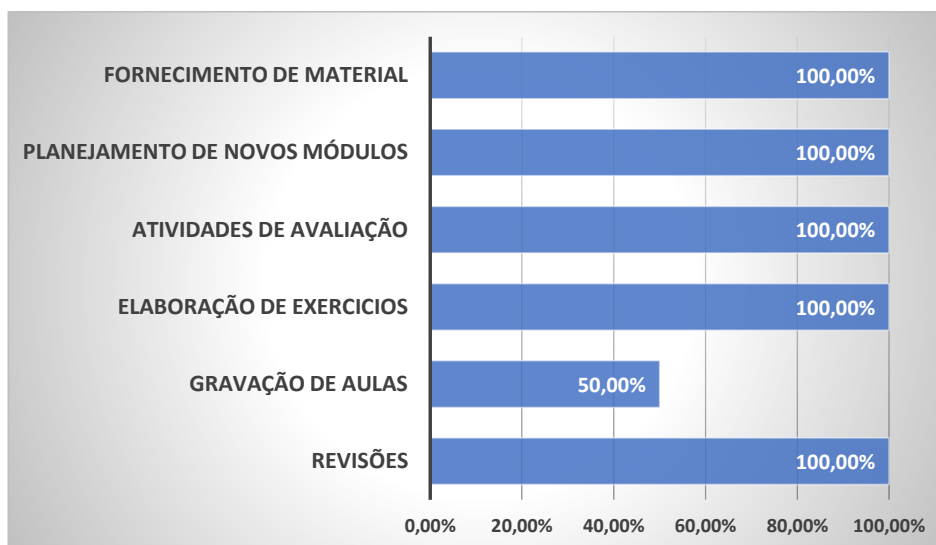


Figura 72 – Q1: Você continuaria a contribuir na evolução do curso? De qual maneira?

minha principal área de interesse” – R_03. Os meios de colaboração citados foram: elaboração de exercícios, atividades de avaliação, planejamento de novos módulos, fornecimento de material didático, revisão do material produzido. Novamente a gravação de videoaulas, foi a única maneira de colaboração a não atingir 100% das respostas, como pode ser observado na Figura 73.

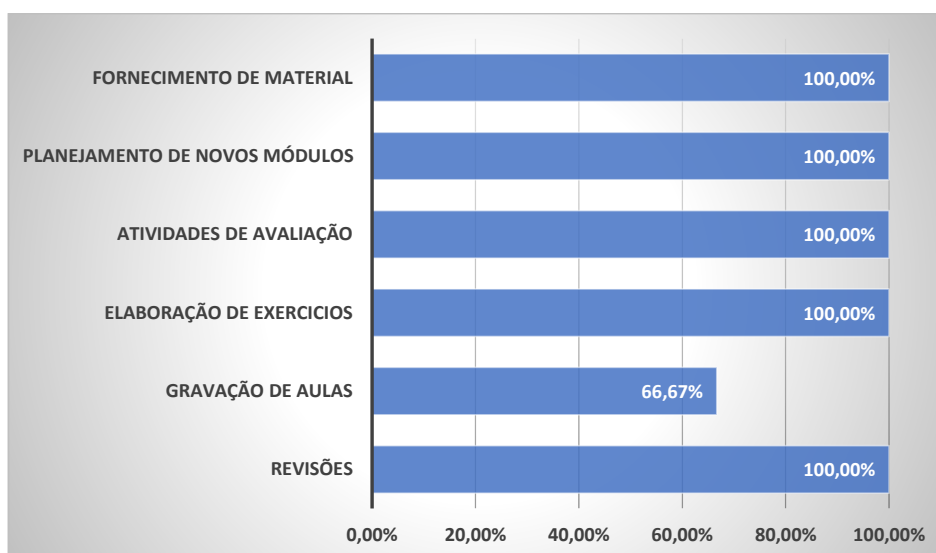


Figura 73 – Q2: Você continuaria a colaborar em outros projetos na área da Engenharia de Software? De qual maneira?

A importância de compor uma equipe com integrantes que possuam conhecimento na área do curso, ficou evidente na análise das respostas da terceira questão, conforme pode ser observado na Figura 74. A maioria dos participantes condicionaram as suas participações em novos projetos contidos em outras áreas da Computação, ao conhecimento da área abordada. Em caso afirmativo, a contribuição seria feita da mesma maneira apresentada na questão anterior.

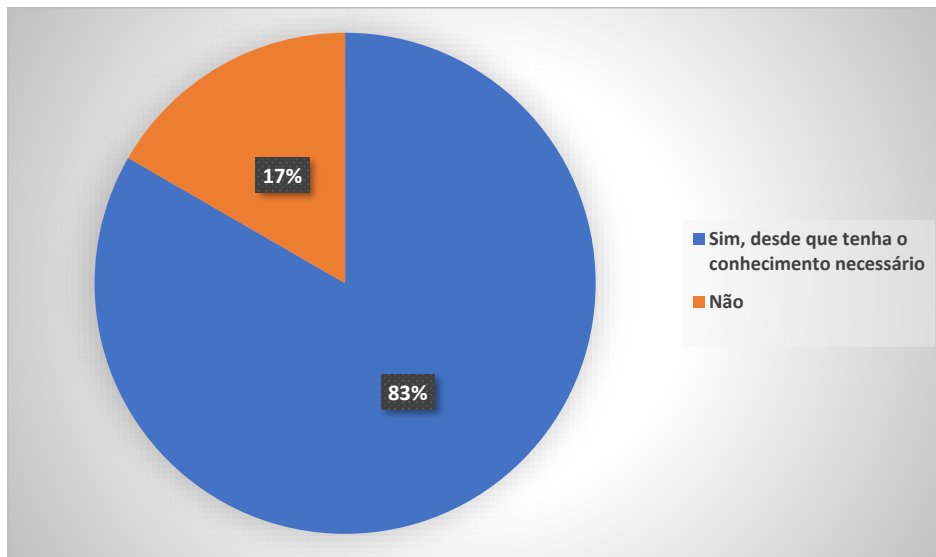


Figura 74 – Q3: Você continuaria a colaborar em outros projetos de outras áreas da Computação? De qual maneira?

Os participantes demonstraram predisposição para expandir a rede colaboração fora das fronteiras do curso, como pode ser visto na Figura 75. Em geral, os participantes priorizam a possibilidade de desenvolver atividades de pesquisa: “*considero, principalmente em atividade de pesquisa e de forma secundária em atividades de extensão.*” – R_02.

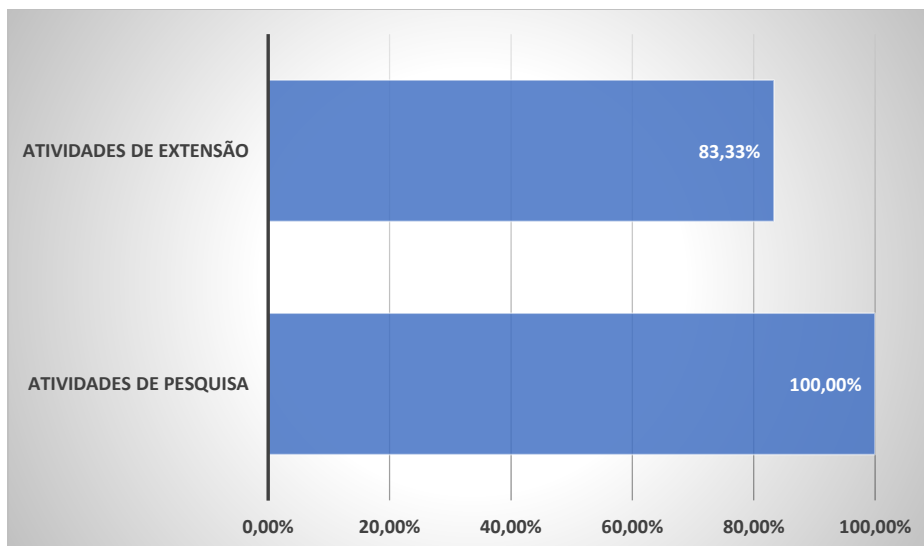


Figura 75 – Q4: Você consideraria estabelecer novas parcerias com os demais colaboradores do curso? De qual maneira?

Segundo a visão dos revisores, a comunidade pode ser fortalecida das seguintes maneiras: expondo a importância da formação complementar em tópicos específicos para o profissional que atua com o desenvolvimento de software; enaltecendo a capacitação por meio do curso, pois contribui para o desenvolvimento do profissional; ofertando novos cursos; divulgando o

resultado do projeto, ou seja, o próprio curso.

A maioria dos revisores sugere divulgar o resultado do curso como estratégia para engajar novos membros, conforme pode ser inferido por meio da Figura 76. A importância do projeto na formação complementar também foi citada: “*pode haver um impacto em uma empresa ou organização que possui um profissional que tem habilidades técnicas, mas não segue boas práticas, muitas vezes por falta de formação complementar*” – R_06.

O aspecto colaborativo também foi enaltecido: “*além disso, quanto mais a rede de colaboradores crescer, mais cursos poderão ser ofertados, e a carga de trabalho para os colaboradores pode ser mais dividida*” – R_04. Adicionalmente, houve a sugestão de frisar que se trata de um projeto sem fins lucrativos, evidenciando a natureza solidária do curso.

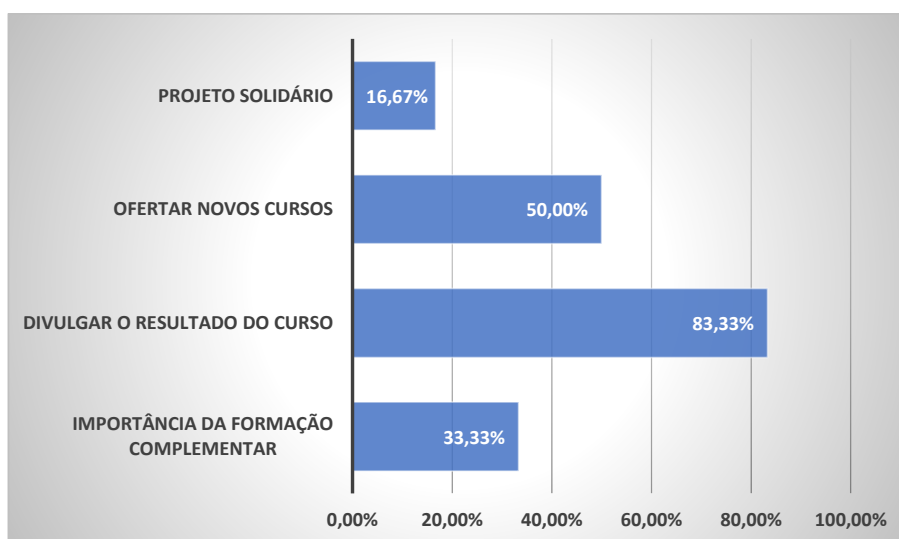


Figura 76 – Q5: Como fortalecer a comunidade com o engajamento de novos membros na produção de cursos?

8.2.4.3 Dados coletados de formulários

Os dados coletados por meio de formulários almejavam realizar uma avaliação inicial do DD-SMOOC. Adicionalmente, pretendeu-se colher outros dados para complementar os dados extraídos das entrevistas e da observação da execução do processo.

Formulários de avaliação do curso

Os formulários de avaliação do curso foram disponibilizados aos 8 participantes ao final de cada módulo. Assim, foi possível fazer a avaliação do conteúdo de cada uma das seções do curso. A primeira questão avaliou o quanto os alunos concordaram com a seguinte frase: *no geral, o material didático apresentado no módulo facilitou o meu aprendizado*. Como é ilustrado na Figura 77, todos os módulos apresentaram avaliação positiva; porém também pode ser observada uma diferença entre os pareceres dos módulos.

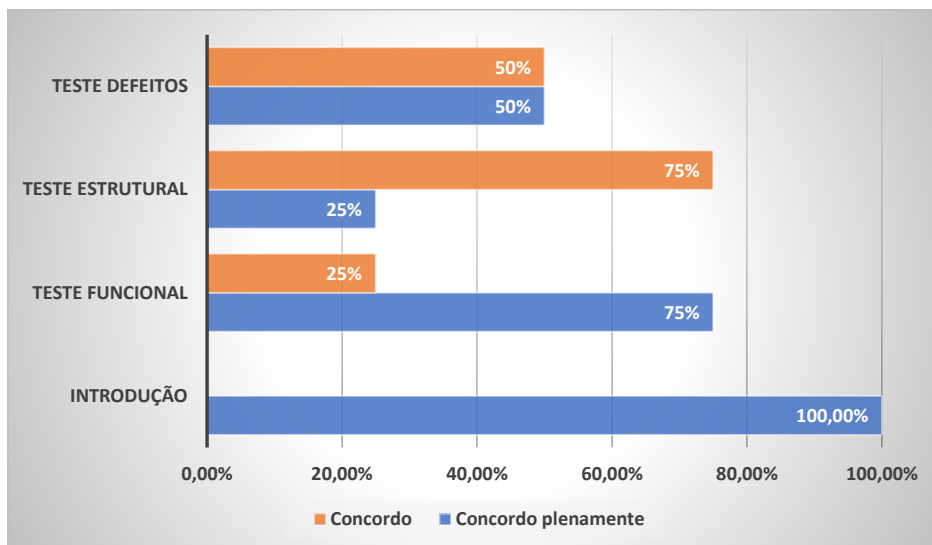


Figura 77 – Q1: Opinião sobre o material didático

A segunda questão avaliou se, no ponto de vista dos alunos, a sequência dos tópicos apresentados no módulo contribuiu para o seu aprendizado. Como pode ser visto na Figura 78, todos as sequências dos tópicos dos módulos apresentaram avaliação positiva. Apesar dos módulos do curso serem compostos por tópicos produzidos por diferentes instrutores, a ordem na qual foram inseridos no curso foi bem avaliada.

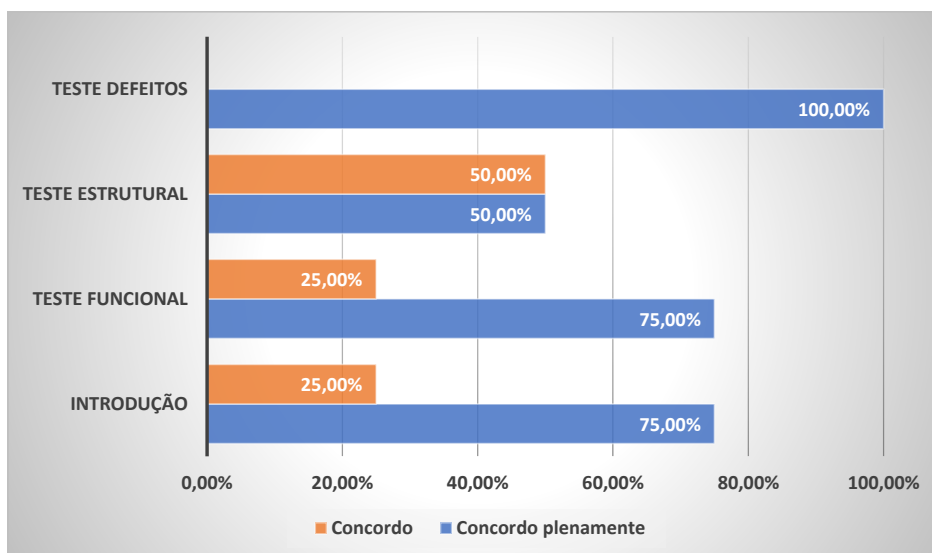


Figura 78 – Q2: Opinião sobre a sequência dos tópicos

A terceira questão avaliou o quanto os alunos concordaram com a seguinte frase: *o entendimento dos conceitos apresentados no módulo foi facilitado por ter sido explanado por diferentes instrutores*. A preocupação inicial foi de que a apresentação dos tópicos por diferentes instrutores, poderia impactar de maneira negativa o aprendizado do aluno. Entretanto, como

pode ser visto na Figura 79, isso não aconteceu, pois todos os módulos também apresentaram avaliação positiva neste quesito.

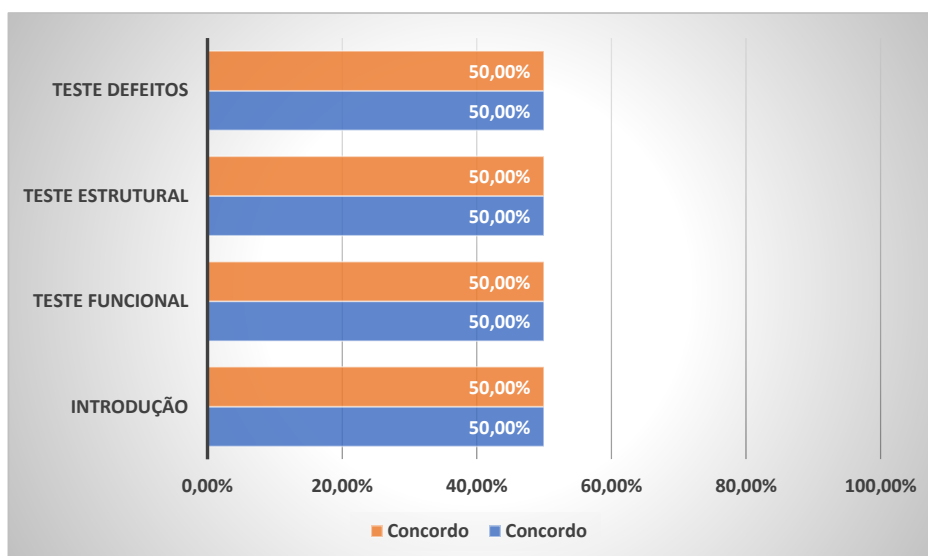


Figura 79 – Q3: Opinião sobre diferentes instrutores

A facilidade de entendimento da linguagem e dos termos utilizados pelos instrutores de cada módulo foram avaliados na quarta questão. Como pode ser visto na Figura 80, todos os módulos apresentaram avaliação positiva. Portanto, a linguagem empregada por diferentes instrutores não prejudicou a compreensão dos tópicos apresentados.

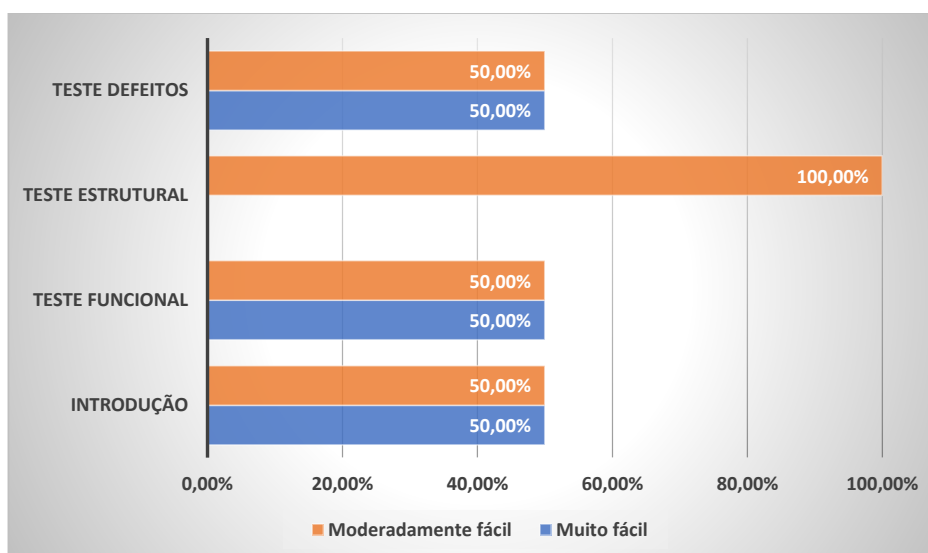


Figura 80 – Q4: Opinião sobre a linguagem utilizada

A facilidade de entendimento do enunciado dos exercícios de fixação propostos em cada módulo é avaliada na quinta questão. Como pode ser visto na Figura 81, apesar de alguns módulos apresentaram avaliação neutra, os alunos não apresentaram maiores dificuldades em compreender as propostas dos exercícios.

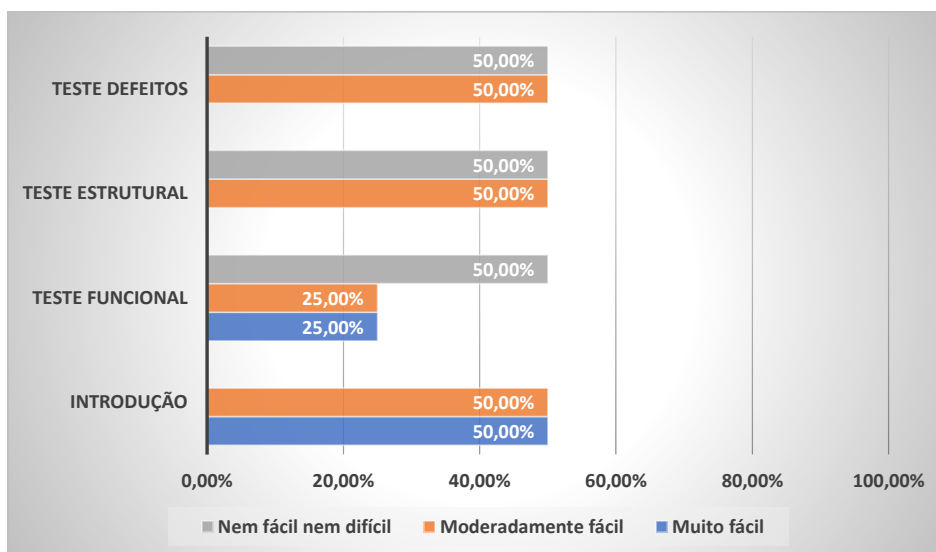


Figura 81 – Q5: Opinião sobre o enunciado dos exercícios

A última questão da avaliação dos módulos avaliou a contribuição dos exercícios propostos para uma maior compreensão do assunto apresentado em cada módulo. Como também pode ser observado na Figura 82, apesar de alguns módulos apresentarem avaliação neutra, para a maioria os exercícios trouxeram alguma contribuição no seu aprendizado.

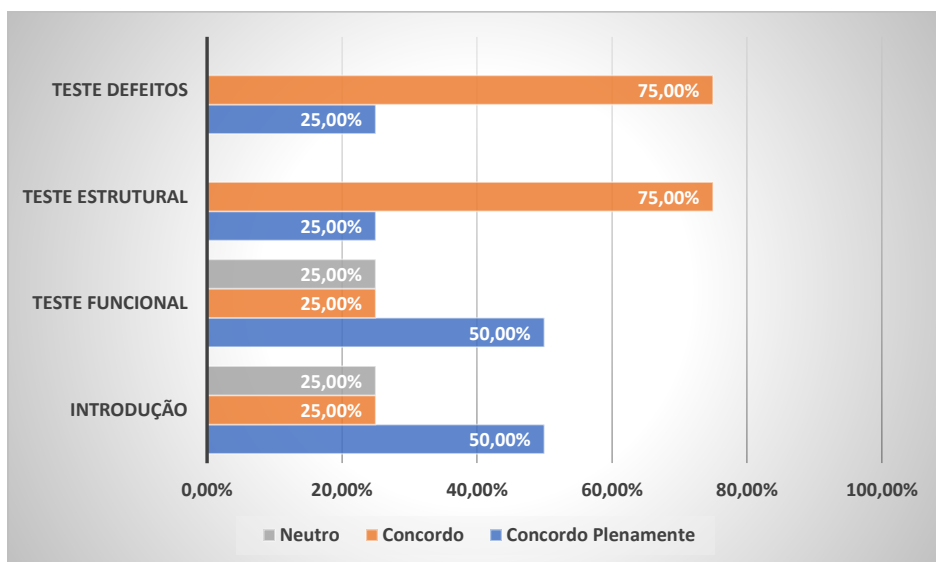


Figura 82 – Q6: Opinião sobre a contribuição dos exercícios

Ao final do curso, no módulo de conclusão, foram disponibilizados formulários de avaliação geral aos participantes. Com isso, esperou-se avaliar o curso como um todo. A primeira questão é aplicada com o propósito de caracterizar os participantes. A segunda questão avaliou o quanto os alunos concordaram com a seguinte frase: *no geral, o material didático apresentado no curso facilitou o meu aprendizado*. Como pode ser observado na Figura 83, todos os módulos apresentaram avaliação positiva.

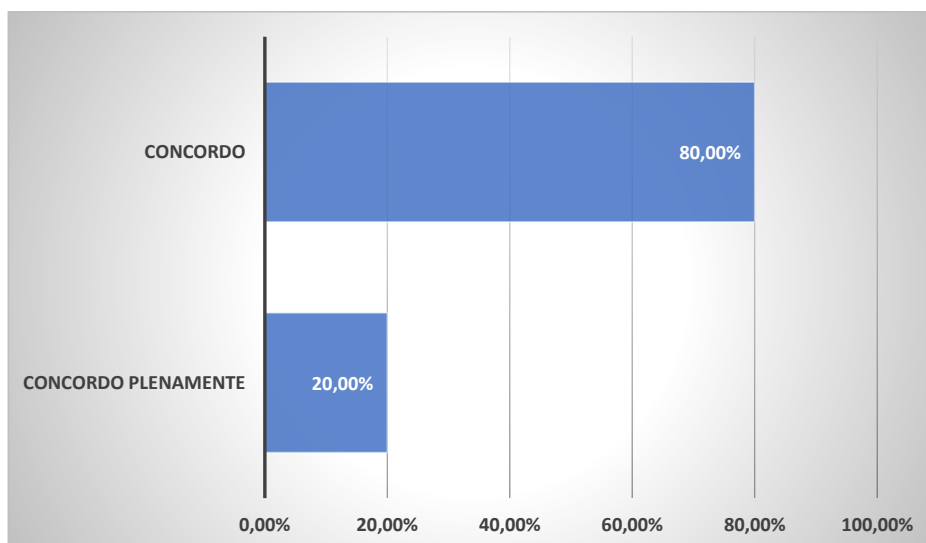


Figura 83 – Q2: O quanto você concorda com a seguinte frase: no geral, o material didático apresentado no curso facilitou o meu aprendizado.

A terceira questão avaliou o quanto os alunos concordaram com a seguinte frase: *a sequência dos módulos apresentados no curso contribuiu para o meu aprendizado*. Apesar dos módulos do curso terem sido produzidos independentemente uns dos outros, a sua disposição no curso foi bem avaliada, como pode ser visto na Figura 84.

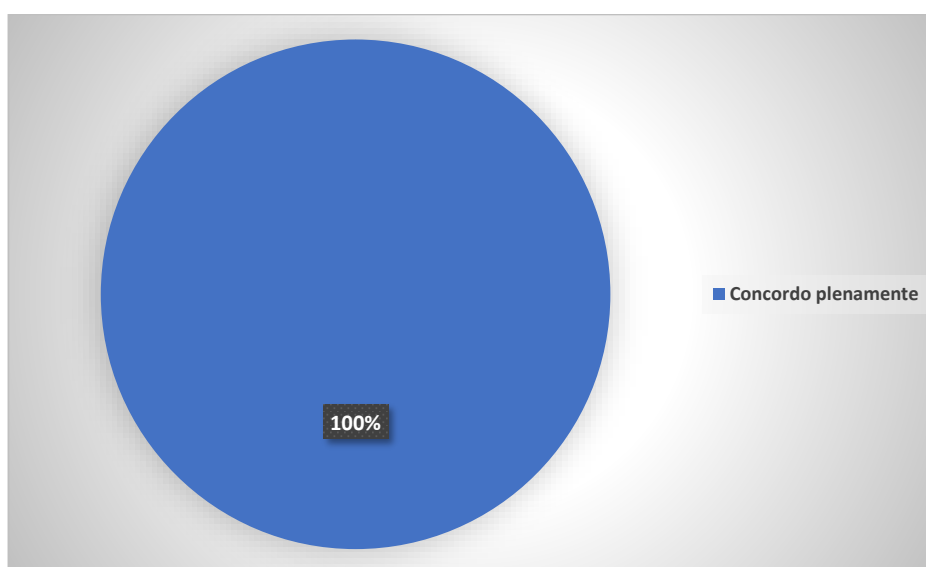


Figura 84 – Q3: O quanto você concorda com a seguinte frase: a sequência dos módulos apresentados no curso contribuiu para o meu aprendizado.

A quarta questão avaliou se o entendimento dos conceitos apresentados no curso foi facilitado por ter sido explanado por diferentes instrutores. Como pode ser visto na Figura 85, apesar do curso ser composto por módulos apresentados por instrutores distintos, não houve um impacto negativo nesse quesito da avaliação.

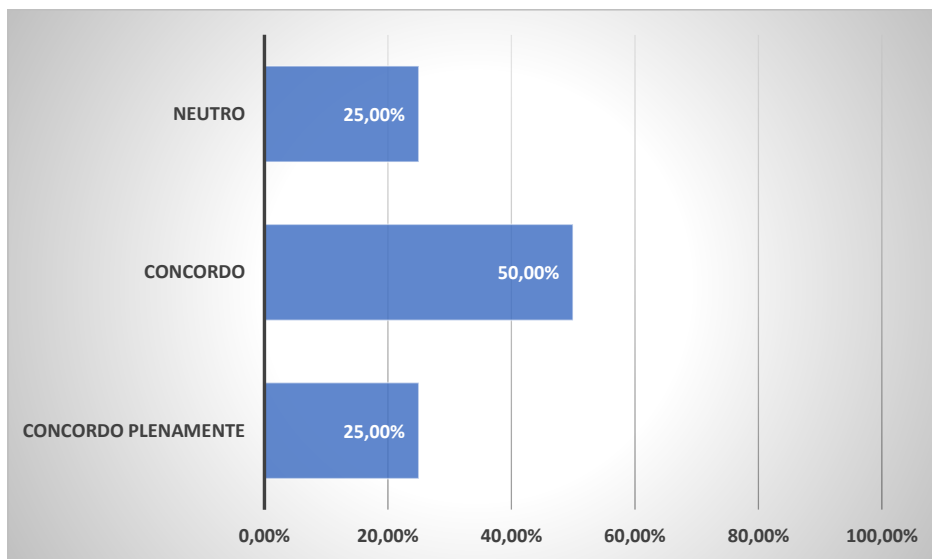


Figura 85 – Q4: O quanto você concorda com a seguinte frase: o entendimento dos conceitos apresentados no curso foi facilitado por ter sido explanado por diferentes instrutores.

O interesse sobre o estudo na área de teste de software foi avaliado na quinta questão. O aumento de interesse sobre um campo de estudo pode ser considerado como um dos fatores de qualidade e de sucesso de um curso. Como pode ser visto na Figura 86, o curso atingiu uma boa avaliação neste critério.

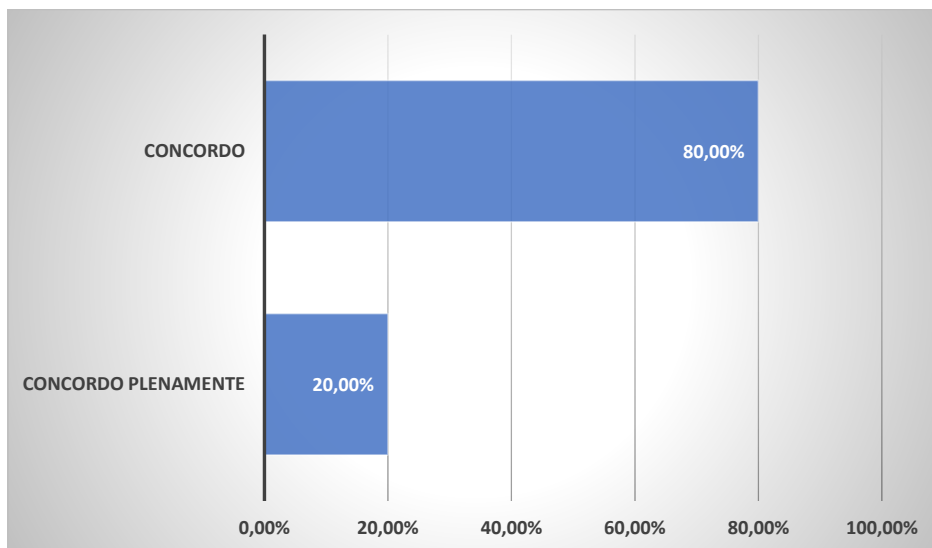


Figura 86 – Q5: O quanto você concorda com a seguinte frase: o meu interesse neste campo de estudo foi aumentado após finalizar o curso

Por fim, a última questão avaliou o quanto os alunos concordaram com a seguinte frase: *considerando sua experiência completa com o curso, quais são as possibilidades de recomendá-lo a um amigo ou colega?*. A satisfação dos participantes ao término do curso é considerada um critério de qualidade de um curso. Como pode ser observado na Figura 87, o curso atingiu uma

boa avaliação neste critério, pois os participantes o indicariam à outras pessoas. Além disso, este é um fator que também pode impulsionar a visibilidade do curso, atraindo mais inscrições.

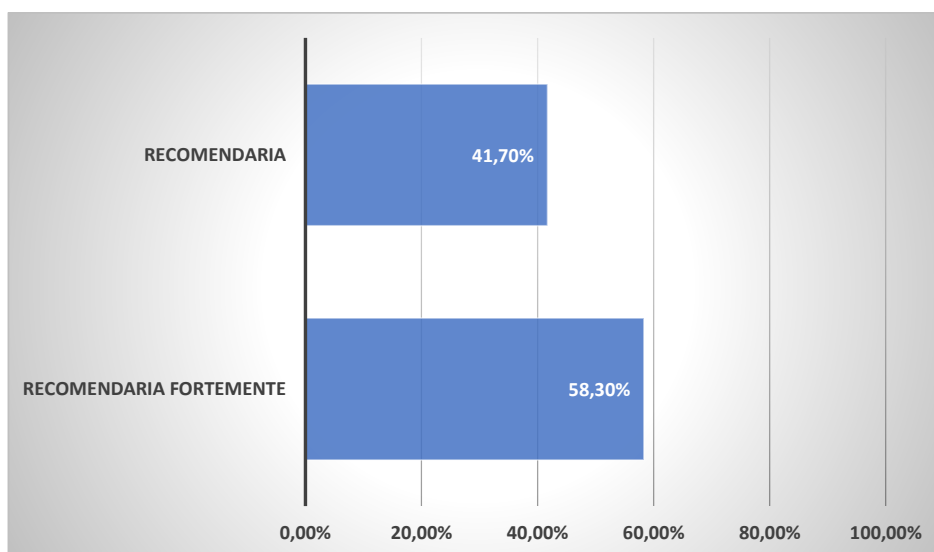


Figura 87 – Q7: Considerando sua experiência completa com o curso, quais são as possibilidades de recomendá-lo a um amigo ou colega?

As sugestões de evolução do curso incluem a utilização de marcadores ou ponteiros nos slides, pois pode ajudar o aluno a ter uma maior atenção durante a visualização da videoaula e, conseqüentemente, ter uma melhor percepção do tópico que está sendo apresentado. Algumas videoaulas tiveram uma duração um pouco maior que as outras, a sugestão foi de fragmentar essas aulas em aulas menores. Os participantes também sugeriram a inclusão de mais exercícios de fixação e a melhoria da qualidade de áudio de algumas videoaulas. Por fim, apontaram que a entonação de alguns instrutores durante a videoaula pode melhorar.

Formulários de avaliação do DD-SMOOC

Em linhas gerais, a avaliação do DD-SMOOC consistiu na leitura e interpretação do processo documentado por professores convidados, que em seguida, responderam um formulário de avaliação. Os participantes tiveram acesso ao documento contendo o processo modelado na notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*), de uma breve introdução dos elementos usados na notação, além da descrição de cada uma das atividades presentes no processo. A modelagem do DD-SMOOC foi realizada na ferramenta online HEFLO¹⁰ que proporciona a exportação de toda a documentação do processo modelado, o que facilitou o procedimento de envio do documento para a avaliação.

A instrução dada foi de que os participantes deveriam efetuar a leitura do processo, seguindo o seu fluxo de execução, ao mesmo tempo que simulavam uma atividade de construção completa de um curso (planejamento, desenvolvimento, execução e evolução). Durante a avaliação, os participantes explicitaram o seu entendimento sobre cada atividade proposta

¹⁰ <https://www.heflo.com/pt-br/>

do DD-SMOOC. O propósito foi de efetuar uma avaliação em 2 níveis: (i) avaliar se as fases atividades descritas no processo estavam claras e concisas; (ii) avaliar se as fases atividades fornecem suporte ao processo de planejamento, desenvolvimento, execução e evolução de MOOCs e SPOCs.

A primeira parte da aplicação do questionário visou avaliar o entendimento do processo. Após a execução da simulação, os participantes foram convidados a responder se concordavam com um conjunto de afirmações (usando a escala de *likert*¹¹) relacionadas ao entendimento do DD-SMOOC, nas fases de planejamento, desenvolvimento, execução, execução do SPOC, execução do MOOC e evolução; além do processo de como um todo:

1. As atividades propostas na fase de planejamento são de fácil entendimento.
2. As atividades propostas na fase de desenvolvimento são de fácil entendimento.
3. As atividades propostas na fase de execução são de fácil entendimento.
4. As atividades propostas na fase de execução de MOOCs são de fácil entendimento.
5. As atividades propostas na fase de execução de SPOCs são de fácil entendimento.
6. As atividades propostas na fase de evolução são de fácil entendimento.
7. As atividades propostas no processo como um todo são de fácil entendimento.

Como pode ser observado na Figura 88, não houve dificuldades na compreensão das atividades descritas no processo. Segundo os participantes, a documentação combinada com a notação gráfica foi suficiente para compreender a orientação de cada atividade do processo.

A segunda parte da aplicação do questionário, que também usou a escala de *likert*, visou avaliar o suporte fornecido pelo DD-SMOOC no ciclo de vida de um curso. Os participantes foram solicitados a responder se concordavam com um conjunto de afirmações relacionadas ao suporte fornecido pelo DD-SMOOC nas fases de planejamento, desenvolvimento, execução do SPOC, execução do MOOC e evolução:

1. As atividades propostas no DD-SMOOC apoiam o planejamento do curso.
2. As atividades propostas no DD-SMOOC apoiam o desenvolvimento do curso.
3. As atividades propostas no DD-SMOOC apoiam a execução do MOOC.
4. As atividades propostas no DD-SMOOC apoiam a execução do SPOC
5. As atividades propostas no DD-SMOOC apoiam a evolução do curso

¹¹ <https://docs.google.com/forms/d/17uzu2JHDUAayn5mOsA3aetF_hsirAWtBvRhuCQd3bkY/edit?usp=sharing>

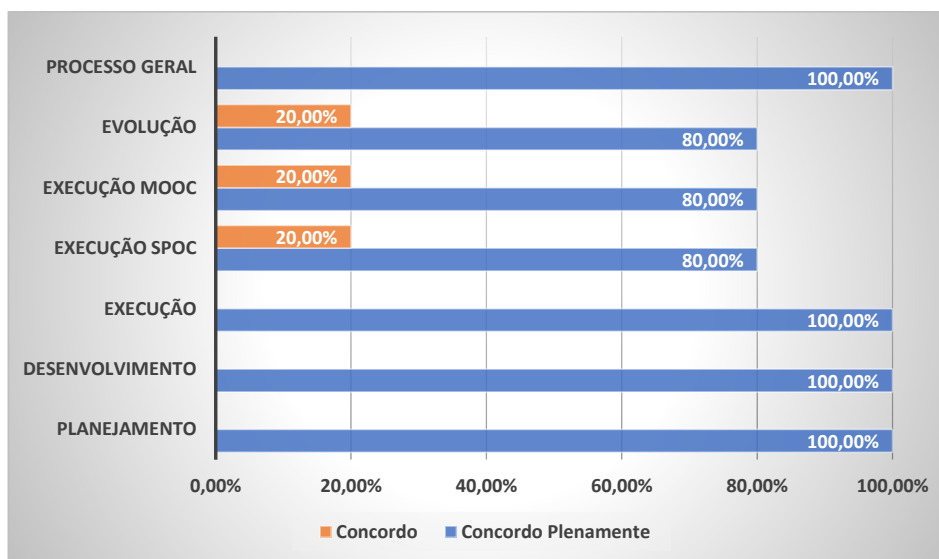


Figura 88 – Entendimento do DD-SMOOC

Segundo os participantes, o DD-SMOOC fornece suporte para as atividades de planejamento, desenvolvimento, execução, execução e evolução de um curso, seja o mesmo um MOOC ou SPOC. Como pode ser visto na Figura 89, todas as fases obtiveram a mesma avaliação, o que pode ser um indicativo de que o DD-SMOOC pode ser usado como apoio no desenvolvimento de cursos online.

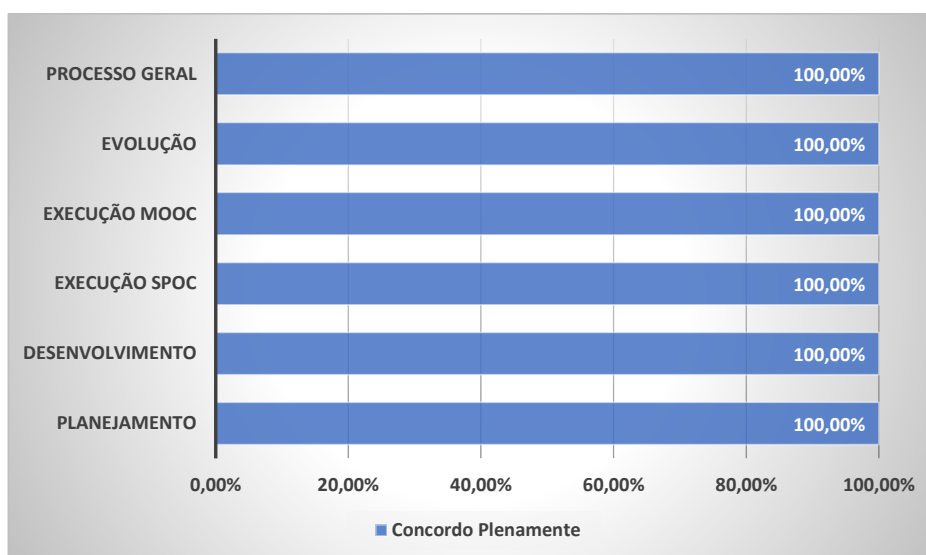


Figura 89 – Suporte fornecido pelo DD-SMOOC

8.2.5 Validação e Sumarização dos resultados

A validade de um estudo indica a confiabilidade dos resultados, e até que ponto os resultados apresentados são livres de viés dos pesquisadores. A validade deve ser abordada

durante todas as fases anteriores do estudo de caso (RUNESON; HöST, 2009). Durante a validação deste trabalho os seguintes aspectos foram considerados:

- Validade externa: durante a análise da validade externa a intenção é generalizar as descobertas, para isso é necessário analisar em que medida os resultados são relevantes para outros casos. Como não existe uma população da qual uma amostra estatisticamente representativa tenha sido retirada, a intenção é permitir a generalização analítica, onde os resultados são estendidos a casos com características comuns (YIN, 2013), e, portanto, nos quais os resultados são relevantes (RUNESON; HöST, 2009).
- Confiabilidade: o aspecto da confiabilidade está relacionado à replicação do estudo. Dessa maneira, se outro pesquisador posteriormente conduzir o mesmo estudo, o resultado deverá ser o mesmo. Para satisfazer esse aspecto da validação, a coleta dos dados e as perguntas da entrevista são bem especificados neste trabalho (YIN, 2013).

Adicionalmente, na avaliação de processos, deve-se assegurar que os artefatos produzidos durante a execução do processo, atendam aos critérios de qualidade estabelecidos. Para isso, as atividades desenvolvidas ao decorrer do processo devem ser avaliadas. Por fim, deve haver a garantia de que a execução do projeto corresponda ao modelo proposto, ou seja, o artefato produzido precisa refletir o que o processo estabeleceu (SOMMERVILLE, 2006; UNTERKALMSTEINER *et al.*, 2012; MOOR; DELUGACH, 2006; COOK; WOLF, 1999).

Os resultados de estudos de caso dependem da generalização. Na generalização analítica, a intenção do investigador é generalizar um determinado conjunto de resultados para alguma teoria mais ampla (YIN, 2013). Por isso, os resultados foram investigados a partir de fontes diferentes: observações durante a execução do DD-SMOOC, entrevistas realizadas com os colaboradores e formulários de avaliação. Posteriormente, os resultados foram fundidos em resultados comuns, contribuindo para a validade do estudo. A sumarização desses resultados é apresentada nessa subseção.

Este trabalho visou investigar como o desenvolvimento colaborativo e distribuído de MOOCs e SPOCs podem contribuir para o ensino de Engenharia de Software. As contribuições podem ser observadas sob 3 perspectivas distintas: (i) o suporte fornecido pelo processo proposto; (ii) a formação de comunidades e (iii) o resultado final do curso e seu impacto no ensino. A sumarização dessas contribuições é apresentada a seguir:

- Formação de comunidades de desenvolvedores de cursos:
 - Perspectiva: Comunidade
 - Contribuições: Durante a execução do processo, uma comunidade composta por professores e alunos foi formada, visando a produção de materiais para o curso. Resultados indicam que os colaboradores estão dispostos a continuar a colaborar

na evolução do curso, em participar de outros projetos na área da Engenharia de Software e de outras áreas da Computação, além de estabelecer parcerias com os outros colaboradores em projetos de pesquisa. Algumas discussões foram promovidas no decorrer do desenvolvimento do curso, proporcionando o compartilhamento de ideias sobre o seu conteúdo, métodos e ferramentas de produção que também contribuíram para o resultado final do curso e para a evolução do processo.

- Apoio do curso ao ensino de teste de software:
 - Perspectiva: Ensino
 - Contribuições: O resultado final da execução do processo foi um curso que foi desenvolvido com a ajuda de professores oriundos de diferentes Instituições de Ensino, o que resultou em um material coeso, contribuindo para a homogeneização de conceitos e para o ensino sob perspectivas e didáticas diferentes. Resultados apontam que há indícios que o curso pode ser utilizado para apoiar o ensino de teste de software, não apenas nas universidades, mas também fora de suas fronteiras, proporcionando a disseminação do conhecimento.

- Apoio do processo no desenvolvimento de cursos:
 - Perspectiva: Processo
 - Contribuições: Todo o ciclo de vida do curso foi apoiado por um processo que estabeleceu diretrizes para o planejamento, desenvolvimento colaborativo e distribuído, execução, evolução de cursos voltados ao ensino de Engenharia de Software. Além disso, todo o ciclo de vida do curso foi apoiado por um modelo de qualidade que colaborou para a sua boa execução, resultando em um curso com boas avaliações.

Entretanto, alguns desafios foram encontrados ao decorrer do desenvolvimento colaborativo e distribuído do curso. Durante a execução do projeto, discussões foram necessárias para entendimento do escopo da aula. A partir dessa observação foi constatada a importância de fornecer roteiros ou detalhamento dos tópicos a serem abordados em cada aula. Adicionalmente, os colaboradores precisam ser apoiados nas atividades de produção de videoaulas. A seguir, os desafios encontrados são sumarizados, juntamente com um conjunto de iniciativas em resposta às dificuldades encontradas:

- Produção de videoaulas:
 - Descrição: a dificuldade na produção de videoaulas se manifestou de 2 maneiras distintas: (i) dificuldade na utilização de ferramentas; (ii) falta de experiência do professor em gravar suas aulas no formato de vídeo.

- Conjunto de iniciativas: deve ser ofertado treinamento em ferramentas e técnicas para a gravação de videoaulas. A familiarização com as ferramentas necessárias, acrescida do aprendizado das técnicas de como gravar uma aula, podem amenizar as dificuldades relatadas.
- Definição do escopo da aula:
 - Descrição: houve dificuldade na definição do escopo da aula. Os participantes apresentaram dúvidas no nível de profundidade em que os tópicos deveriam ser abordados em cada aula.
 - Conjunto de iniciativas: deve ser ofertado um escopo mais detalhado de cada aula. Assim, uma melhor visão geral do curso é proporcionada, e comparações entre os módulos podem ser realizadas.
- Ampliação da comunidade:
 - Descrição: a comunidade composta por professores colaboradores deve ser fortalecida, contribuindo para a produção e evolução de novos cursos.
 - Conjunto de iniciativas: os resultados positivos da iniciativa devem ser divulgados, seja por meio da divulgação do curso atual ou na produção de novos cursos. Assim, novos colaboradores podem ser atraídos, visando o desenvolvimento de novos projetos.

8.3 DD-SMOOC no Ensino de Teste de Software: aplicação de um experimento

Um experimento é uma investigação empírica que manipula um fator ou variável do ambiente de estudo. É realizado quando queremos controlar a situação e manipular o comportamento de maneira direta, precisa e sistemática. Além disso, os experimentos envolvem mais de um tratamento para comparar os resultados e podem permitir a generalização desses resultados dentro de uma população (WOHLIN *et al.*, 2012).

Neste estudo é adotado um experimento com o propósito de colher evidências que contribuam na validade da aplicação de SPOCs, desenvolvidos a partir do DD-SMOOC, no ensino de Teste de Software. Adicionalmente, espera-se prover meios para a replicação do experimento em outros domínios da Engenharia de Software.

8.3.1 Objetivos

O objetivo geral deste estudo experimental é avaliar a eficiência da aplicação de um SPOC produzido a partir do DD-SMOOC no ensino de Teste de Software. Para tal fim, são

comparados o ensino alternativo por meio de aplicação do SPOC com o ensino tradicional (aulas expositivas), aplicados em alunos da área de Computação. A comparação é realizada por meio da análise dos seus desempenhos e motivações.

A definição de quais dados são coletados foi baseada no método GQM (*Goal/Question/Metric*) (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994), apresentados a seguir:

- **Entidade de estudo:** o objeto de estudo é a aplicação de um SPOC.
- **Foco:** eficiência e motivação.
- **Contexto:** O estudo será conduzido em uma turma de alunos do curso Engenharia da Computação da Universidade Federal da Grande Dourados. A seriação dos alunos participantes é diversificada, pois o estudo conta com a participação de alunos calouros e veteranos.
- **Objetivos Específicos:**
 - Analisar* a aplicação de um SPOC
 - Com o propósito* de avaliá-la
 - Com respeito* ao desempenho e motivação
 - Do ponto de vista* dos alunos de graduação
 - No contexto* de cursos de graduação da área de Computação.

Com o propósito de conduzir o experimento são definidas questões de pesquisa específicas e as métricas utilizadas, exibidas a seguir:

- **Questões de Pesquisa:**
 - **Q1.** A aplicação do SPOC proporcionou uma maior motivação durante a aprendizagem dos alunos quando comparado com o ensino tradicional?
 - **Q2.** Houve diferença de desempenho dos alunos que participaram do SPOC em relação aos alunos que participaram de uma classe tradicional?
- **Métricas:**
 - **Desempenho:** são analisadas as atividades e testes de múltipla escolha aplicados ao longo de ambos os cursos (SPOC e tradicional).
 - **Motivação:** são analisadas as respostas dos questionários CIS e IMMS para avaliar a motivação dos alunos após a aplicação do SPOC e de aulas tradicionais.

Os questionários CIS (*Course Interest Survey*) e IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*) são ferramentas de medição integradas no modelo ARCS proposto por Keller (KELLER, 2010). De acordo com o modelo ARCS, quatro componentes afetam a motivação no

processo de aprendizagem: atenção, relevância, confiança e satisfação. Para apoiar a medição desses componentes motivacionais, os questionários CIS e IMMS foram concebidos.

O questionário CIS, foi projetado para medir as reações dos alunos sob uma condição de aprendizagem específica, como um ambiente de aprendizagem facilitado por instrutores. Existem 34 afirmações neste questionário distribuídos em 4 conceitos: atenção, relevância, confiança ou satisfação, que podem ser vistas no Apêndice C. A pesquisa pode ser pontuada encontrando a pontuação média em cada um dos 4 conceitos ou calculando a pontuação total. Como a escala de resposta varia de 1 a 5, a pontuação mínima na pesquisa é 34 e a máxima é 170.

Entretanto, os pontos mínimos, máximos e médios para cada conceito variam porque nem todos têm o mesmo número de itens. Além disso, algumas questões apresentam uma escala negativa de pontuação, como pode ser visto na Tabela 24. Dessa maneira, as respostas devem ser revertidas antes de serem adicionadas ao total de respostas. Ou seja, para esses itens, 5 = 1, 4 = 2, 3 = 3, 2 = 4 e 1 = 5.

Tabela 24 – Guia de Pontuação CIS

Atenção	Relevância	Confiança	Satisfação
1	2	3	7 (reversa)
4 (reversa)	5	6 (reversa)	12
10	8 (reversa)	9	14
15	13	11 (reversa)	16
21	20	17 (reversa)	18
24	22	27	19
26 (reversa)	23	30	31 (reversa)
29	25 (reversa)	34	32
	28		33

O questionário IMMS, foi projetado para medir as reações motivacionais dos alunos aos materiais instrucionais. Existem 36 afirmações neste questionário distribuídos em 4 conceitos: atenção, relevância, confiança ou satisfação, que podem ser vistas no Apêndice D. A pesquisa pode ser pontuada encontrando a pontuação média em cada um dos 4 conceitos ou calculando a pontuação total. Como a escala de resposta varia de 1 a 5, a pontuação mínima na pesquisa é 36 e a máxima é 180.

Entretanto, assim como no questionário CIS, os pontos mínimos, máximos e médios para cada conceito variam. Também, algumas questões apresentam uma escala negativa de pontuação, como pode ser visto na Tabela 25. Dessa maneira, as respostas devem ser revertidas antes de serem adicionadas ao total de respostas: 5 = 1, 4 = 2, 3 = 3, 2 = 4 e 1 = 5.

8.3.2 Hipóteses

A hipóteses são base para a condução de um experimento. Uma hipótese é declarada formalmente e os dados coletados durante o curso do experimento são usados para, se possível,

Tabela 25 – Guia de Pontuação IMMS

Atenção	Relevância	Confiança	Satisfação
2	6	1	5
8	9	3 (reversa)	14
11	10	4	21
12 (reversa)	16	7 (reversa)	27
15 (reversa)	18	13	32
17	23	19 (reversa)	36
20	26 (reversa)	25	
22 (reversa)	30	34 (reversa)	
24	33	35	
28			
29 (reversa)			
31 (reversa)			

rejeitar a hipótese. Se a hipótese puder ser rejeitada, as conclusões podem ser tiradas, com base no teste de hipótese sob determinados riscos (WOHLIN *et al.*, 2012).

Dois tipos de hipóteses são formuladas: (i) hipótese nula – H_0 ; (ii) hipóteses alternativas – H_1 , H_2 , etc. Uma hipótese nula, afirma que não há tendências ou diferenças reais entre os fenômenos medidos no ambiente do experimento. Por outro lado, uma hipótese alternativa, é a hipótese na qual a qual a hipótese nula é rejeitada. As hipóteses estabelecidas para o experimento são:

- Q1. A aplicação do SPOC proporcionou uma maior motivação durante a aprendizagem dos alunos quando comparado com o ensino tradicional?
 - Hipótese Nula (H_0): Motivação(SPOC) = Motivação(ensino tradicional), ou seja, não houve diferença significativa na motivação entre os alunos participantes do SPOC e das aulas expositivas.
 - Hipótese Alternativa (H_1): Motivação(SPOC) > Motivação(ensino tradicional), ou seja, a motivação dos alunos participantes do SPOC é maior do que a dos alunos participantes das aulas expositivas.
 - Hipótese Alternativa (H_2): Motivação(SPOC) < Motivação(ensino tradicional), ou seja, a motivação dos alunos participantes do SPOC é menor do que a dos alunos participantes das aulas expositivas.
- Q2. Houve diferença de desempenho dos alunos que participaram do SPOC em relação aos alunos que participaram de uma classe tradicional?
 - Hipótese Nula (H_0): Desempenho(SPOC) = Desempenho(ensino tradicional), ou seja, não houve diferença significativa no desempenho entre os alunos participantes do SPOC e das aulas expositivas.

- Hipótese Alternativa (H_1): Desempenho(SPOC) > Desempenho(ensino tradicional), ou seja, o desempenho dos alunos participantes do SPOC é melhor do que o dos alunos participantes das aulas expositivas.
- Hipótese Alternativa (H_2): Desempenho(SPOC) < Desempenho(ensino tradicional), ou seja, o desempenho dos alunos participantes do SPOC é pior do que o dos alunos participantes das aulas expositivas.

8.3.3 Variáveis

Para avaliar quais das hipóteses definidas são verdadeiras, são seleccionadas as variáveis independentes e dependentes. As variáveis independentes são aquelas variáveis que podem ser controladas e alteradas no experimento; enquanto que as variáveis dependentes representam os efeitos dos tratamentos aplicados durante o experimento. Na Figura 90 são definidas as variáveis consideradas no experimento.

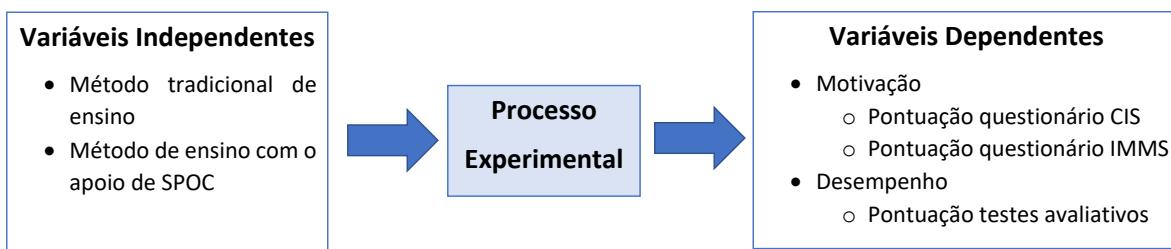


Figura 90 – Seleção de variáveis do experimento

O ensino de Teste de Software é a variável independente investigada e que deve ser manipulada durante o experimento. As variáveis dependentes estão relacionadas aos resultados obtidos no experimento. Nesse sentido, a motivação dos alunos é mensurada por meio da pontuação obtida nos questionários CIS e IMMS, enquanto que o desempenho dos alunos é avaliado por intermédio dos testes realizados ao final de cada módulo do curso.

8.3.4 Sujeitos

A seleção dos sujeitos é importante ao conduzir um experimento, pois está ligada à generalização dos seus resultados. Para a realização desse estudo foram convidados alunos de graduação do curso de graduação de Engenharia da Computação da Universidade Federal da Grande Dourados.

É importante ressaltar que todos os sujeitos participaram do estudo de forma voluntária e manifestaram interesse em participar do estudo assinando um formulário de consentimento.

Também foi solicitado que preenchessem um formulário de caracterização de perfil para verificar o grau de conhecimento em Teste de Software e na linguagem *Python*.

Na Figura 91 é resumido o nível de experiência dos participantes em programação, independentemente da linguagem conhecida. A minoria dos alunos aplicaram conceitos de programação em projetos reais, enquanto que a maioria possui conhecimentos advindos de estudos e projetos desenvolvidos em sala de aula. Entretanto, todos os alunos possuem conhecimento em alguma linguagem de programação.

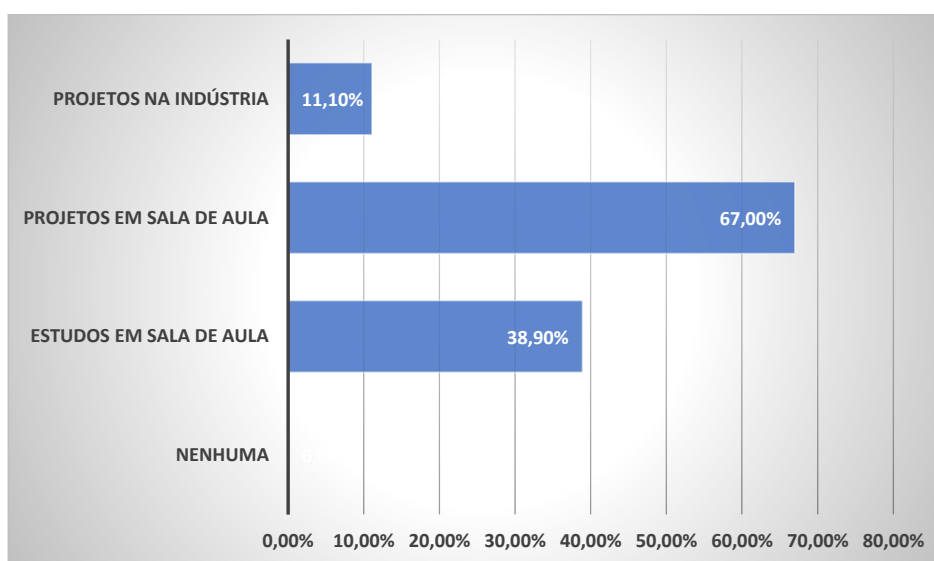


Figura 91 – Nível de experiência em programação

Na Figura 92 é apresentado o nível de experiência dos participantes em Teste de Software. A maior parte dos participantes do SPOC não possui nenhum conhecimento em testes, enquanto que a minoria aplicou conhecimentos em projetos na indústria.

Por fim, na Figura 93 são apresentadas as experiências dos participantes na linguagem Python. A maioria dos participantes não possui experiência na linguagem; apenas uma pequena parte aplicou conhecimentos em projetos práticos na indústria. O restante dos participantes apresenta a vivência na linguagem por meio de estudos realizados em sala de aula.

8.3.5 Design do Experimento

O design de um experimento descreve como os testes são organizados e executados. Este experimento é caracterizado como um fator e dois tratamentos: a aplicação do SPOC e o método tradicional (aulas expositivas), que são comparados no ensino de fundamentos de Teste de Software. Os sujeitos são distribuídos de forma balanceada; a divisão foi definida a partir da análise das respostas do formulário de caracterização de perfil e da seriação a que o participante pertence no curso. A distribuição dos sujeitos está disposta conforme apresentada na Tabela 26.

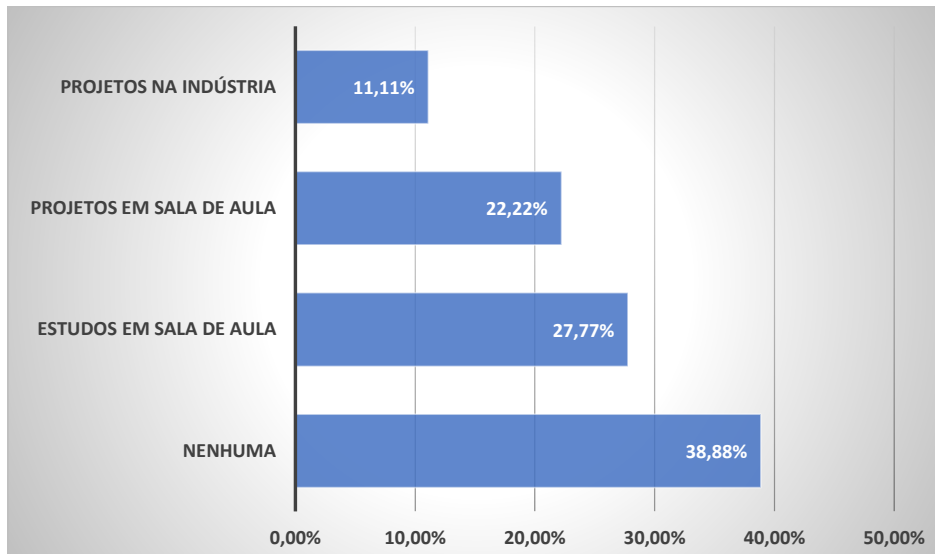


Figura 92 – Nível de experiência em Teste de Software

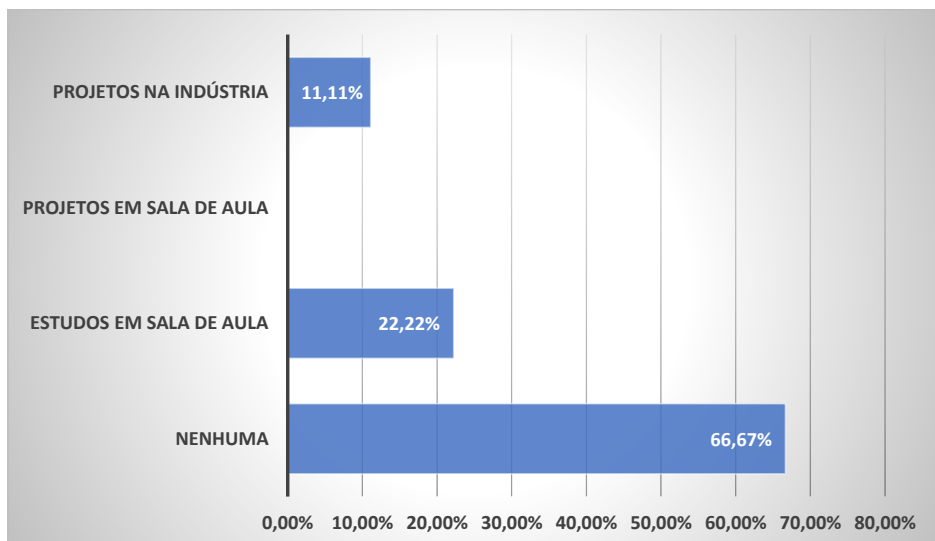


Figura 93 – Nível de experiência em Python

Tabela 26 – Distribuição dos sujeitos

Grupos	Ensino Tradicional	Ensino por meio do SPOC
Grupo 1	X	
Grupo 2		X

Na Figura 94 é apresentado o plano de execução do experimento proposto. Na primeira fase é aplicado o formulário de caracterização de perfil para a divisão dos sujeitos em dois grupos com 6 integrantes cada, sendo eles: controle e experimental. Em seguida, os grupos são divididos.

O grupo experimental participa da execução do SPOC, com o conteúdo coberto no curso “Introdução ao Teste de Software na linguagem Python”. Por outro lado, o grupo controle tem acesso ao mesmo conteúdo do SPOC por meio de aulas expositivas e com apoio do material postado na plataforma *Moodle*, simulando um ambiente de ensino em sala de aula, porém de maneira virtual.

Após a execução dos passos anteriores, os sujeitos respondem aos questionários CIS e IMMS, avaliando os critérios de interesse do curso. Adicionalmente, são disponibilizadas avaliações ao final de cada módulo para ambos os grupos, com questões e atividades práticas que cobrem o conteúdo abordado nos dois cursos. Todos os artefatos usados no experimento podem ser encontrados em um pacote experimental ¹².

8.3.6 Instrumentação

Os instrumentos do experimento foram definidos no seu planejamento com o propósito de auxiliar na coleta de dados. Para este estudo experimental, os instrumentos desenvolvidos são:

- Formulário de Consentimento: formulário em que os sujeitos manifestam seu interesse em participar do estudo de forma voluntária.
- Formulário de Caracterização de Perfil: questionário para caracterizar o nível de conhecimento de cada sujeito, essencial para efetuar a divisão equilibrada dos grupos de controle e experimental.
- SPOC: o curso “Introdução ao Teste de Software na linguagem Python”, que é aplicado como um SPOC.
- Questionário CIS: aplicado para medir as reações dos alunos sob uma condição de aprendizagem específica.
- Questionário IMMS: aplicado para medir as reações motivacionais dos alunos aos materiais instrucionais.

¹² <https://drive.google.com/drive/folders/1Dfo9DgCjD-mkSNj78X31-u5Oee_A5nla?usp=sharing>

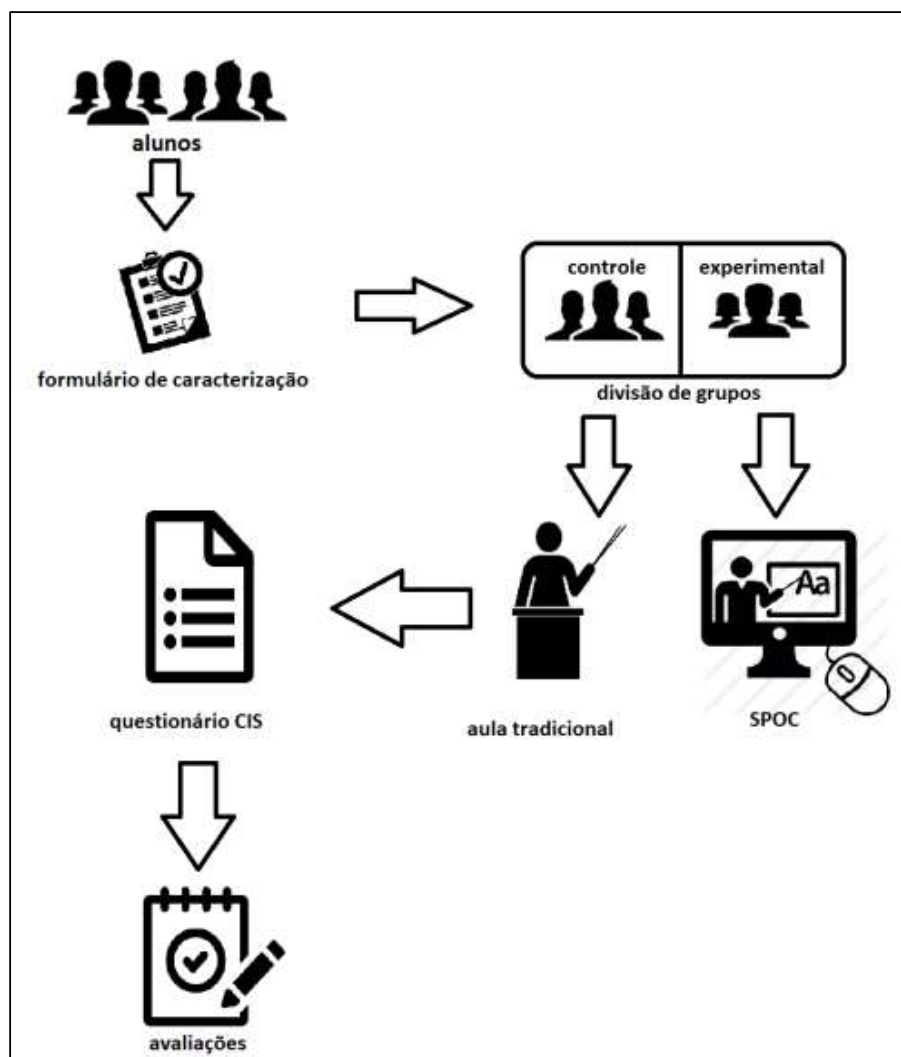


Figura 94 – Plano de execução do experimento

- Testes e atividades práticas: testes e atividades que abrangem o conteúdo abordado no curso, aplicados ao final de cada módulo do SPOC e do curso tradicional. O intuito é avaliar o desempenho dos alunos de cada um dos grupos.

8.3.7 Análise e Resultados

Os dados coletados do estudo experimental são usados na etapa de análise e interpretação, visando obter conclusões sobre o estudo. A seguir, são apresentadas as conclusões de cada uma das questões de pesquisa do estudo.

Q1. A aplicação do SPOC proporcionou uma maior motivação durante a aprendizagem dos alunos quando comparado com o ensino tradicional?

A primeira questão de pesquisa visa investigar a motivação dos participantes. Os resultados da aplicação do questionário CIS, e que avaliam a motivação em relação ao curso, podem ser vistos nas Tabelas 27, 28, 29 e 30.

A atenção foi a primeira dimensão avaliada, em que o grupo experimental atingiu resultados melhores em todos os quesitos em relação ao grupo controle. Os resultados sugerem que os participantes do SPOC estavam moderadamente atentos ao curso, e mais motivados com os tópicos e problemas apresentados no curso.

Tabela 27 – Questionário CIS: dimensão atenção

Dimensão: Atenção	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
1. Os instrutores sabem como nos entusiasmar com o assunto deste curso.	2,83	2,33
4. As aulas prendem pouco a minha atenção. (reversa)	2,33	3,50
10. Os instrutores criam expectativas ao abordar os tópicos.	2,5	2,33
15. Os alunos deste curso aparentam ser curiosos sobre o assunto.	2,83	2,17
21. Os instrutores fazem coisas incomuns ou surpreendentes que são interessantes.	2,5	1,67
24. Os instrutores usam uma variedade interessante de técnicas de ensino.	2,83	1,67
26. Costumo pensar em outras coisas enquanto estou realizando o curso. (reversa)	2,00	3,83
29. Minha curiosidade é frequentemente estimulada pelos tópicos e problemas apresentados durante o curso	3,00	1,83

Na dimensão relevância, o grupo experimental atingiu resultados iguais ou superiores em todos os quesitos avaliados. Os resultados indicam que os participantes do SPOC consideram que o curso é relevante. Porém, a interação entre os participantes por meio dos fóruns e ferramentas não atingiu uma boa avaliação.

Na dimensão satisfação, o grupo experimental também atingiu resultados iguais ou superiores em todos os quesitos avaliados. Os resultados indicam que os participantes do SPOC manifestaram satisfação em realizar o curso, o que é corroborado, especialmente, pelos resultados das questões 16 e 31. Entretanto, a baixa avaliação do critério relacionado aos comentários e *feedback*, indica que é algo que deve ser aprimorado no curso. Nota-se que é um fator que está relacionado à baixa adesão aos fóruns de discussão.

A confiança é a última dimensão avaliada, em que o grupo experimental atingiu resultados superiores na maioria dos quesitos avaliados. Os resultados indicam que os participantes do SPOC estiveram confiantes ao realizar o curso, principalmente se despenderm esforço suficiente. Entretanto, os resultados sugerem que o critério relacionado ao *feedback* também precisa ser aprimorado no curso.

A comparação entre as 4 dimensões dos dois grupos é apresentada na Tabela 31. Nota-se

Tabela 28 – Questionário CIS: dimensão relevância

Dimensão: Relevância	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
2. As coisas que aprendi neste curso serão úteis para mim.	4,17	4,17
5. Os instrutores fazem com que o assunto deste curso pareça importante.	3,17	2,67
8. Eu NÃO vejo como o conteúdo deste curso se relaciona com algo que já conheço. (reversa)	1,33	1,33
13. Neste curso, tento estabelecer e alcançar altos padrões de excelência.	3,83	2,67
20. O conteúdo deste curso está relacionado às minhas expectativas e objetivos.	3,33	3,33
22. Os alunos participam ativamente deste curso por meio dos fóruns e outros meios de interação	1,83	1,83
23. Para cumprir meus objetivos, é importante que eu me saia bem neste curso.	4,00	3,67
25. Acho que NÃO vou me beneficiar muito com este curso. (reversa)	1,83	1,83
28. Os benefícios pessoais ao realizar este curso são claros para mim.	3,33	2,83

Tabela 29 – Questionário CIS: dimensão satisfação

Dimensão: Satisfação	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
7. Tenho que trabalhar muito para ser bem sucedido neste curso. (reversa)	2,5	3,17
12. Sinto que este curso me dá muita satisfação.	3,5	2,83
14. Eu sinto que as notas ou outros reconhecimentos que recebo são justos em comparação com outros alunos.	3,67	3,00
16. Eu gosto de realizar este curso.	3,67	3,67
18. Estou satisfeito com as avaliações das minhas tarefas em comparação com o quanto bem eu acho que fiz	3,33	2,83
19. Sinto-me satisfeito com o que estou obtendo com este curso.	3,5	2,83
31. Estou bastante desapontado com este curso. (reversa)	2,33	2,67
32. Sinto que recebo bastante reconhecimento do meu desempenho neste curso por meio de notas, comentários ou outros <i>feedbacks</i> .	2,67	1,5
33. A quantidade de tarefas que tenho que fazer é apropriada para este tipo de curso.	3,5	3,67

que, de uma maneira geral, os participantes do SPOC apresentaram uma motivação maior em todos os níveis, principalmente na dimensão atenção.

A motivação dos participantes também foi avaliada por meio da aplicação do questionário IMMS. Os resultados, que avaliam a motivação em relação aos materiais do curso, são apresentados nas Tabelas 32, 33, 34 e 35.

Na dimensão atenção, o grupo experimental atingiu resultados melhores em quase todos os quesitos em relação ao grupo controle. Os resultados sugerem que os participantes do SPOC estavam atentos ao material utilizado no curso. Destacam-se a abordagem adotada e a qualidade

Tabela 30 – Questionário CIS: dimensão confiança

Dimensão: Confiança	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
3. Estou confiante de que vou me sair bem neste curso.	3,5	3,33
6. Você tem que ter sorte para tirar boas notas neste curso. (reversa)	2,17	2,66
9. Ser bem sucedido, ou não, neste curso depende de mim.	3,83	4,00
11. O assunto deste curso é muito difícil para mim. (reversa)	3,16	2,33
17. É difícil prever as notas das minhas tarefas. (reversa)	3,83	3,5
27. Como estou fazendo este curso, acredito que posso ter sucesso se me esforçar o suficiente.	4,17	3,67
30. Acho que o nível deste curso é ideal: nem muito fácil, nem muito difícil.	3,17	3,5
34. Recebo <i>feedback</i> suficiente para saber como está o meu desempenho.	1,83	1,33

Tabela 31 – Questionário CIS: pontuação das 4 dimensões

Item de Avaliação	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
Atenção	2,98	2,02
Relevância	3,59	3,33
Confiança	3,21	3,04
Satisfação	3,18	2,91

da escrita dos materiais didáticos e instrucionais utilizados no SPOC.

Na dimensão relevância, o grupo experimental atingiu resultados superiores na maioria dos quesitos avaliados. Os resultados indicam que os participantes do SPOC consideram que o material e o conteúdo do curso relevantes. Ainda, é possível observar que o sentimento de importância ao completar o curso é destaque na avaliação.

Na dimensão satisfação, o grupo experimental também atingiu resultados superiores em todos os quesitos avaliados. Os resultados indicam que os participantes do SPOC ficaram satisfeitos com o conteúdo do curso, principalmente ao completarem as atividades propostas e o curso como um todo.

Por fim, na dimensão confiança, o grupo experimental atingiu resultados iguais ou superiores nos quesitos avaliados. Os resultados sugerem que os participantes do SPOC demonstraram confiança em relação ao conteúdo e material do curso. Os participantes estavam confiantes de que poderiam aprender o conteúdo abordado, como mostram os resultados da questão 13.

A comparação das 4 dimensões do questionário IMMS entre os dois grupos é apresentada na Tabela 36. É possível observar que os participantes do SPOC apresentaram uma motivação maior em todos os níveis, principalmente na dimensão atenção.

O objetivo do teste de hipótese é verificar se é possível rejeitar uma certa hipótese nula,

Tabela 32 – Questionário IMMS: dimensão atenção

Dimensão: Atenção	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
2. Havia algo interessante no início do curso que chamou minha atenção.	3,83	2,83
8. A abordagem do curso é atraente.	3,67	2,5
11. A qualidade da escrita dos materiais didáticos utilizados no curso e dos materiais instrucionais ajudou a manter minha atenção.	4,00	2,00
12. O curso é tão abstrato que foi difícil manter minha atenção nela. (reversa)	1,67	3,83
15. O design do curso parece pouco atraente. (reversa)	1,83	4,00
17. A forma como a informação do curso é organizado, ajudou a manter minha atenção.	3,67	2,33
20. O curso tem coisas que me interessam.	3,33	3,00
22. A quantidade de repetições no curso me levou a ficar entediado algumas vezes. (reversa)	2,00	3,33
24. Eu aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.	3,67	3,67
28. A variedade dos exemplos, ilustrações etc., ajudaram a manter minha atenção no curso.	3,67	2,17
29. O estilo de escrita dos materiais didáticos e materiais instrucionais é monótono. (reversa)	1,83	3,5
31. Há tantas palavras em cada slide que é irritante. (reversa)	1,67	2,17

Tabela 33 – Questionário IMMS: dimensão relevância

Dimensão: Relevância	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
6. Está claro para mim como o conteúdo do curso está relacionado a coisas que eu já sei/conheço.	3,5	3,33
9. Havia exemplos que me mostraram como o curso pode ser importante para as pessoas que estão aprendendo sobre Teste de Software.	3,5	2,67
10. Completar o curso com sucesso foi importante pra mim.	4,17	3,67
16. O conteúdo ensinado no curso é relevante para os meus interesses.	3,5	4,00
18. Há explicações ou exemplos de como as pessoas utilizam o conhecimento no curso.	3,5	2,17
23. O conteúdo e o estilo de escrita no curso transmitem a impressão de que vale a pena conhecer seu conteúdo.	3,83	2,83
26. O curso não foi relevante para minhas necessidades porque eu já sabia a maior parte do conteúdo estudado nele. (reversa)	1,5	2,17
30. Eu poderia relacionar o conteúdo do curso à coisas que eu tenho visto, feito ou pensado a respeito em minha carreira.	3,33	2,5
33. O conteúdo do curso é útil para mim.	4,33	3,50

Tabela 34 – Questionário IMMS: dimensão satisfação

Dimensão: Satisfação	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
5. Completar os exercícios propostos no curso me deu um sentimento de satisfação e realização.	3,67	3,00
14. Eu gostei tanto do curso, que eu gostaria de saber mais sobre o seu assunto.	3,33	2,33
21. Eu realmente gostei de estudar por meio do curso.	3,50	2,67
27. O <i>feedback</i> após os exercícios ou outros comentários no curso me ajudou a sentir recompensado pelo meu esforço.	3,50	2,33
32. Eu me senti bem em terminar o curso.	4,00	3,33
36. Foi um prazer participar do curso, tão bem planejado.	3,83	3,00

Tabela 35 – Questionário IMMS: dimensão confiança

Dimensão: Confiança	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
1. Quando eu olhei pela primeira vez para o curso, eu tive a impressão de que ela seria fácil para mim.	3,33	3,33
3. O curso foi mais difícil de entender do que eu gostaria que fosse. (reversa)	2,5	3,17
4. Depois de ler (ou receber) as informações introdutórias eu me senti confiante de que estava apto a aprender a partir do curso.	3,17	2,67
7. Muitas das páginas dos materiais utilizados no curso tem muita informação que foi difícil de captar e se lembrar dos pontos importantes. (reversa)	2,00	3,50
13. Enquanto trabalhava no curso, eu estava confiante de que poderia aprender o conteúdo.	3,83	2,67
19. Os exercícios do curso eram muito difíceis. (reversa)	2,83	3,50
25. Depois de trabalhar nesta abordagem de ensino por um tempo, eu estava confiante de que eu seria capaz de passar por uma prova sobre Teste de Software.	3,50	2,17
34. Eu não conseguia realmente entender um pouco do material utilizado no curso. (reversa)	3,33	3,67
35. A boa organização do conteúdo me ajudou a ter certeza de que eu aprenderia por meio do curso.	3,50	3,00

Tabela 36 – Questionário IMMS: pontuação das 4 dimensões

Item de Avaliação	Média: Grupo Experimental	Média: Grupo Controle
Atenção	3,90	2,64
Relevância	3,79	3,17
Confiança	3,64	2,78
Satisfação	3,41	2,67

com base em uma amostra de alguma distribuição estatística (WOHLIN *et al.*, 2012). O *t-test* é um teste paramétrico usado para comparar duas amostras independentes, ou seja, o design do experimento deve ser de um fator com dois tratamentos.

Para checar a normalidade das amostras e, conseqüentemente, a aplicabilidade do *t-test* é executado o teste de Shapiro–Wilks. Para a amostra do grupo controle foi obtido o *p-value* = 0,666514, já para a amostra do grupo experimental o *p-value* = 0,899189. Em ambos os casos são obtidos o *p-value* > 0,05, então é possível considerar que as amostras são normais.

Admitindo o valor de significância de $\alpha = 0,01$, os valores obtidos pela aplicação do *t-test* são: *t-value* = 3,52433 e *p* = 0,003368. Dessa maneira é possível rejeitar a hipótese nula com um teste bicaudal em $p < 0,01$.

Q2. Houve diferença de desempenho dos alunos que participaram do SPOC em relação aos alunos que participaram de uma classe tradicional?

Na Figura 95 são apresentados os desempenhos dos alunos pertencentes aos grupos controle e experimental em cada um dos módulos do curso. Nota-se que o desempenho dos alunos participantes do SPOC, medido por meio de testes e performance em atividades práticas, foi melhor em todos os tópicos do curso.

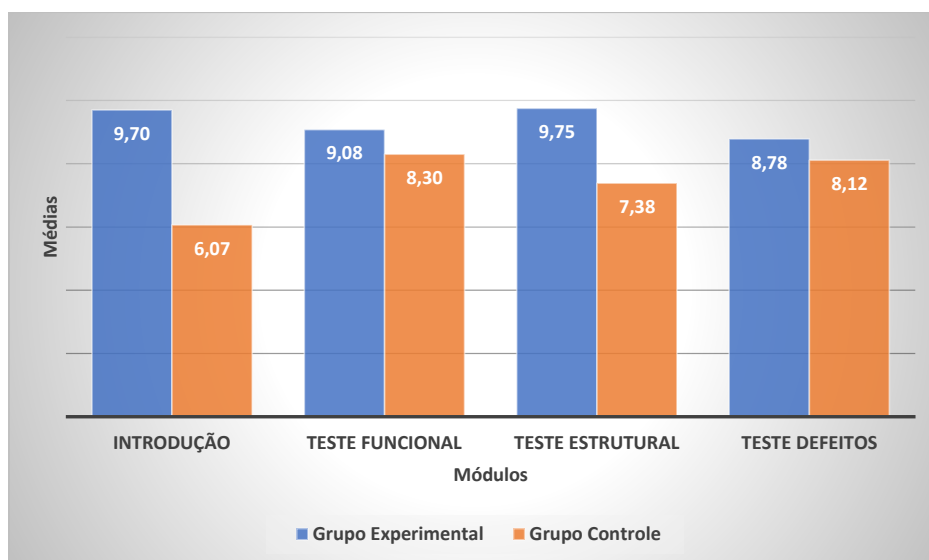


Figura 95 – Desempenhos dos grupos controle e experimental

Na Figura 96 é apresentado um *boxplot* (diagrama de caixas), utilizado na análise exploratória de variáveis quantitativas. Por meio do diagrama, que representa o desempenho do grupo controle no estudo experimental, é possível observar que a dispersão dos dados (diferença entre o primeiro e quartis) é pequena nos 3 primeiros tópicos do curso. Entretanto, no tópico de “Teste Baseado Em Defeitos” houve uma maior discrepância no desempenho dos participantes.

O desempenho do grupo experimental é ilustrado na Figura 97. Nota-se que a dispersão dos dados é menor do que nos dados representados no gráfico anterior. Com isso, é possível

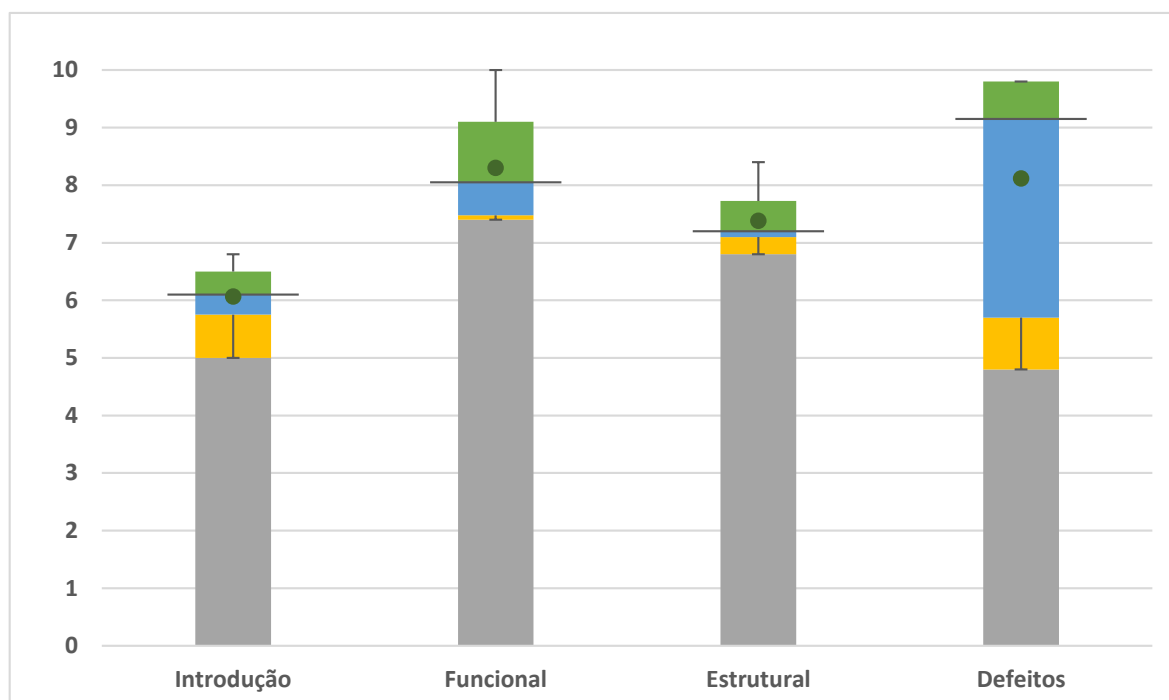


Figura 96 – Boxplot: desempenho do grupo controle

observar que o desempenho dos participantes é mais homogêneo em todos tópicos do curso. Assim como é observado no grupo controle, também não há *outliers* (valores discrepantes) no grupo experimental.

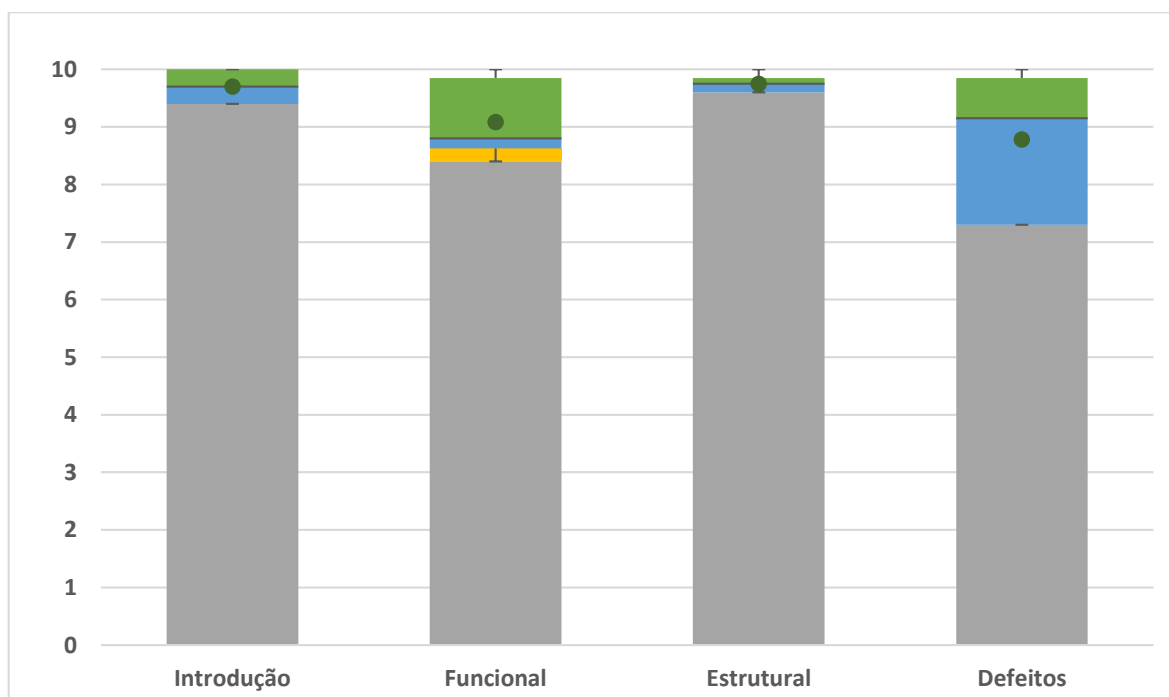


Figura 97 – Boxplot: desempenho do grupo experimental

Para checar a normalidade das amostras também é aplicado o teste de Shapiro–Wilks. Para a amostra do grupo controle foi obtido o p -value = 0,822731, já para a amostra do grupo experimental o p -value = 0,136106. Em ambos os casos são obtidos o p -value $> 0,05$, então é possível considerar que as amostras são normais.

Admitindo o valor de significância de $\alpha = 0,01$, os valores obtidos pela aplicação do t -test são: t -value = 5,01579 e $p = 0,000525$. Dessa maneira é possível rejeitar a hipótese nula com um teste bicaudal em $p < 0,01$.

8.4 Ameaças à Validade

Neste trabalho são consideradas como ameaças à validade, fatores que podem afetar e impactar a análise e interpretação dos resultados da aplicação do estudo de caso. As principais ameaças à validade são apresentadas a seguir:

1. **Equívocos de observações:** podem ocorrer equívocos e mal-entendidos nas observações realizadas durante a execução do processo. Para amenizar essa ameaça foram usadas outras fontes de dados com perspectivas semelhantes (entrevistas, formulários).
2. **Má interpretação de entrevistas:** podem ter ocorrido falta de objetividade, mal-entendidos e omissões na análise das respostas das entrevistas. Visando atenuar essa ameaça, a identificação de inconsistências entre as entrevistas e nos resultados finais foi realizada; assim como o *feedback* aos entrevistados antes de tabular os resultados da entrevista.
3. **Número de participantes reduzido:** o número de participantes da avaliação do DD-SMOOC foi pequeno (4 participantes), e pode não indicar a aplicabilidade e compreensão do processo proposto para apoiar o desenvolvimento de cursos voltados ao ensino de Engenharia de Software. A intenção é conduzir novos estudos com um maior número de pessoas.
4. **Aplicação no domínio de teste de software:** a execução do processo proposto ocorreu apenas em uma subárea da Engenharia de software. Dentre os trabalhos futuros, está o desenvolvimento de novos cursos pela comunidade, o que proporcionaria novas perspectivas e a oportunidade de aplicar o DD-SMOOC em outros domínios.
5. **Ambiente do experimento:** o experimento foi realizado de maneira não presencial. Por isso, os participantes podem ter sofrido interferência externa e problemas técnicos como dificuldade de acesso à Internet.
6. **Experiência dos participantes:** o nível de experiência dos participantes pode influenciar na validação. Para mitigar essa ameaça, a partir dos formulários de caracterização, foram criados grupos homogêneos com nível semelhante de conhecimento.

8.5 Considerações Finais

Este capítulo apresenta os resultados obtidos da aplicação de um estudo de caso visando identificar as contribuições do desenvolvimento colaborativo e distribuído de MOOCs e SPOCs. As abordagens utilizadas para a coleta e análise de dados são expostas e os principais resultados sumarizados.

Em suma, a execução do DD-SMOOC ocorreu sem grandes problemas. As principais contribuições podem ser categorizadas em 3 categorias: a formação de comunidades; o suporte ao desenvolvimento distribuído de MOOCs e SPOCs; a aplicabilidade do curso no apoio ao ensino de Engenharia de Software. A primeira contribuição se refere à uma rede de colaboração que foi formada para o desenvolvimento do curso, e que está disposta em contribuir em novos projetos. A segunda contribuição está relacionada à viabilidade e à aplicabilidade do processo proposto para o desenvolvimento colaborativo e distribuído de MOOCs e SPOCs. A terceira principal contribuição é a aplicabilidade do curso no ensino de teste de software, seja como MOOC ou como SPOC, onde foi possível proporcionar um melhor *feedback* aos alunos.

No próximo capítulo são apresentadas as principais contribuições, limitações deste trabalho de doutorado, assim como novas perspectivas para a continuidade deste projeto.

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

9.1 Considerações Iniciais

Os MOOCs (*Massive Open Online Courses*) são modelos de cursos que disponibilizam conteúdos de aprendizagem, de maneira online e aberta, em plataformas digitais com recursos específicos. Por outro lado, SPOCs (*Small Private Online Courses*) são cursos aplicados de modo privado em turmas menores. Por meio dos MOOCs a expansão do ensino é permitida, enquanto os SPOCs permitem o acompanhamento da aprendizagem dos alunos de uma maneira mais eficaz.

Geralmente, o ciclo de vida de MOOCs e SPOCs envolvem 4 fases: planejamento, desenvolvimento, execução e evolução. Entretanto, como apontando nos estudos de trabalhos anteriores, apresentados a partir de resultados oriundos de mapeamentos sistemáticos da literatura, umas das desvantagens em se produzir cursos são o tempo e esforço despendidos. Além disso, os modelos atuais não empregam o conceito de desenvolvimento colaborativo e distribuído.

Neste trabalho de doutorado são ofertadas contribuições neste sentido. Por meio do processo proposto é possível desenvolver MOOCs e SPOCs de modo colaborativo e distribuído, colaborando na produtividade do processo e na qualidade do curso resultante.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte forma. Na Seção 9.2, as principais contribuições deste trabalho de doutorado são reapresentadas. Na Seção 9.3, são expostas as novas perspectivas de trabalhos futuros, a partir da continuidade deste trabalho. Por fim, na Seção 9.4, é apresentada a produção bibliográfica resultante deste projeto, bem como as expectativas de novas publicações.

9.2 Contribuições

A motivação que guiou este trabalho de doutorado foi a investigação de como o desenvolvimento e a aplicação de MOOCs e SPOCs pode ser benéfico ao ensino de Engenharia de Software. Mais especificamente, este trabalho abordou a produção distribuída e colaborativa desses cursos. Como principal resultado, destaca-se o estabelecimento de uma comunidade de professores e alunos colaboradores, apoiados por um processo que afere a qualidade dos materiais resultantes em todas as fases do ciclo de vida de um curso. As avaliações iniciais indicam o potencial de aplicação de MOOCs e SPOCs produzidos, de modo colaborativo, no apoio ao ensino de Engenharia de Software. As principais contribuições deste trabalho de doutorado são apresentadas a seguir:

- **Caracterização dos benefícios da aplicação de MOOCs no ensino de Computação:** os fatores essenciais que precisam ser considerados durante aplicação de MOOCs no ensino podem ser encontrados neste trabalho. O estudo executado por meio de um mapeamento sistemático definiu como, e em quais áreas, os MOOCs têm sido aplicados, assim como suas vantagens, sob a perspectiva dos seguintes *stakeholders*: (i) alunos, (ii) instrutores ou professores, (iii) iniciativa privada e (iv) Instituições de Ensino.
- **Caracterização dos desafios da aplicação de MOOCs no ensino de Computação:** os obstáculos a serem superados ao se aplicar MOOCs são apresentados neste trabalho. Essa análise é resultado de um estudo executado por meio de um mapeamento sistemático, também realizado sob a perspectiva dos seguintes *stakeholders*: (i) alunos, (ii) instrutores ou professores, (iii) iniciativa privada e (iv) Instituições de Ensino.
- **Caracterização dos benefícios a aplicação de SPOCs no ensino de Computação:** são encontradas neste trabalho as tendências da aplicação de SPOCs no domínio de ensino de Computação. O estudo é resultado de um mapeamento sistemático, em que os resultados são analisados sob diferentes perspectivas: (i) alunos, (ii) instrutores ou professores, (iii) iniciativa privada e (iv) Instituições de Ensino.
- **Caracterização dos desafios a aplicação de SPOCs no ensino de Computação:** os obstáculos a serem superados ao se aplicar SPOCs são encontrados neste trabalho. Essa análise é resultado de um estudo executado por meio de um mapeamento sistemático, também realizado sob a perspectiva dos seguintes *stakeholders*: (i) alunos, (ii) instrutores ou professores, (iii) iniciativa privada e (iv) Instituições de Ensino.
- **Panorama dos MOOCs da área de Engenharia de Software:** por meio de um estudo, aqui apresentado, é possível ter uma visão geral dos MOOCs ofertados na área de Engenharia de Software. Dentre as informações encontram-se o tema do curso, a plataforma em que está hospedado, os recursos existentes e os modelos de negócio empregados.

- **Caracterização do desenvolvimento de MOOCs e SPOCs:** os processos e métodos encontrados na literatura para o desenvolvimento de MOOCs e SPOCs foram investigados e modelados. Com isso, foi possível analisar o que os modelos apresentavam em comum, suas potencialidades e distinções.
- **Modelo de qualidade para o desenvolvimento de MOOCs e SPOCs:** a efetividade da aplicação de MOOCs e SPOCs pode ser medida por diversas variáveis e indicadores, que são condensados em um modelo de qualidade composto por critérios tecnológicos, pedagógicos, motivacionais, de usabilidade, conteúdo, suporte, avaliação, interatividade, participação e aperfeiçoamento. A aplicação de modelo é apoiada por rubricas, *checklists* e formulários de avaliação e tem como objetivo atingir um curso coeso e livre de defeitos.
- **Processo genérico para o desenvolvimento de MOOCs e SPOCs:** o DD-SMOOC é um processo, apoiado por um modelo de qualidade, baseado em elementos encontrados nos processos e métodos existentes na literatura. O diferencial da proposta está no suporte adequado em todas as fases do ciclo de vida de MOOCs e SPOCs: planejamento, desenvolvimento, execução e evolução. Além disso, propõe o desenvolvimento colaborativo e distribuído dos materiais utilizados no curso.
- **Formação de comunidades:** a metodologia de desenvolvimento empregada na produção de MOOCs e SPOCs por meio do DD-SMOOC necessita da cooperação e colaboração dos envolvidos no processo. Ou seja, a participação ativa dos colaboradores é vital para o que o resultado final do curso seja bem sucedido. A partir dos resultados obtidos da aplicação do estudo de caso, é possível constatar que uma comunidade inicial foi formada e que está disposta a contribuir na evolução do curso, no desenvolvimento de novos cursos em outros domínios do ensino de Engenharia de Software e em estabelecer parcerias em projetos de pesquisa.
- **Aplicabilidade de MOOCs e SPOCs no ensino de Engenharia de Software:** o curso resultante da aplicação do estudo de caso é fruto do esforço coletivo de uma equipe, composta por professores com conhecimento na área e de revisores apoiados por um modelo de qualidade. O curso recebeu um bom *feedback* dos alunos durante a sua avaliação, o que indica sua aplicabilidade no ensino de teste de software. Além disso, trata-se de uma proposta exequível em outros domínios do ensino de Engenharia de Software/Computação.

9.3 Trabalhos Futuros

Após o término deste trabalho, podem ser observadas algumas possibilidades de sua continuidade em futuros projetos de pesquisa. A seguir, são apresentadas brevemente algumas dessas possibilidades:

- **Atualização dos mapeamentos sistemáticos:** o objetivo é atualizar os mapeamentos apresentados (MOOCs e SPOCs).
- **Fortalecimento da comunidade:** o próximo desafio é promover iniciativas com o intuito de engajar novos membros para a produção de novos cursos.
- **Evolução do curso:** a partir do *feedback* obtido dos alunos participantes do curso, é possível evoluir o curso de forma contínua. Além disso, existe o planejamento da inclusão de novos módulos no curso.
- **Condução de novos estudos de caso:** almeja-se o planejamento e condução de novos estudos de caso para validar o processo DD-SMOOC que contemplem outros domínios do ensino de Engenharia de Software. Adicionalmente, a condução de novos estudos resultará em novos cursos que podem ser aplicados no apoio ao ensino de maneira aberta e gratuita.
- **Desenvolvimento de uma ferramenta para a visualização do DD-SMOOC:** todo o processo está modelado na notação BPMN e documentado de maneira textual. O objetivo é disponibilizar uma ferramenta que apresente o processo DD-SMOOC de maneira dinâmica, tendo como objetivo o melhor acesso às informações contidas em cada fase do processo.
- **Refinamento do modelo de qualidade:** a intenção é a criação e inclusão de níveis de maturidade no atual modelo de qualidade proposto. Com isso, espera-se estabelecer padrões de desenvolvimento de MOOCs e SPOCs, reduzindo eventuais falhas.
- **Evolução do processo:** durante a execução do DD-SMOOC foram constatados quesitos passíveis de melhoria do processo, como a inclusão de uma fase de treinamentos visando a capacitação dos colaboradores.
- **Planejamento e condução de novos estudos empíricos:** o intuito é planejar e desenvolver experimentos para validar e avaliar o processo DD-SMOOC, com um número maior de participantes, inclusive em participantes da indústria.

9.4 Produção Bibliográfica

Publicações aceitas:

- PRATES, JORGE M.; GARCIA, ROGERIO E.; MALDONADO, JOSÉ C. Small Private Online Courses in Computing Learning: evidence, trends and challenges. In: XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Brazilian Symposium on Computers in Education), 2019, Brasília. Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019), 2019. p. 129.

- PRATES, JORGE M.; GARCIA, ROGERIO E.; MALDONADO, JOSÉ C. MOOCs on the Context of Software Engineering Teaching and Training: Trends and Challenges. In: *Frontiers in Education Conference (FIE), 2018, San Jose, California. 48th Annual Frontiers in Education Conference (FIE 2018)*, 2018.

REFERÊNCIAS

ABRAN, A.; BOURQUE, P.; DUPUIS, R.; MOORE, J. W. (Ed.). **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - SWEBOK**. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2001. ISBN 0769510000. Citado na página [120](#).

ALARIO-HOYOS, C.; PÉREZ-SANAGUSTÍN, M.; KLOOS, C. D.; MERINO, P. J. Muñoz. Recommendations for the design and deployment of MOOCs: Insights about the MOOC digital education of the future deployed in MiríadaX. In: **Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality**. New York, NY, USA: ACM, 2014. v. 1, p. 403–408. Citado nas páginas [52](#), [141](#), [142](#), [143](#) e [144](#).

ALARIO-HOYOS, C.; PÉREZ-SANAGUSTÍN, M.; CORMIER, D.; DELGADO-KLOOS, C. Proposal for a conceptual framework for educators to describe and design MOOCs. **Journal of Universal Computer Science**, v. 20, n. 1, p. 6–23, 2014. Citado nas páginas [15](#), [18](#), [26](#), [31](#), [47](#), [48](#) e [230](#).

Alzaghoul, A.; Tovar, E. A proposed framework for an adaptive learning of massive open online courses (moocs). In: **2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 127–132. Citado nas páginas [18](#) e [230](#).

APARICIO, M.; BACAO, F.; OLIVEIRA, T. MOOC's business models: Turning black swans into gray swans. In: **Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication**. [S.l.: s.n.], 2014. v. 1, p. 45–49. ISBN 978-1-4503-2713-8. Citado nas páginas [19](#), [58](#) e [59](#).

ARAUJO, R.; ZORZO, A.; NUNES, D.; MATOS, E.; STEINMACHER, I.; LEITE, j.; CORREIA, r.; MARTINS, S. **Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação 2017**. [S.l.: s.n.], 2017. ISBN 978-85-7669-424-3. Citado na página [119](#).

ATIAJA, L. A.; PROENZA, R. S. The MOOCs: origin, characterization, principal problems and challenges in Higher Education. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, v. 12, n. 1, 2016. ISSN 1826-6223. Citado na página [32](#).

BALI, M. MOOC pedagogy: Gleaning good practice from existing MOOCs. **MERLOT Journal of Online Learning and Teaching**, v. 44, n. 1, p. 502–507, 2014. Citado na página [35](#).

BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. The goal question metric approach. In: **Encyclopedia of Software Engineering**. [S.l.]: Wiley, 1994. Citado na página [189](#).

BATURAY, M. H. An overview of the world of MOOCs. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 174, p. 427 – 433, 2015. Citado na página [32](#).

BAVOTA, G.; LUCIA, A. D.; FASANO, F.; OLIVETO, R.; ZOTTOLI, C. Teaching software engineering and software project management: An integrated and practical approach. In: **34th International Conference on Software Engineering (ICSE)**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1155–1164. Citado na página [128](#).

- BELGIU, M.; STROBL, J.; WALLENTIN, G.; KOBLEN, B.; COETZEE, S.; KAINZ, W. Open Geospatial Education. **ISPRS Int. J. Geo-Inf**, v. 4, p. 697–710, 2015. ISSN 2220-9964. Citado nas páginas [19](#) e [59](#).
- BELLEFLAMME, P.; JACQMIN, J. An economic appraisal of MOOC platforms: Business models and impacts on Higher Education. **CESifo Economic Studies**, v. 62, n. 1, p. 148, 2016. Citado na página [57](#).
- Beltran, P.; Cedillo, P.; Rodriguez-Ch, P.; Bermeo, A. Moocep: Towards a method for building massive open online courses for elderly people. In: **2017 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 279–286. Citado nas páginas [18](#), [231](#) e [232](#).
- BIAN, K. On problems in SPOC teaching and solution strategy-with 'introduction to chinese traditional culture' in university of science and technology as an example. In: **3rd International Conference on Management, Education Technology and Sports Science (METSS 2016)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 115–119. Citado nas páginas [84](#) e [85](#).
- BIOLCHINI, J.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; TRAVASSOS, G. H. **Systematic review in software engineering**. [S.l.], 2005. Citado na página [63](#).
- BLANCO, n. F.; GARCÍA-PEÑALVO, F. J.; SEIN-ECHALUCE, M. A methodology proposal for developing adaptive cMOOC. In: PEÑALVO, F. J. G. (Ed.). **TEEM**. [S.l.]: ACM, 2013. p. 553–558. ISBN 978-1-4503-2345-1. Citado na página [47](#).
- BOURQUE, P.; ROBERT, F.; LAVOIE, J. M.; LEE, A.; TRUDEL, S.; LETHBRIDGE, T. C. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK) and the software engineering education knowledge (SEEK) - a preliminary mapping. In: **10th International Workshop on Software Technology and Engineering Practice**. [S.l.: s.n.], 2002. p. 8–23. Citado na página [122](#).
- BROMAN, D.; SANDAHL, K.; BAKER, M. The company approach to software engineering project courses. **IEEE Transactions on Education**, v. 55, n. 4, p. 445–452, Nov 2012. ISSN 0018-9359. Citado na página [123](#).
- BURD, E. L.; SMITH, S. P.; REISMAN, S. Exploring business models for MOOCs in higher education. **Innovative Higher Education**, v. 40, n. 1, p. 37–49, 2015. ISSN 1573-1758. Citado nas páginas [56](#) e [57](#).
- BUTCHER, N. **A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)**. Paris, France; Vancouver, Canada: Kanwar, A., Uvalic-Trumbic S. and UNESCO, 2011. Citado nas páginas [101](#), [103](#), [104](#) e [105](#).
- CHAPMAN, S.; GOODMAN, S.; JAWITZ, J.; DEACON, A. A strategy for monitoring and evaluating massive open online courses. **Evaluation and Program Planning**, v. 57, p. 55 – 63, 2016. ISSN 0149-7189. Citado nas páginas [51](#), [140](#) e [142](#).
- CHENG, M.; ZHANG, J. Ch-spoc: A hybrid learning mode and its exploration in Zhejiang University. In: **2014 International Conference of Educational Innovation through Technology**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 158–161. Citado na página [85](#).

CHUNWIJITRA, S.; TUMMARATTANANONT, P.; LAOKOK, S.; KRAIRAKSA, K.; JUNLOUCHAI, C.; CHAI, W. N.; WUTIWIWATCHAI, C. The strategy to sustainable sharing resources repository for massive open online courses in Thailand. In: **Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2015 12th International Conference on**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–5. Citado nas páginas 16 e 115.

COLBRAN, S.; GILDING, A. MOOCs and the rise of online legal education. **Journal of Legal Education**, v. 63, n. 3, p. 405–428, 2014. ISSN 0022-2208. Citado na página 60.

COOK, J. E.; WOLF, A. L. Software process validation: Quantitatively measuring the correspondence of a process to a model. **ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 8, n. 2, p. 147–176, abr. 1999. ISSN 1049-331X. Citado na página 186.

CURINGA, M. X. The MOOC and the multitude. **Educational Theory**, v. 66, n. 3, p. 369–387, 2016. Citado na página 33.

DAGNINO, A. Increasing the effectiveness of teaching software engineering: A university and industry partnership. In: **IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 49–54. Citado na página 25.

DAHIYA, D. Teaching software engineering: A practical approach. **SIGSOFT Softw. Eng. Notes**, ACM, New York, NY, USA, v. 35, n. 2, p. 1–5, mar. 2010. ISSN 0163-5948. Citado na página 123.

DANIEL, S. J. Making sense of moocs: Musings in a maze of myth, paradox and possibility. **Journal of Interactive Media in Education**, n. 3, p. 18, 2012. Citado na página 26.

DARADOUMIS, T.; BASSI, R.; XHAFI, F.; CABALLE, S. A review on massive e-learning (mooc) design, delivery and assessment. In: **2013 Eighth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing**. [S.l.: s.n.], 2013. v. 1, p. 208–213. Citado na página 51.

DASARATHY, B.; SULLIVAN, K.; SCHMIDT, D. C.; FISHER, D. H.; PORTER, A. The past, present, and future of MOOCs and their relevance to software engineering. In: **Proceedings of the on Future of Software Engineering**. New York, NY, USA: ACM, 2014. v. 1, p. 212–224. ISBN 978-1-4503-2865-4. Citado na página 42.

DAVIS, H. C.; DICKENS, K.; LEON, M.; SÁNCHEZ-VERA, M. del M.; WHITE, S. MOOCs: What motivates the producers and participants? In: **6th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 99–114. Citado nas páginas 26, 56 e 60.

DELAMARO, M. E.; JINO, M.; MALDONADO, J. C. **Introdução ao Teste de Software**. [S.l.]: Elsevier, 2007. Citado nas páginas 151 e 153.

DELLAROCAS, C.; ALSTYNE, M. V. Money models for MOOCs. **Commun. ACM**, ACM, New York, NY, USA, v. 56, n. 8, p. 25–28, ago. 2013. ISSN 0001-0782. Citado na página 57.

DUART, J.; ROIG-VILA, R.; MENGUAL-ANDRES, S.; DURÁN, M.-n. The pedagogical quality of moocs based on a systematic review of jcr and scopus publications (2013-2015). **Revista Española de Pedagogía**, v. 75, 05 2017. Citado nas páginas 142, 143 e 144.

- FASSBINDER, A.; DELAMARO, M. E.; BARBOSA, E. F. Construção e uso de MOOCs: Uma revisão sistemática. In: **XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014) - III Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–10. Citado nas páginas [15](#), [18](#), [50](#), [232](#) e [233](#).
- FELDER, R.; BRENT, R. The abc's of engineering education: Abet, bloom's taxonomy, cooperative learning, and so on. In: **Proceedings of the 2004 American Society of Engineering Education annual conference & exposition**. [S.l.]: American Society for Engineering Education, 2004. Citado nas páginas [123](#), [125](#) e [126](#).
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering Education**, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988. Citado nas páginas [125](#) e [126](#).
- FELIZARDO, K. R.; NAKAGAWA, E. Y.; FABRI, S. C. P. F.; FERRARI, F. C. **Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software**. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier, 2017. Citado nas páginas [15](#), [64](#), [68](#) e [69](#).
- FIGUEIREDO, E.; PEREIRA, J. A.; GARCIA, L.; LOURDES, L. On the evaluation of an open software engineering course. In: **2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–8. Citado na página [42](#).
- FITZPATRICK, J.; LEDECZI, A.; NARASIMHAM, G.; LAFFERTY, L.; LABRIE, R.; MIELKE, P.; KUMAR, A.; BRADY, K. Lessons learned in the design and delivery of an introductory programming mooc. In: **SIGCSE '17: Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 219–224. Citado na página [142](#).
- FOX, A. From MOOCs to SPOCs. **Communications of the ACM**, ACM, New York, NY, USA, v. 56, n. 12, p. 38–40, dez. 2013. ISSN 0001-0782. Citado nas páginas [26](#), [27](#), [83](#), [84](#) e [85](#).
- GAMAGE, D.; FERNANDO, S.; PERERA, I. Factors leading to an effective mooc from participants perspective. In: **2015 8th International Conference on Ubi-Media Computing (UMEDIA)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 230–235. Citado nas páginas [142](#) e [143](#).
- GAMAGE, D.; PERERA, I.; FERNANDO, S. A framework to analyze effectiveness of elearning in MOOC: Learners perspective. In: **2015 8th International Conference on Ubi-Media Computing (UMEDIA)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 236–241. Citado nas páginas [51](#), [55](#) e [142](#).
- GARCÍA, C.; ARTUR, C.; UBIETO-ARTUR, M.-I.; HERNÁNDEZ, L.; BUESO, P.; BLANCO, n.; SEIN-ECHALUCE, M. Designing and implementing a massive open online course: Lessons learnt. In: **TEEM 2017: Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–6. Citado na página [142](#).
- GARCIA, R. E.; CORREIA, R. C. M.; OLIVETE, C.; BRANDI, A. C.; PRATES, J. M. Teaching and learning software project management: A hands-on approach. In: **2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–7. Citado na página [127](#).
- GARY, K.; LINDQUIST, T.; BANSAL, S.; GHAZARIAN, A. A project spine for software engineering curricular design. In: **2013 26th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 299–303. ISSN 1093-0175. Citado na página [117](#).

GLUSAC, D.; KARUOVIC, D.; MILANOV, D. Massive open online courses - pedagogical overview. In: **Proceedings of the 2015 16th International Carpathian Control Conference (ICCC)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 142–146. Citado nas páginas 35, 40 e 60.

GNATZ, M.; KOF, L.; PRILMEIER, F.; SEIFERT, T. A practical approach of teaching software engineering. In: **Proceedings of the 16th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2003. p. 120–128. ISBN 0-7695-1869-9. Citado nas páginas 123 e 127.

Hassani, A.; Ghanouchi, S. A. Modeling of a collaborative learning process in the context of moocs. In: **2016 Third International Conference on Systems of Collaboration (SysCo)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado nas páginas 18 e 231.

HEW, K. F.; CHEUNG, W. S. Students' and instructors' use of massive open online courses (moocs): Motivations and challenges. **Educational Research Review**, v. 12, p. 45 – 58, 2014. Citado na página 26.

HOLLANDS, F.; TIRTHALI, D. Resource requirements and costs of developing and delivering moocs. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 15, n. 5, 2014. ISSN 1492-3831. Citado na página 56.

HYLÉN, J. Open educational resources: Opportunities and challenges. In: **Open Education 2006: Community, Culture, and Content**. Utah State University, Logan UT: Centre for Educational Research and Innovation, 2006. p. 49–63. Citado na página 26.

JANSEN, D.; SCHUWER, R. **Making Sense of MOOCs – A Guide for Policy-Makers in Developing Countries**. [S.l.: s.n.], 2016. ISBN 978-92-3-100157-4. Citado nas páginas 140, 142 e 143.

JANSEN, D.; SCHUWER, R.; TEIXEIRA, A.; AYDIN, C. H. Comparing MOOC adoption strategies in Europe: Results from the HOME project survey. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 16, n. 6, 2015. ISSN 14923831. Citado na página 31.

JOHNSON, P.; PORT, D.; HILL, E. An athletic approach to software engineering education. In: **2016 IEEE 29th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 8–17. Citado nas páginas 127 e 129.

KAJKO-MATTSSON, M. A method for designing software engineering educational programs. In: **2012 IEEE 25th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 139–143. ISSN 1093-0175. Citado na página 25.

KAPLAN, A. M.; HAENLEIN, M. Higher education and the digital revolution: About moocs, spocs, social media, and the cookie monster. **Business Horizons**, v. 59, n. 4, p. 441 – 450, 2016. ISSN 0007-6813. Citado na página 84.

KELLER, J. M. **Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach**. [S.l.]: Springer, 2010. 353 p. ISBN 978-1-4419-1249-7. Citado na página 189.

KESIM, M.; ALTINPULLUK, H. A theoretical analysis of moocs types from a perspective of learning theories. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 186, p. 15 – 19, 2015. ISSN 1877-0428. Citado nas páginas 26, 33, 35 e 36.

KITCHENHAM, B.; BUDGEN, D.; BRERETON, P.; WOODALL, P. An investigation of software engineering curricula. **The Journal of Systems and Software**, Elsevier Science Inc., New York, NY, USA, v. 74, n. 3, p. 325–335, fev. 2005. ISSN 0164-1212. Citado nas páginas 63 e 124.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [S.l.], 2007. Citado na página 63.

KLOOS, C. D.; MUÑOZ-MERINO, P. J.; MUÑOZ-ORGANERO, M.; ALARIO-HOYOS, C.; PÉREZ-SANAGUSTÍN, M.; G., H. A. P.; RUIPÉREZ, J. A.; SANZ, J. L. Experiences of running MOOCs and SPOCs at UC3M. In: **2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 884–891. ISSN 2165-9559. Citado na página 85.

LEE, G.; KEUM, S.; KIM, M.; CHOI, Y.; RHA, I. Educational technology international. **A Study on the Development of a MOOC design Model**, v. 17, n. 1, p. 1–37, 2016. Citado nas páginas 18, 233 e 234.

LEONTYEV, A.; BARANOV, D. Massive open online courses in chemistry: A comparative overview of platforms and features. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 11, p. 1533–1539, 2013. Citado nas páginas 27 e 34.

LI, L. MOOCs and SPOCs: Evolution and inheritance of online education. In: **International Conference on Education, Management, Computer and Society (EMCS)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 117–119. Citado nas páginas 84 e 86.

LIANG, L. **A Guide To Open Content Licences**. [S.l.], 2004. Citado na página 103.

LIN, Y.-S.; CHEN, S.-Y.; SU, Y.-S.; LAI, C.-F. Analysis of students' learning satisfaction in a social community supported computer principles and practice course. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 14, 12 2017. Citado na página 142.

LOWENTHAL, P.; HODGES, C. In search of quality: Using quality matters to analyze the quality of massive, open, online courses (MOOCs). **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 16, n. 5, 2015. ISSN 1492-3831. Citado nas páginas 51 e 142.

MACÍAS, J. A. Enhancing project-based learning in software engineering lab teaching through an e-portfolio approach. **IEEE Transactions on Education**, v. 55, n. 4, p. 502–507, 2012. Citado nas páginas 25 e 123.

MARQUES, M. R.; QUISPE, A.; OCHOA, S. F. A systematic mapping study on practical approaches to teaching software engineering. In: **Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE**. [S.l.]: IEEE, 2014. p. 1–8. Citado nas páginas 25 e 127.

MASTERS, K. A brief guide to understanding MOOCs. **The Internet Journal of Medical Education**, v. 1, n. 2, p. 6, 2011. Citado nas páginas 26 e 31.

MCANDREW, P.; SANTOS, A.; LANE, A.; GODWIN, S.; OKADA, A.; WILSON, T.; CONNOLLY, T.; FERREIRA, G.; SHUM, S. B.; BRETTS, J.; WEBB, R. **OpenLearn research report 2006-2008**. Milton Keynes, England, 2009. Disponível em: <<http://oro.open.ac.uk/17513/>>. Citado na página 108.

MCCARTNEY, R.; GOKHALE, S. S.; SMITH, T. M. Evaluating an early software engineering course with projects and tools from open source software. In: **Proceedings of the Ninth Annual International Conference on International Computing Education Research (ICER '12)**. New York, NY, USA: ACM, 2012. p. 5–10. ISBN 978-1-4503-1604-0. Citado na página [127](#).

MIHAI, O.; VLAD, M.; RADU, V. Technical analysis of moocs. **TEM Journal**, v. 4, n. 1, 2015. Citado na página [34](#).

MINZHI, L.; QI, S. Study on fuzzy evaluation of the quality of mooc teaching based on ahp. In: **2018 13th International Conference on Computer Science Education (ICCSE)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–4. Citado na página [142](#).

MOOR, A.; DELUGACH, H. Software process validation: Comparing process and practice models. In: . [S.l.: s.n.], 2006. v. 364. Citado na página [186](#).

MUÑOZ-MERINO, P. J.; RODRÍGUEZ, E. M.; KLOOS, C. D.; RUIPÉREZ-VALIENTE, J. A. Design, implementation and evaluation of SPOCs at the Universidad Carlos III de Madrid. **Journal of Universal Computer Science**, v. 23, n. 2, p. 167–186, feb 2017. Citado na página [84](#).

MUÑOZ-MERINO, P. J.; RUIPÉREZ-VALIENTE, J. A.; KLOOS, C. D.; AUGER, M. A.; BRIZ, S.; CASTRO, V. de; SANTALLA, S. N. Flipping the classroom to improve learning with MOOCs technology. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 25, n. 1, p. 15–25, 2017. ISSN 1099-0542. Citado nas páginas [15](#), [18](#), [84](#), [86](#), [87](#), [234](#) e [235](#).

MUTAWA, A. M. It is time to MOOC and SPOC in the gulf region. **Education and Information Technologies**, p. 1–21, 2016. ISSN 1573-7608. Citado nas páginas [19](#), [38](#), [39](#), [40](#), [42](#), [84](#) e [86](#).

NGUYEN, D. M.; TRUONG, T. V.; LE, N. B. Deployment of capstone projects in software engineering education at duy tan university as part of a university-wide project-based learning effort. In: **2013 Learning and Teaching in Computing and Engineering**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 184–191. Citado na página [127](#).

OECD. **Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources**. 1. ed. Paris, France: Centre for Educational Research and Innovation (CERI), 2007. Citado na página [104](#).

OSMAN, R.; DIAS-NETO, A. Motivating by examples: An empirical study of teaching an introductory software engineering course in Brazil. In: **IEEE 38th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 245–250. Citado nas páginas [123](#) e [125](#).

PETERS, G.; SERUGA, J. A supply sided analysis of leading MOOC platforms and universities. **Knowledge Management & E-Learning: An International Journal**, Hong Kong Bao Long Accounting & Secretarial Limited, Hong Kong, v. 8, p. 158–181, 2016. Citado nas páginas [33](#) e [38](#).

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic mapping studies in software engineering. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE'08)**. Swinton, UK: British Computer Society, 2008. v. 1, p. 68–77. Citado na página [63](#).

PIEDRA, N.; CHICAIZA, J.; LÓPEZ, J.; CARO, E. T. Supporting openness of MOOCs contents through of an OER and OCW framework based on linked data technologies. In: **2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1112–1117. Citado nas páginas 16, 112 e 113.

PRESSMAN, R. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. 7. ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc., 2010. Citado nas páginas 117, 118 e 119.

QUILIANO-T., R.; RAMIREZ-H., D.; BARNIOL, P. Systematic mapping study 2012-2017: Quality and effectiveness measurement in mooc. **Turkish Online Journal of Distance Education**, Anadolu Universitesi, v. 20, p. 223 – 247, 2019. Citado nas páginas 140, 141, 142 e 143.

RADERMACHER, A.; WALIA, G. Gaps between industry expectations and the abilities of graduates. In: **Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'13)**. New York, NY, USA: ACM, 2013. v. 1, p. 525–530. ISBN 978-1-4503-1868-6. Citado nas páginas 25 e 124.

RADERMACHER, A.; WALIA, G.; KNUDSON, D. Investigating the skill gap between graduating students and industry expectations. In: **Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering (ICSE)**. New York, NY, USA: ACM, 2014. v. 1, p. 291–300. ISBN 978-1-4503-2768-8. Citado nas páginas 25 e 123.

RAJLICH, V. Teaching developer skills in the first software engineering course. In: **35th International Conference on Software Engineering (ICSE)**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1109–1116. Citado na página 123.

ROBSON, C. **Real World Research**. [S.l.]: Wiley, 2011. ISBN 9781405182409. Citado na página 164.

ROVER, D.; ASTATKE, Y.; BAKSHI, S.; VAHID, F. An online revolution in learning and teaching. In: **2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2013. v. 0, p. 14. ISSN 0190-5848. Citado na página 26.

RUNESON, P.; HÖST, M. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. **Empirical Software Engineering**, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 14, p. 131–164, April 2009. ISSN 1382-3256. Citado nas páginas 150, 151 e 186.

SANCHEZ-GORDON, S.; LUJÁN-MORA, S. An ecosystem for corporate training with accessible moocs and oers. In: **2015 IEEE 3rd International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 123–128. Citado nas páginas 16, 112 e 113.

_____. e-education in countries with low and medium human development levels using moocs. In: **2016 Third International Conference on eDemocracy eGovernment (ICEDEG)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 151–158. Citado nas páginas 27 e 32.

SANGRÀ, A.; GONZÁLEZ-SANMAMED, M.; ANDERSON, T. Meta-analysis of the research about mooc during 2013-2014. **Educacion XX1**, 2015. ISSN 1139613X. Citado na página 32.

SANTOS, A. I. **Recursos Educacionais Abertos no Brasil: O Estado da Arte, Desafios e Perspectivas para o Desenvolvimento e Inovação**. [S.l.], 2013. Citado nas páginas 101 e 105.

SANTOS, S. C. d.; SOARES, F. S. F. Authentic assessment in software engineering education based on pbl principles: A case study in the telecom market. In: **Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering (ICSE'13)**. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2013. p. 1055–1062. ISBN 978-1-4673-3076-3. Citado na página 25.

SANTOS, T.; COSTA, C. J.; APARICIO, M. Metaversia: A proposal for a drupal based mooc publisher. In: **Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication**. [S.l.]: ACM, 2013. p. 25–32. Citado nas páginas 27 e 34.

SBC. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação, 2005**. 2005. Disponível em: < http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_downloads&Itemid=195&task=finish&cid=183&catid=36 >. Acesso em 14/08/2017. Citado nas páginas 118 e 119.

_____. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Informática, 2005**. 2005. Disponível em: < http://www.sbc.org.br/index.php?option=com_downloads&Itemid=195&task=finish&cid=183&catid=36 >. Acesso em 14/08/2017. Citado nas páginas 118 e 119.

Seaman, C. B. Qualitative methods in empirical studies of software engineering. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 25, n. 4, p. 557–572, 1999. Citado na página 164.

SIEMENS, G. Connectivism: A learning theory for the digital age. **International Journal of Instructional Technology & Distance Learning**, v. 2, n. 1, 2005. ISSN 1550-6908. Citado na página 36.

_____. Massive open online courses: Innovation in education? In: _____. **Commonwealth of Learning, Athabasca University**. [S.l.]: IEEE, 2013. cap. 1, p. 5–16. Citado nas páginas 26, 33, 34 e 36.

SILVEIRA, I. F. OER and MOOC: The need for openness. In: **Issues in Informing Science and Information Technology**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 209–223. Citado na página 61.

_____. Roads for openness: Oer and moocs. In: **2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado na página 61.

SMITH, B.; ENG, M. MOOCs: A learning journey. In: _____. **Hybrid Learning and Continuing Education: 6th International Conference, ICHL 2013, Toronto, ON, Canada, August 12-14, 2013. Proceedings**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 244–255. Citado nas páginas 19, 35 e 38.

SMITH, T.; GOKHALE, S.; MCCARTNEY, R. Understanding students' preferences of software engineering projects. In: **Proceedings of the 2014 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE '14)**. New York, NY, USA: ACM, 2014. p. 135–140. ISBN 978-1-4503-2833-3. Citado na página 127.

SOBEL, A. E. K. **Computing Curricula – Software Engineering Volume – Final Draft of the Software Engineering Education Knowledge (SEEK)**. [S.l.], 2003. Citado na página 122.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 8. ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2006. Citado nas páginas 117, 118 e 186.

SOUZA, M. R. D. A.; VEADO, L. F.; MOREIRA, R. T.; FIGUEIREDO, E. M. L.; COSTA, H. A. X. Games for learning: Bridging game-related education methods to software engineering knowledge areas. In: **2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 170–179. Citado nas páginas 127 e 129.

SPYROPOULOU, N.; PIERRAKEAS, C.; KAMEAS, A. Creating MOOC guidelines based on best practices. In: **6th International Conference on Education and New Learning Technologies EDULEARN14**. [S.l.]: IATED, 2014. v. 1, p. 6981–6990. Citado na página 51.

STEWART, B. Massiveness + openness = new literacies of participation? **MERLOT Journal of Online Learning and Teaching**, v. 9, n. 2, p. 228–238, 2013. Citado nas páginas 35 e 36.

STUHLIKOVA, L.; KOSA, A. Massive open online courses - challenges and solutions in engineering education. In: **11th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications**. [S.l.]: IEEE, 2013. p. 359–364. Citado nas páginas 27 e 34.

SUB, J. G.; BILLINGSLEY, W. Using continuous integration of code and content to teach software engineering with limited resources. In: **Proceedings of the 34th International Conference on Software Engineering (ICSE '12)**. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2012. v. 1, p. 1175–1184. ISBN 978-1-4673-1067-3. Citado na página 125.

SUBBIAN, V. Role of MOOCs in integrated STEM education: A learning perspective. In: **Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2013 IEEE**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–4. Citado na página 36.

SUN, Y.; LIU, X. Educating students by real-world software engineering practice – designing software engineering practice course. In: **2012 7th International Conference on Computer Science Education (ICCSE)**. [S.l.]: IEEE, 2012. p. 1356–1359. Citado nas páginas 123 e 128.

SURI, B.; JATANA, N.; TOMER, M. Towards advancement of education in software engineering. In: **2015 IEEE 3rd International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 208–212. Citado nas páginas 117, 123 e 129.

THILLE, C. Education technology as a transformational innovation. In: **White House Summit on Community Colleges: conference papers**. Washington, DC: [s.n.], 2010. p. 73–78. Citado na página 109.

TU, C. H.; MCISAAC, M.; DOYLE, R.; AYDIN, H.; OZKUL, A. E. A cycle of online education ecstasy/agony: To MOOC or not to MOOC. In: **2013 IEEE 63rd Annual Conference International Council for Education Media (ICEM)**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–10. Citado nas páginas 35, 37 e 60.

UNESCO. **Guidelines for Open Educational Resources OER in Higher Education**. [S.l.]: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2011. Citado nas páginas 101, 102 e 103.

UNTERKALMSTEINER, M.; GORSCHKE, T.; ISLAM, A. K. M. M.; CHENG, C. K.; PERMADI, R. B.; FELDT, R. Evaluation and measurement of software process improvement—a systematic literature review. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 38, n. 2, p. 398–424, 2012. Citado na página 186.

VLADOIU, M. State-of-the-art in open courseware initiatives worldwide. **Informatics in Education**, v. 10, n. 2, p. 271–294, 2011. Citado nas páginas 106 e 108.

WANG, M. The research and practice of the blended learning mode in the construction courses. In: **Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Technology (ICIET '17)**. New York, NY, USA: ACM, 2017. v. 1, p. 58–62. ISBN 978-1-4503-4803-4. Citado nas páginas 26, 27 e 84.

WAZLAWICK, R. S. **Engenharia de software: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier, 2013. Citado nas páginas 118 e 119.

WEST, P. G.; VICTOR, L. **Background and action paper on OER**. [S.l.], 2011. Citado na página 101.

WIERINGA, R.; MAIDEN, N.; MEAD, N.; ROLLAND, C. Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. **Requirements Engineering**, Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, v. 11, n. 1, p. 102–107, dez. 2005. ISSN 0947-3602. Citado nas páginas 68 e 90.

WILEY, D. Openness as catalyst for an educational reformation. **EDUCUASE**, v. 45, n. 4, p. 14–20, 2010. Citado na página 102.

WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLN, A. **Experimentation in Software Engineering**. [S.l.]: Springer Publishing Company, Incorporated, 2012. ISBN 3642290434. Citado nas páginas 150, 151, 164, 188, 191 e 202.

WULF, J.; BLOHM, I.; LEIMEISTER, J. M.; BRENNER, W. Massive open online courses. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 2, p. 111–114, 2014. Citado nas páginas 34 e 57.

YEAGER, C.; HURLEY-DASGUPTA, B.; BLISS, C. cMOOCs and global learning: An authentic alternative. **Online Learning**, v. 17, n. 2, 2013. Citado na página 61.

YEPES-BALDÓ, M.; ROMEO, M.; MARTÍN, C.; GARCÍA, M. Ángeles; MONZÓ, G.; BESOLÍ, A. Quality indicators: developing “moocs” in the european higher education area. **Educational Media International**, Routledge, v. 53, n. 3, p. 184–197, 2016. Citado nas páginas 142 e 143.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods (Applied Social Research Methods)**. Third edition. [S.l.]: Sage Publications, 2013. ISBN 1412960991. Citado nas páginas 150, 163 e 186.

YOUSEF, A. M. F.; CHATTI, M. A.; SCHROEDER, U.; WOSNITZA, M.; JAKOBS, H. MOOCs - a review of the state-of-the-art. **Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)**, v. 3, p. 9–20, 2014. Citado nas páginas 15, 34, 36 e 37.

_____. The state of MOOCs from 2008 to 2014: A critical analysis and future visions. In: **Communications in Computer and Information Science (CSEDU)**. [S.l.]: Springer, 2014. v. 510, p. 305–327. ISBN 978-3-319-25767-9. Citado na página 56.

YOUSEF, A. M. F.; CHATTI, M. A.; SCHROEDER, U.; WOSNITZA, M. What drives a successful MOOC? An empirical examination of criteria to assure design quality of MOOCs. In: **2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies**. [S.l.: s.n.], 2014. v. 1, p. 44–48. ISSN 2161-3761. Citado nas páginas 52, 54 e 142.

YUAN, L.; POWELL, S. MOOCS and open education: Implications for higher education. **JISC cetis**, University of Bolton, p. 1–21, March 2013. Citado nas páginas [15](#), [27](#), [32](#), [33](#), [34](#), [37](#), [38](#), [39](#) e [57](#).

YUEN, T. T. Scrumming with educators: Cross-departmental collaboration for a summer software engineering capstone. In: **2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 124–127. Citado na página [127](#).

ZHENG, S.; WISNIEWSKI, P.; ROSSON, M. B.; CARROLL, J. M. Ask the instructors: Motivations and challenges of teaching massive open online courses. In: **Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing (CSCW '16)**. New York, NY, USA: ACM, 2016. v. 1, p. 206–221. ISBN 978-1-4503-3592-8. Citado nas páginas [18](#), [47](#) e [229](#).

ZHOU, J.; YU, H.; CHEN, B.; MAI, C.; YU, L. The construction of teaching interaction platform and teaching practice based on SPOC mode. In: **2016 11th International Conference on Computer Science Education (ICCSE)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 293–298. Citado na página [84](#).

PLATAFORMAS DE MOOCS

1. +Acumen
2. 360 training
3. ALISON
4. Allversity
5. ApnaCourse
6. AquentGymnasium
7. Box Hill Institute
8. C++ Institute
9. Canvas
10. Canvas Network
11. Class2Go
12. Commonwealth of Learning
13. Complexity Explorer
14. Coursera
15. CourseSites
16. CURSALIA
17. Cybrary
18. Desire2Learn

19. Digital Business Academy
20. ECO PROJECT
21. Eduonix
22. EdX
23. ELD
24. EMMA
25. European Schoolnet Academy
26. FeedMyHappy
27. Fisrtaidforfree
28. FUN
29. Fundacion Didactica
30. FutureLearn
31. FX Academy
32. GW Online
33. IAI Academy
34. Instreamia
35. Investoo.com
36. Iversity
37. Kadenze
38. KAU
39. Lagunita
40. Leada
41. Leuphana Digital School
42. Marist College's FOLD
43. Master University
44. Miríada X

45. MongoDB
46. MOOC Técnico
47. MOOC-Ed
48. Neodemia
49. Online University of Finland
50. OOEEd
51. Open Education
52. Open2Study
53. OpenClassrooms
54. OpenCourseWorld
55. OpenLearning
56. OpenSAP
57. OpenSecurityTraining
58. P2PU
59. Polimi OPEN KNOWLEGDE
60. ProjectManagers.org
61. Santa Fe Institute
62. SAPEXPERT
63. Saylor Academy
64. School of Bussness and Trade
65. SchollKeep
66. SDSN.edu
67. Smartly
68. SoundviewPro.com
69. TareasPlus
70. TELELAB

71. The Writing University
72. TV des Entrepreneurs
73. Udacity
74. Udemmy
75. UNED COMA
76. UneOpen
77. UniMOOC-Tec
78. UNINETTUNO OpenupEd
79. Universarium
80. Universiteplus
81. Unow
82. UP2U
83. UPVX
84. URJCx
85. Veduca
86. Virtual Linguistics Campus
87. WEU (World Education University)
88. World Mentoring Academy (WMA)
89. YOUNICO

MODELAGEM DE PROCESSOS EXISTENTES DE DESENVOLVIMENTO DE MOOCS E SPOCS

1. Processo proposto por (ZHENG *et al.*, 2016):

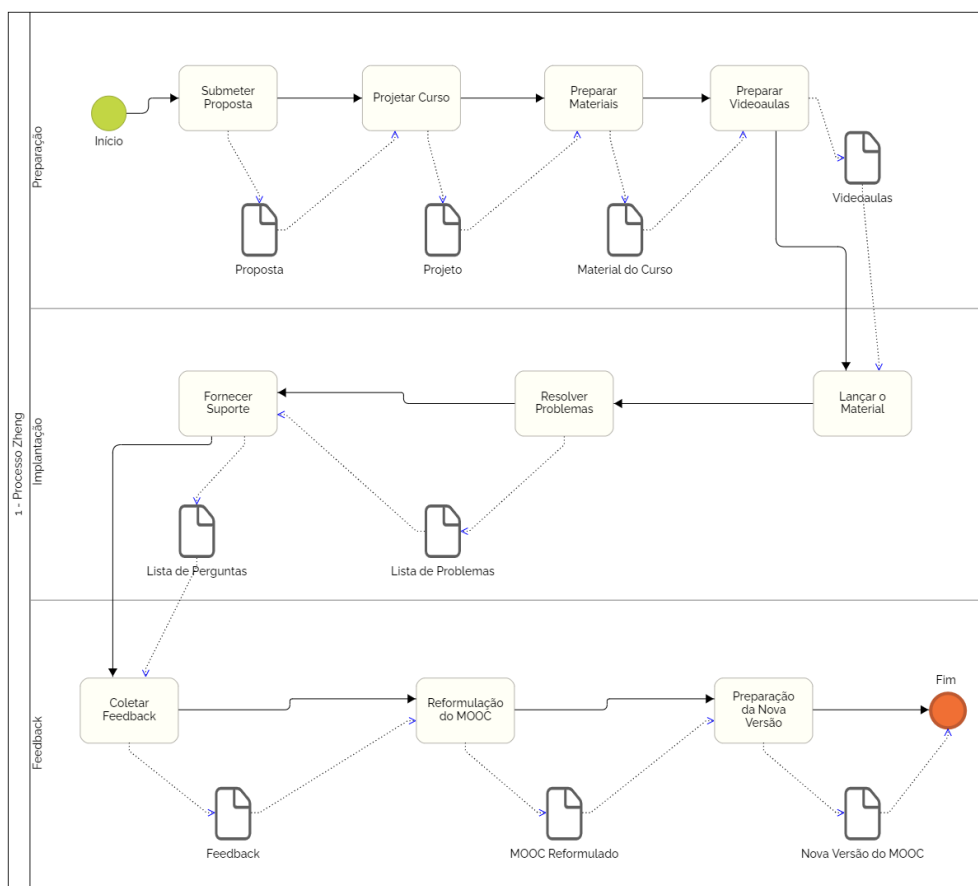


Figura 98 – Modelagem do processo proposto por (ZHENG *et al.*, 2016)

2. Processo proposto por (ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014b):

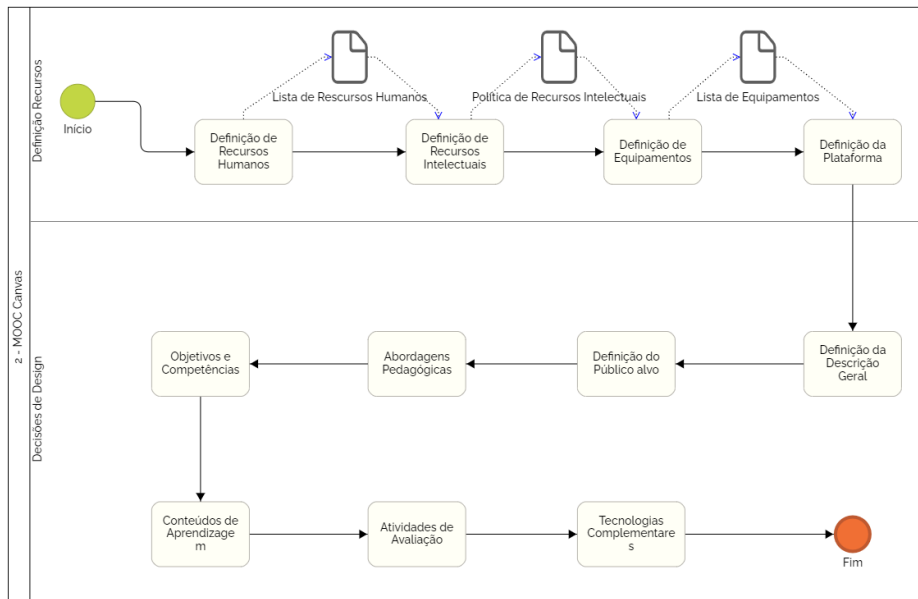


Figura 99 – Modelagem do processo proposto por (ALARIO-HOYOS *et al.*, 2014b)

3. Processo proposto por (Alzaghoul; Tovar, 2016):

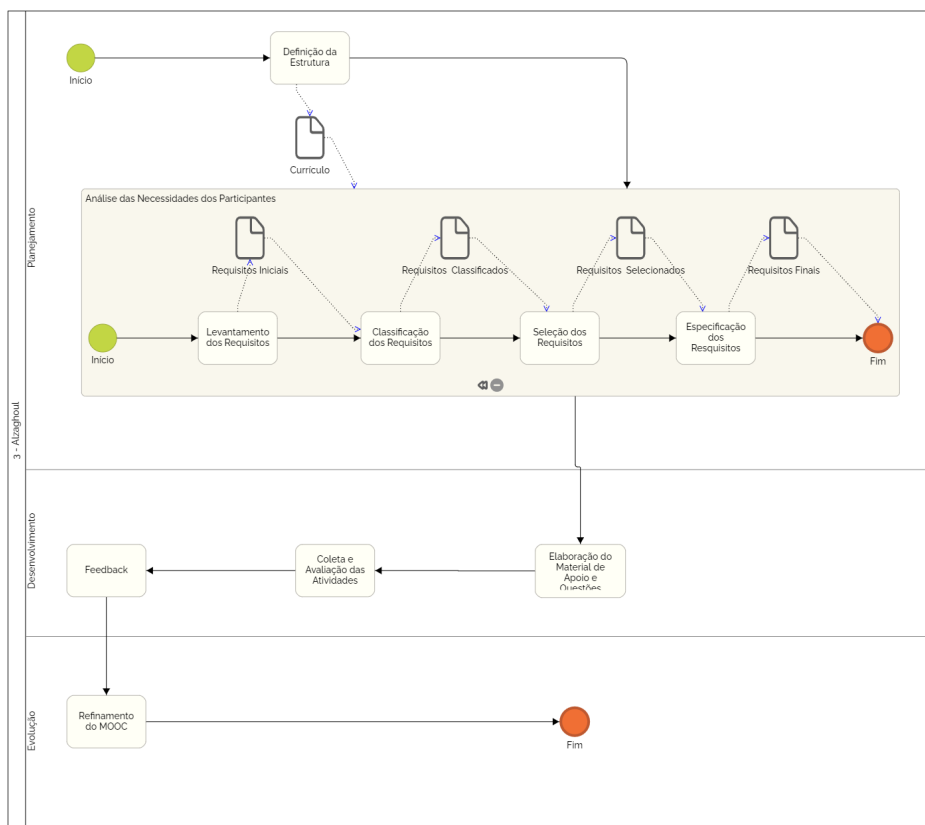


Figura 100 – Modelagem do processo proposto por (Alzaghoul; Tovar, 2016)

4. Processo proposto por (Hassani; Ghanouchi, 2016):

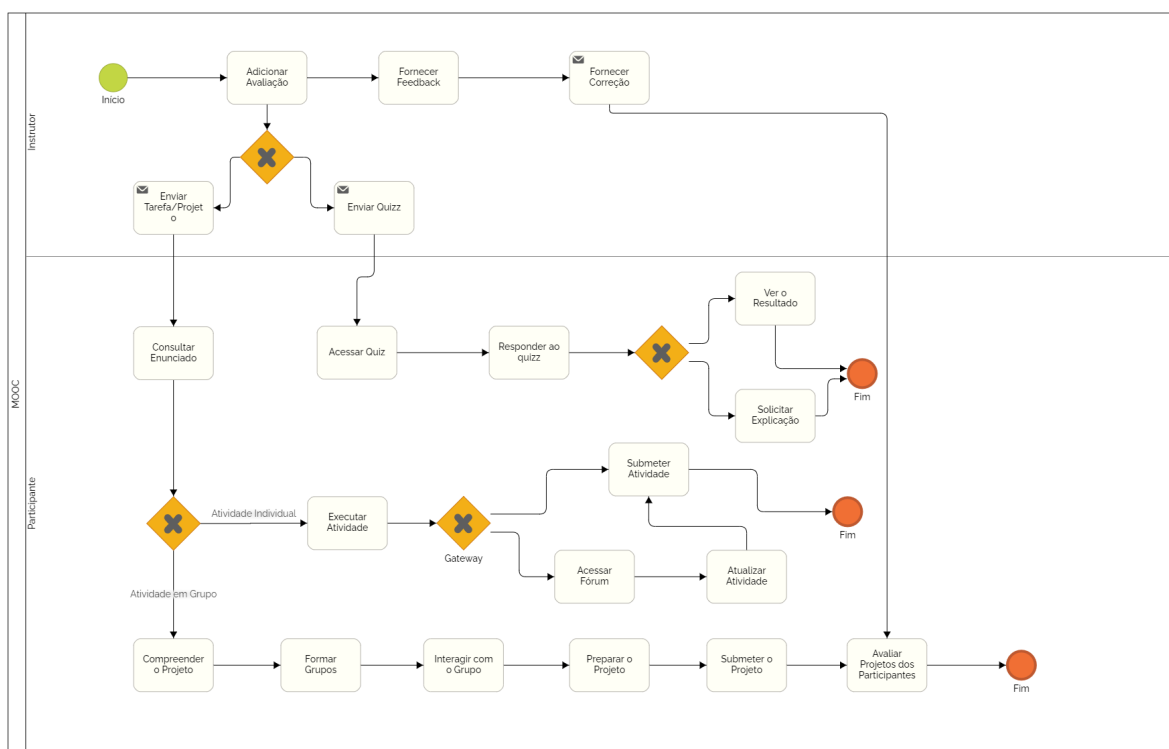
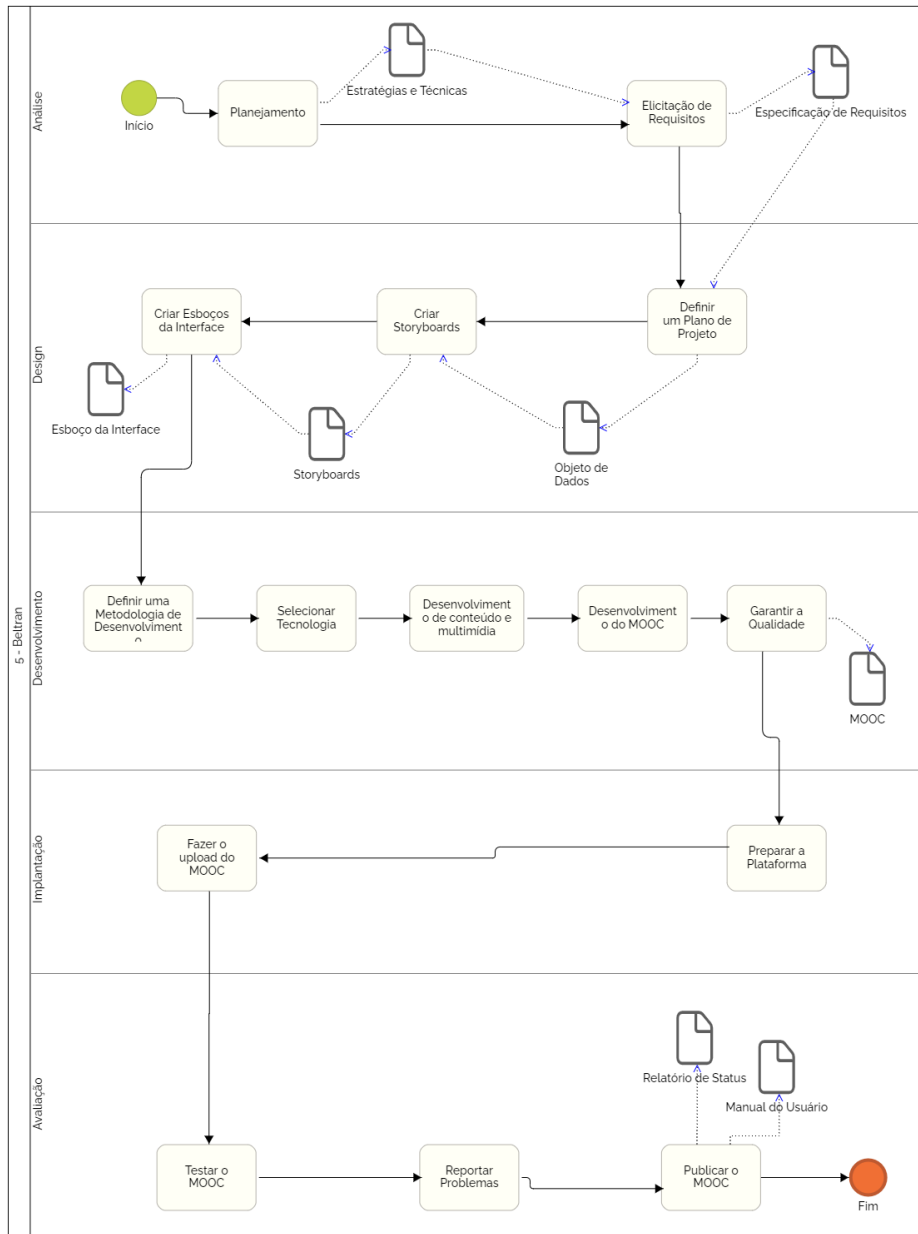


Figura 101 – Modelagem do processo proposto por (Hassani; Ghanouchi, 2016)

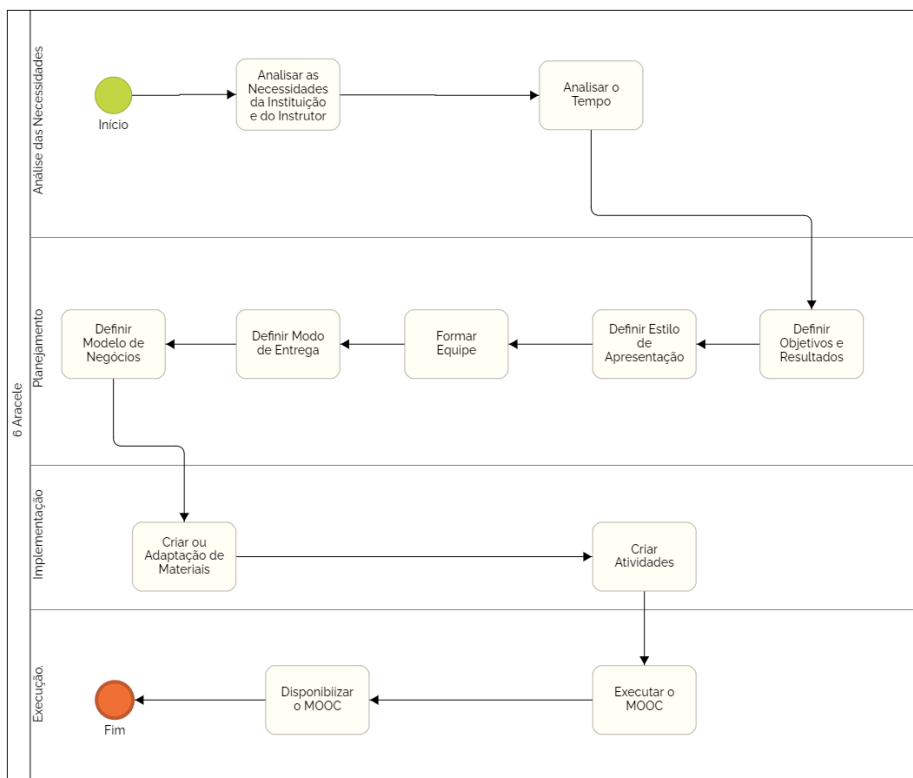
5. Processo proposto por (Beltran *et al.*, 2017):



HEFLQ

Figura 102 – Modelagem do processo proposto por (Beltran et al., 2017)

6. Processo proposto por (FASSBINDER; DELAMARO; BARBOSA, 2014):



HEFLY

Figura 103 – Modelagem do processo proposto por (FASSBINDER; DELAMARO; BARBOSA, 2014)

7. Processo proposto por (LEE *et al.*, 2016):

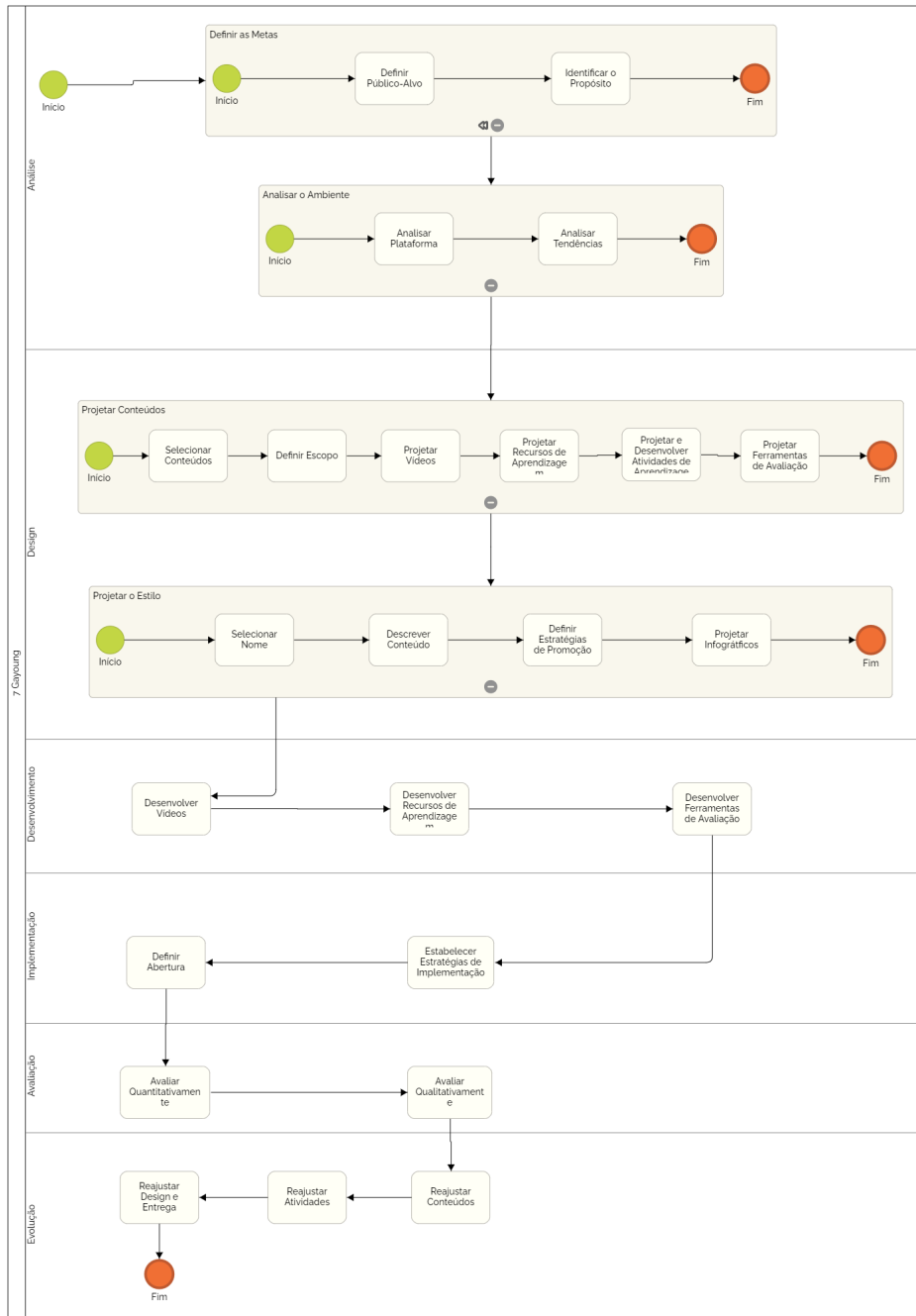


Figura 104 – Modelagem do processo proposto por (LEE *et al.*, 2016)

8. Processo proposto por (MUÑOZ-MERINO *et al.*, 2017b):

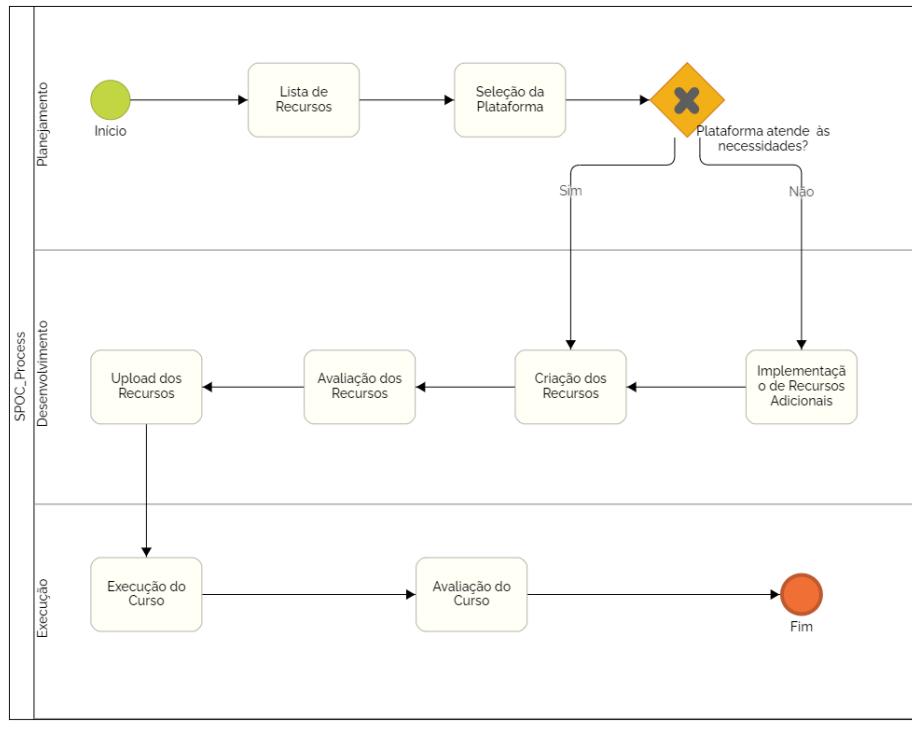


Figura 105 – Modelagem do processo proposto por (MUÑOZ-MERINO *et al.*, 2017b)

COURSE INTEREST SURVEY (CIS)

Escala de pontuação:

- 1 = não é verdadeiro
- 2 = ligeiramente verdadeiro
- 3 = moderadamente verdadeiro
- 4 = em grande parte verdadeiro
- 5 = muito verdadeiro

Questões:

1. Os instrutores sabem como nos entusiasmar com o assunto deste curso.
2. As coisas que aprendi neste curso serão úteis para mim.
3. Estou confiante de que vou me sair bem neste curso.
4. As aulas prendem pouco a minha atenção.
5. Os instrutores fazem com que o assunto deste curso pareça importante.
6. Você tem que ter sorte para tirar boas notas neste curso.
7. Tenho que trabalhar muito para ser bem sucedido neste curso.
8. Eu NÃO vejo como o conteúdo deste curso se relaciona com algo que já conheço.
9. Ser bem sucedido, ou não, neste curso depende de mim.
10. Os instrutores criam expectativas ao abordar os tópicos.

11. O assunto deste curso é muito difícil para mim.
12. Sinto que este curso me dá muita satisfação.
13. Neste curso, tento estabelecer e alcançar altos padrões de excelência.
14. Eu sinto que as notas ou outros reconhecimentos que recebo são justos em comparação com outros alunos.
15. Os alunos deste curso aparentam ser curiosos sobre o assunto.
16. Eu gosto de realizar este curso.
17. É difícil prever as notas das minhas tarefas.
18. Estou satisfeito com as avaliações das minhas tarefas em comparação com o quão bem eu acho que fiz.
19. Sinto-me satisfeito com o que estou obtendo com este curso.
20. O conteúdo deste curso está relacionado às minhas expectativas e objetivos.
21. Os instrutores fazem coisas incomuns ou surpreendentes que são interessantes.
22. Os alunos participam ativamente deste curso por meio dos fóruns e outros meios de interação.
23. Para cumprir meus objetivos, é importante que eu me saia bem neste curso.
24. Os instrutores usam uma variedade interessante de técnicas de ensino.
25. Acho que NÃO vou me beneficiar muito com este curso.
26. Costumo pensar em outras coisas enquanto estou realizando o curso.
27. Como estou fazendo este curso, acredito que posso ter sucesso se me esforçar o suficiente.
28. Os benefícios pessoais ao realizar este curso são claros para mim.
29. Minha curiosidade é frequentemente estimulada pelos tópicos e problemas apresentados durante o curso.
30. Acho que o nível deste curso é ideal: nem muito fácil, nem muito difícil.
31. Estou bastante desapontado com este curso.
32. Sinto que recebo bastante reconhecimento do meu desempenho neste curso por meio de notas, comentários ou outros *feedbacks*.
33. A quantidade de tarefas que tenho que fazer é apropriada para este tipo de curso.
34. Recebo *feedback* suficiente para saber como está o meu desempenho.

INSTRUCTIONAL MATERIALS MOTIVATION SURVEY (IMMS)

Escala de pontuação:

- 1 = não é verdadeiro
- 2 = ligeiramente verdadeiro
- 3 = moderadamente verdadeiro
- 4 = em grande parte verdadeiro
- 5 = muito verdadeiro

Questões:

1. Quando eu olhei pela primeira vez para o curso, eu tive a impressão de que ela seria fácil para mim.
2. Havia algo interessante no início do curso que chamou minha atenção.
3. O curso foi mais difícil de entender do que eu gostaria que fosse.
4. Depois de ler (ou receber) as informações introdutórias eu me senti confiante de que estava apto a aprender a partir do curso.
5. Completar os exercícios propostos no curso me deu um sentimento de satisfação e realização.
6. Está claro para mim como o conteúdo do curso está relacionado a coisas que eu já sei/conheço.

7. Muitas das páginas dos materiais utilizados no curso tem muita informação que foi difícil de captar e se lembrar dos pontos importantes.
8. A abordagem do curso é atraente.
9. Havia exemplos que me mostraram como o curso pode ser importante para as pessoas que estão aprendendo sobre Teste de Software.
10. Completar o curso com sucesso foi importante pra mim.
11. A qualidade da escrita dos materiais didáticos utilizados no curso e dos materiais instrucionais ajudou a manter minha atenção.
12. O curso é tão abstrato que foi difícil manter minha atenção nela.
13. Enquanto trabalhava no curso, eu estava confiante de que poderia aprender o conteúdo.
14. Eu gostei tanto do curso, que eu gostaria de saber mais sobre o seu assunto.
15. O *design* do curso parece pouco atraente.
16. O conteúdo ensinado no curso é relevante para os meus interesses.
17. A forma como a informação do curso é organizado, ajudou a manter minha atenção.
18. Há explicações ou exemplos de como as pessoas utilizam o conhecimento no curso.
19. Os exercícios do curso eram muito difíceis.
20. O curso tem coisas que me interessam.
21. Eu realmente gostei de estudar por meio do curso.
22. A quantidade de repetições no curso me levou a ficar entediado algumas vezes.
23. O conteúdo e o estilo de escrita no curso transmitem a impressão de que vale a pena conhecer seu conteúdo.
24. Eu aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.
25. Depois de trabalhar nesta abordagem de ensino por um tempo, eu estava confiante de que eu seria capaz de passar por uma prova sobre Teste de Software.
26. O curso não foi relevante para minhas necessidades porque eu já sabia a maior parte do conteúdo estudado nele.
27. O *feedback* após os exercícios ou outros comentários no curso me ajudou a sentir recompensado pelo meu esforço.

28. A variedade dos exemplos, ilustrações etc., ajudaram a manter minha atenção no curso.
29. O estilo de escrita dos materiais didáticos e materiais instrucionais é monótono.
30. Eu poderia relacionar o conteúdo do curso à coisas que eu tenho visto, feito ou pensado a respeito em minha carreira.
31. Há tantas palavras em cada slide que é irritante.
32. Eu me senti bem em terminar o curso.
33. O conteúdo do curso é útil para mim.
34. Eu não conseguia realmente entender um pouco do material utilizado no curso.
35. A boa organização do conteúdo me ajudou a ter certeza de que eu aprenderia por meio do curso.
36. Foi um prazer participar do curso, tão bem planejado.

