

# O Ensino de Qualidade de Software nas IES Públicas do Paraná: um Estudo Exploratório

Giovanna Bettin<sup>1</sup>, Julio B. Herculani<sup>1</sup>, Marcelo Y. Shigenaga<sup>1</sup>, Gislaine C. L. Leal<sup>1</sup>  
Renato Balancieri<sup>1,2</sup>, Edson Oliveira Jr<sup>1</sup>, Thelma E. Colanzi<sup>1</sup>, Aline M. M. M. Amaral<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática – Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
Maringá – PR – Brasil

<sup>2</sup>Colegiado de Ciência da Computação - Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)  
Campus Apucarana – Apucarana – PR – Brasil

{gicbettin, juliobudiskiherculani, marcelo.shigenaga}@gmail.com,  
gclleal@uem.br, renato.balancieri@unespar.edu.br,  
{edson, thelma}@din.uem.br, ammmamaral@uem.br

**Abstract.** *Software Quality (SQ) is one of the Software Engineering areas most demanded by the software industry. SQ aims to contribute to the software development life cycle and organizational policies and programs for the continuous improvement of the quality of products and services. Studies indicate that one of the reasons for the scarcity of quality software on the market is the lack of teaching aspects related to SQ in undergraduate courses. In this context, this work aimed to carry out an exploratory analysis of the SQ teaching in 22 undergraduate courses in the Computing area at public universities in the state of Paraná. Our work encourages the discussion of the area and the teaching of SQ in the state by means of six recommendations to the SQ teaching improvement.*

**Resumo.** *Uma das áreas da Engenharia de Software de maior demanda pela indústria de software é a de Qualidade de Software (QS). A QS tem como objetivo contribuir com o ciclo de vida de desenvolvimento de software e com políticas e programas organizacionais de melhoria contínua da qualidade de produtos e serviços. Estudos apontam que um dos motivos da falta de software de qualidade presente no mercado está relacionado à carência do ensino de aspectos relacionados à QS em cursos de graduação. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise exploratória do ensino de QS em 22 cursos de graduação da área de Computação nas universidades públicas do estado do Paraná. Nosso trabalho contribui para fomentar a discussão da área e do ensino de QS no estado por meio de seis recomendações para a melhoria do ensino de QS.*

## 1. Introdução

A importância do ensino de Engenharia de Software (ES) vem sendo discutida há alguns anos, em especial no nível de graduação. Segundo [Cico et al. 2021], o ensino de ES nos cursos de graduação tem como principal foco oferecer aos alunos habilidades e competências em métodos, técnicas e práticas de desenvolvimento de softwares que podem ser aplicados para a solução de problemas nas mais variadas áreas do conhecimento.

A forma artesanal de desenvolvimento de software sem padrões ou métricas, e a necessidade de entregar softwares corretos e de qualidade faz com que uma das

subáreas de maior demanda pela indústria e, conseqüentemente, no ensino, seja a Qualidade de Software (QS) [Hilburn and Towhidnejad 2002]. Tal área visa contribuir de forma direta com o ciclo de vida de desenvolvimento de software e com políticas e programas organizacionais de melhoria contínua da qualidade de produtos e serviços [Hilburn and Towhidnejad 2002].

Nesse contexto de qualidade, [Karita et al. 2021] e [Garousi and Felderer 2017] apontam que um dos fatores relacionados à falta de software de qualidade presente no mercado é a carência do ensino de aspectos relacionados à Qualidade de Software em cursos de graduação. Ainda, tem-se a rápida mudança da área e as habilidades necessárias e esperadas aos egressos dos cursos na indústria. Os currículos das IES ainda não conseguem atender esta demanda da indústria de software [Cico et al. 2021] pois, existem lacunas entre o que de fato é ensinado na área de ES, e essas habilidades esperadas no dia a dia da indústria de software [Garousi et al. 2020].

Segundo a ASSESPRO-PR<sup>1</sup>, o Paraná (PR) tem 1.700 empresas de Tecnologia da Informação (TI). Dessas, 14 (10 no nível G, 3 no F e 1 no C) possuem certificação MPS.BR para software e 13 (8 no nível G e 5 no F) para serviços. Ainda, cinco de 38 empresas brasileiras possuem algum nível de maturidade medido por certificações de qualidade do CMMI no PR. Segundo a Sociedade Brasileira de Computação (SBC)<sup>2</sup>, o PR tinha, em 2016, 96 cursos de graduação em Computação/TI. Assim, cada curso de graduação precisa atender à demanda de, em média, 17,7 empresas, sem considerar a localização geográfica das empresas e das IES no PR e a matriz curricular dos cursos.

Somente um trabalho relacionado [Albuquerque et al. 2014] foi encontrado, o que motiva o tema deste artigo. Tal trabalho realizou uma análise das matrizes curriculares de 50 cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) de IES de diferentes regiões do Brasil a fim de investigar a base curricular em relação às diretrizes e ao mercado de trabalho. Os pesquisadores reuniram esses dados e classificaram de acordo com os núcleos propostos pelo Currículo de Referência para BSI da SBC, investigando diferenças entre os padrões, entre IES públicas e privadas e identificando grupos similares. Após a análise, constatou-se que as matrizes curriculares analisadas estão em desacordo com o currículo de referência, e possuem poucas disciplinas relacionadas ao BSI de fato.

Esses números e o trabalho relacionado demonstram a necessidade e a oportunidade de se analisar como tem sido o ensino de QS nas IES públicas do PR. Dessa forma, este artigo apresenta uma análise exploratória do ensino de QS em 22 cursos de graduação da área de Computação nas universidades públicas do estado do Paraná (Seções 4 e 5).

Este estudo visa caracterizar o ensino de QS para colaborar com a excelência da formação dos graduandos da área de computação, dos padrões esperados da indústria de software e da sociedade que espera sistemas confiáveis, seguros e que atendam suas necessidades, como também fomentar a discussão da área e do estado do seu ensino por meio da análise das matrizes curriculares destes cursos. Ainda, são apresentadas seis recomendações para a melhoria do ensino de QS que podem ser generalizadas para todos os cursos de computação.

---

<sup>1</sup><https://bit.ly/3vYH6A8>, notícia de 17/08/2021.

<sup>2</sup><http://mapas.sbc.org.br>

## 2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os conceitos essenciais para a compreensão deste trabalho.

### 2.1. Ensino de Qualidade de Software

No desenvolvimento de software o planejamento da qualidade tem como artefato fundamental a documentação das atividades de prevenção e detecção de defeitos. Essas atividades podem ser inspeções, auditorias, uso de padrões, teste e a coleta de métricas que são fundamentadas para fornecerem indicadores importantes referentes ao estabelecimento do escopo, descrição do produto, política de qualidade, procedimentos, padrões e normas [Cico et al. 2021].

Entende-se, dessa forma, ser fundamental que os egressos dos cursos de Computação, especialmente de Engenharia de Software, se formem com habilidades técnicas e sociais para serem inseridos na indústria de software. Aliada a essas habilidades, a QS se torna um requisito essencial para a academia e para a indústria de software, conforme discutidos nos trabalhos de [Karita et al. 2021], [Cico et al. 2021] e [Richardson et al. 2011].

[Hilburn and Towhidnejad 2002] afirmam ser possível incluir o ensino de QS com um baixo custo, mesmo com o esforço despendido para tal. Para este efeito, os autores citam que é de extrema importância que o corpo docente esteja aliado à importância da QS, e, ensinem desde o primeiro ano conteúdos iniciais como, por exemplo, planejamento de testes e análise de qualidade dos códigos feitos pelos alunos. Além de envolver a partir do segundo e terceiro ano, projetos em grupos com metas de qualidade, revisões, etc.; e integrar conceitos e práticas de QS em cursos com foco em desenvolvimento de software.

[Richardson et al. 2011] discutem que a abordagem tradicional de ensino, mesmo com o esforço dos docentes para uma interação entre os alunos com projetos na disciplina de QS, é passiva e não abrange as necessidades, além de estar aquém do objetivo de projetar e desenvolver sistemas de software na indústria.

Logo, QS deve ser ensinada em cursos de computação, pois, o seu aprendizado deve ser orientado de forma adequada, organizada e com suporte dos docentes, enfatizando técnicas, métodos e análises de qualidade durante todo o currículo do curso de computação [Hilburn and Towhidnejad 2002]. Assim, os alunos podem de fato assimilar os atributos e análises de QS e aplicá-los na indústria.

### 2.2. Referência Curricular da SBC para QS

Após diversas discussões em eventos da área da computação e comissões designadas pela Diretoria de Educação, a SBC definiu em 2017 os Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação (RF-CC-2017) com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais homologadas pela Resolução de 2016 [MEC 2016, Zorzo et al. 2017].

Entre os cursos citados pelo RF-CC-2017, **apenas o curso de Engenharia de Software possui um eixo específico para QS** cujo objetivo é “*produzir software de alta qualidade que esteja em conformidade com seus requisitos e satisfaça as necessidades do usuário. A obtenção da qualidade de software envolve modelos e técnicas de qualidade de produto e de processo de software*” [Zorzo et al. 2017]. Como competências derivadas para este eixo, foram definidas: (i) Entender os atributos de qualidade do produto de

software e sua utilidade; **(ii)** Aplicar mecanismos de medição da qualidade do produto de software; **(iii)** Aplicar técnicas e procedimentos de validação e verificação; **(iv)** Entender as normas e modelos de qualidade de produto e processo de software; **(v)** Aplicar conceitos de qualidade de processo para a definição de um processo de software; e **(vi)** Detectar preventivamente falhas de software em sistemas críticos.

O curso de **Ciência da Computação** cita QS nos eixos de Desenvolvimento de Sistemas, Implantação de Sistemas e Desenvolvimento de Projetos e o curso de **Sistemas de Informação** cita no eixo de Desenvolvimento de Software para Sistemas de Informação. Ambos os cursos aplicam o conteúdo nas fases de desenvolvimento de software como, por exemplo, boas práticas, metodologias e métricas de produtos e processos. Já os cursos de **Engenharia da Computação** e de **Licenciatura em Computação** não abordam tal eixo de QS.

Com relação ao Perfil do Egresso do curso de **Engenharia de Software**, pode-se destacar a importância de QS em competências como “...possuam sólida formação em *Ciência da Computação, Matemática e Produção, visando a criação de sistemas de software de alta qualidade de maneira sistemática, controlada, eficaz e eficiente que levem em consideração questões éticas, sociais, legais e econômicas...*” [Zorzo et al. 2017].

### 3. Método de Pesquisa

Este trabalho consiste em **caracterizar** como QS tem sido ensinada em cursos relacionados à área de Computação **com o propósito de** realizar uma análise exploratória **do ponto de vista de** pesquisadores (docentes e alunos) da área de QS **no contexto de** IES públicas do PR. Para isso, responder-se-á as seguintes questões de pesquisa: **QP1:** Como está organizado o ensino de QS, em termos de disciplinas, nos cursos relacionados à Computação das IES públicas do Paraná?; e **QP2:** Qual o perfil do egresso atual dos cursos da área de Computação das IES públicas do Paraná com relação ao ensino de QS?.

A coleta de dados foi realizada conforme segue: (i) o Ranking Universitário de 2019 (RUF)<sup>3</sup> foi utilizado como fonte para a identificação das IES públicas do PR que possuem cursos na área de Computação; (ii) foi realizada uma análise documental não-sistemática nos websites de cada uma das IES buscando informações públicas disponíveis, tais como: perfil do egresso, matrizes curriculares dos cursos e conteúdos programáticos das disciplinas; e (iii) caso algum dado estivesse indisponível em tais websites, enviou-se e-mails aos respectivos coordenadores dos cursos solicitando tais dados.

Os seguintes dados foram extraídos dos materiais coletados e categorizados como: (i) **Instituição**, dados gerais referentes a IES como, por exemplo, nome e câmpus; (ii) **Curso**, dados da matriz curricular como nome, grau acadêmico e prazo mínimo de conclusão do curso; e (iii) **Disciplinas**, dados específicos dos conteúdos programáticos das disciplinas relacionadas a QS, tais como, carga horária, ementa, objetivos, período que ela é ofertada e bibliografia básica.

### 4. Análise dos Dados

Com base nos dados extraídos, foram encontrados 22 cursos relacionados à Computação entre as IES públicas do PR, sendo: 12 de Ciência da Computação, quatro de Engenharia

<sup>3</sup><https://ruf.folha.uol.com.br/2019/lista-universidades-instituicoes/>

de Software, dois de Sistemas de Informação, um de Informática, um de Engenharia de Produção com ênfase em Software e dois de Licenciatura em Computação (Tabela 1). Com exceção dos dois cursos de Licenciatura, os demais são de Bacharelado, o que equivale a 90% dos cursos. Do total, 54% dos cursos são de Ciência da Computação. Vale ressaltar que nenhum dos cursos identificados é na modalidade à distância.

A Tabela 1 lista os tópicos abordados em cada uma das 52 disciplinas que mencionam algum aspecto de QS relacionado ao Eixo de QS (coluna 6, eixo específico de ES) e Outros Eixos (coluna 7) que mencionam QS durante as etapas do desenvolvimento de software presente em eixos dos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação. Ressalta-se que para as disciplinas em que aparecia somente a menção ao termo “Qualidade de Software”, optou-se por subentender este termo como o ensino mínimo de atributos de QS. Todos os dados extraídos estão compartilhados segundo os princípios de *Open Science* em <https://zenodo.org/record/6360042#.YjDohDxv9Ng>.

Encontraram-se disciplinas específicas de QS em oito dos 22 cursos analisados: duas em CC (CC4 e CC12), duas em ES (ES3 e ES4), uma em SI (SI2), EP (EP1), IF (IF1) e em LC (LC2).

Quarenta e três das 52 disciplinas possui carga horária entre 60 e 90 horas, com mediana de 68 horas. A maior carga horária é de 160 horas da disciplina “Projeto de Software Avançado” (D.8) ofertada em um curso integral de ES. A menor carga horária pertence à disciplina optativa “Tópicos Especiais em Engenharia de Software” (D.39), também de um curso de ES. As seções a seguir analisam os dados dos 22 cursos com base em três perspectivas: (i) disciplinas específicas de QS; (ii) disciplinas relacionadas à QS; e (iii) perfil do egresso.

#### 4.1. Disciplinas de Qualidade de Software

A Tabela 2 apresenta os dados extraídos das matrizes curriculares e dos programas das disciplinas de QS dos seus respectivos cursos.

A disciplina de QS é obrigatória em seis dos oito cursos da Tabela 2, variando sua carga horária de acordo com a matriz curricular da IES (de 36 a 80 horas). As disciplinas de QS são ministradas no último e no penúltimo ano dos respectivos cursos. Duas delas são ministradas apenas no último semestre do curso.

No geral, as disciplinas têm como **objetivo** capacitar os alunos a compreenderem os principais conceitos de qualidade de produto e processo e saber analisá-los e avaliá-los a partir de métricas e padrões. Alguns tópicos específicos variam entre disciplinas como, por exemplo, enfoque na garantia de qualidade e/ou no controle de qualidade. Este último tópico é citado como um dos objetivos de uma disciplina específica de QS (D.16).

Apesar da oferta tardia da disciplina de QS nesses oito cursos analisados, alguns deles oferecem conceitos introdutórios de QS em disciplinas da área de ES que abordam as fases do ciclo de desenvolvimento. O curso de Informática da UEM (C.6), por exemplo, oferece uma disciplina específica de QS, mas o assunto é abordado em outras disciplinas de ES desde a 2a. série do curso.

Com relação às **ementas** dos cursos da Tabela 2, todas as disciplinas abordam os temas relacionados à qualidade de produto e de processo. O que muda entre as disciplinas

**Tabela 1. Tópicos abordados pelas disciplinas**

	Campus	ID-Curso	ID-Disciplina	EIXO DE QUALIDADE DE SOFTWARE								OUTROS EIXOS								
				AQ	TP	TA	RA	MP	NC	MC	TC	TS	P	C	I	M	G			
IFPR	Ivaiporã	C.1-SI	D.1-Nome Não Disponível																	
	Palmas	C.2-SI	D.2-Engenharia de Software	X			X			X	X	X	X	X	X					
			D.3-Qualidade de Software D.4-Teste de Software	X	X		X					X								X
Paranavaí	C.3-ES	D.5-Engenharia de Software	X																X	
		D.6-Teste de Software	X			X						X								
		D.7-Análise e Projeto de Sistemas	X																X	
		D.8-Projeto de Software Avançado	X																X	
UEL	Londrina	C.4-CC	D.9- Engenharia de Software 2										X	X	X			X		
UEM	Maringá	C.5-CC	D.10-Processo de Software e Engenharia de Requisitos	X														X		
			D.11-Análise e Projeto de Software D.12-Gerenciamento de Projetos de Software	X					X		X								X	
	Maringá	C.6-IF	D.13-Qualidade de Software D.14-Processo de Software e Engenharia de Requisitos D.15-Análise e Projeto de Software	X	X	X	X	X	X	X	X							X		
Maringá	C.7-EP	D.16-Qualidade de Software				X	X			X										
		D.17-Gerenciamento de Projetos de Software D.18-Engenharia de Software 2	X			X						X							X	
UENP	Luiz Meneghel	C.8-CC	D.19-Engenharia de Software 3 D.20-Prática e Gerenciamento de Projetos	X		X	X	X		X		X						X		
UEPG	Ponta Grossa	C.9-ES	D.21-Engenharia de Software				X						X							
UFPR	Curitiba	C.10-CC	D.22-Qualidade de Software D.23- Teste de Software		X		X	X		X	X	X								
	Palotina	C.11-LC	D.24-Engenharia de Software																	
Jandaia do Sul	C.12-LC	D.25-Qualidade de Software	X			X		X	X		X							X		
		D.26-Gerenciamento de Projeto de Software	X																X	
UNESPAR	Apucarana	C.13-CC	D.27-Engenharia de Software	X			X						X					X		
UNICENTRO	Guarapuava	C.14-CC	D.28-Engenharia de Software 2 D.29- Engenharia de Software 3	X									X		X			X		
UNIOESTE	Foz do Iguaçu	C.15-CC	D.30-Engenharia de Software 1 D.31-Engenharia de Software 2					X		X			X					X		
	Cascavel	C.16-CC	D.32-Processo de Engenharia de Software 1 D.33-Processo de Engenharia de Software 2	X																
UTFPR	Dois Vizinhos	C.17-ES	D.34-Qualidade de Software	X	X	X	X	X	X	X	X									
			D.35-Engenharia de Software										X						X	
			D.36-Processo De Produção De Software	X								X								X
			D.37-Gestão De Projeto De Software									X								
			D.38-Verificação E Validação				X					X		X						
	Cornélio Procopio	C.18-ES	D.39-Tópicos Especiais Em Engenharia De Software		X	X					X	X								
			D.40-Qualidade de Software	X	X	X				X		X								
			D.41-Introdução A Engenharia De Software							X		X			X			X		X
			D.42-Processo De Produção De Software						X		X			X						X
	Campo Mourão	C.19-CC	D.43-Teste De Software								X				X					
			D.44-Manutenção De Software												X				X	
			D.45-Tópicos Avançados Em Teste De Software	X			X								X	X				
			D.46-Engenharia de Software 2 D.47-Teste E Inspeção De Softwares		X		X	X					X							X
Medianeira	C.20-CC	D.48-Engenharia de Software 2		X	X	X			X		X	X						X		
		D.49-Teste De Software		X		X						X	X							
Ponta Grossa	C.21-CC	D.50-Gerenciamento de Projetos de Software	X															X		
		D.51-Engenharia de Software 2		X		X						X	X					X	X	
Santa Helena	C.22-CC	D.52-Qualidade de Software	X	X		X	X	X	X	X	X	X								
		D.53-Gerenciamento de Projetos de Software	X																X	

**LEGENDA:**

**Cursos:** CC = Ciência da Computação / EP = Engenharia de Produção com ênfase em software / IF = Informática / LC = Licenciatura em Computação  
**SI = Sistemas de Informação - Outros Eixos:** C = Construir / G = Gerenciar / I = Implantar / M = Manter / P = Projetar  
**Eixo de Qualidade:** AQ = Atributos de Qualidade / TC = Métricas de processo / TP = Métricas de produto de software  
**MC = Modelos e normas de qualidade de processo / MP = Modelos e normas de qualidade de produto / NC = Normatização e certificações de qualidade**  
**TA = Técnicas de Avaliação de Produto / RA = Técnicas de revisão e análise estática / TS = Teste de Software**

é o detalhamento dos conteúdos e o foco sobre determinado assunto de acordo com os interesses das IES. Entre os tópicos apresentados, são abordadas ferramentas, padrões de qualidade, métricas, garantia e controle de qualidade, entre outros tópicos. Entretanto, alguns tópicos são únicos em alguns cursos, tais como: (i) “Ética na Computação”, e “Computação e Sociedade” no curso da UFPR - Campus de Curitiba (C.10); (ii) “Aspectos da governança de TI” na UTFPR de Dois Vizinhos (C.17); e (iii) o enfoque em testes na UTFPR - Campus Santa Helena (C.22).

O conteúdo programático de quatro disciplinas (D.13, D.34, D.40 e D.52) está disponível publicamente, permitindo a extração e a análise dos seus tópicos. Note que os demais conteúdos foram solicitados aos coordenadores, mas infelizmente nenhuma resposta foi obtida. De forma geral, os conteúdos programáticos são similares em relação

**Tabela 2. Disciplinas Específicas de Qualidade de Software**

IES		CURSO				DISCIPLINA			
IES	Campus	Curso	T	PM	CH	OP	S	A	Ementa
IFPR	Palmas	C.2-SI	N	4	80	S	-	3/4	Fundamentos da qualidade de software. Inspeções e revisões. Qualidade do processo. Qualidade do produto. Processos de gerência da qualidade de software. Métricas da qualidade de software
UEM	Maringá	C.6-IF	N	5	68	N	2	5	Qualidade e produtividade de software. Padrões de qualidade. Modelos e métricas de qualidade. Garantia de qualidade de software
		C.7-EP	I	5	68	N	1	5	Estudo de modelos e ferramentas para a garantia e controle da qualidade de processos e de produtos de software
UFPR	Curitiba	C.10-CC	I	4	60	N	2	4	Qualidade de software. Métricas de qualidade. Gerenciamento de Configuração. Verificação e Validação. Teste de software. Qualidade de processo. Ética na computação. Computação e a sociedade.
	Jandaia do Sul	C.12-LC	V	4	36	S	-	3/4	Gestão de Qualidade de Software. Qualidade de Processo de Software: CMMI e MPS.BR. Processo de Verificação, Validação e Teste de Software (VV&T): Fundamentos do Processo de VV&T, Estratégias de Teste, Técnicas e Critérios de Teste, Técnicas de Inspeção. Processos de Manutenção de Software. Processo de Gestão de Configuração de Software. Documentação de Software. Padrões de Projeto de Software: Padrões de Criação, Estruturais e Comportamentais.
UTFPR	Dois Vizinhos	C.17-ES	N	4	45	N	1	4	Definições e terminologia de qualidade de software. Custos e impactos da qualidade. Normas e padrões referentes à: características de qualidade de software, avaliação de qualidade em pacotes de software, processo de avaliação de software. Aspectos relacionados à qualidade de modelos de processos de software. Visão geral dos modelos de referência para melhoria de qualidade de processos de softwares: CMMi e MPS.BR. Aspectos relacionados à governança de TI. Revisões, auditoria e inspeções. Planejamento de qualidade. Garantia da qualidade. Avaliação de atributos de qualidade. Análise de causa e prevenção de defeitos. Modelos e métricas de qualidade de software.
	Cornélio Procopio	C.18-ES	N	4	42	N	1	3	Definições e terminologia de qualidade de software. Custos e impactos de baixa qualidade. Modelos de qualidade tradicionais (McCall, Boehm). Terminologia para características de qualidade de software (ISO 9126-1). Papel de pessoas, processos, métodos, ferramentas e tecnologias em qualidade. Padrões de qualidade (ISO 9001, ISO 9003-04, IEEE Std 1028-2008, IEEE Std 1465-2004, IEEE Std 12207-2008, ITIL). Aspectos relacionados à qualidade de modelos de processos de software. Visão geral do CMMI. MPS.BR. Planejamento e garantia de qualidade. Avaliação de atributos de qualidade. Desenvolver planos de qualidade de software em conformidade com o padrão IEEE Std 730-2002.
	Santa Helena	C.22-CC	M/V	4	45	N	2	3	Métodos e práticas ágeis de desenvolvimento de software. Técnicas e práticas estratégias de verificação e validação de software. Tipos de testes, definição de casos de teste e automação de testes. Manutenção e gerenciamento de configuração de software. Reuso de software. Qualidade de software. Melhoria de processo. Métricas e normas de qualidade. Estudo de ferramentas CASE aplicáveis.

**LEGENDA:**

A = Ano de oferta da disciplina / CH = Carga horária da disciplina / OP = Disciplina opcional M = Matutino N = Noturno  
 PM = Prazo mínimo de conclusão do curso S = Semestre de oferta da disciplina / T = Turno / V = Vespertino

aos tópicos abordados, incluindo qualidade de produto e de processo, métricas e modelos. Porém, no curso de Ciência da Computação da UTFPR de Santa Helena (C.22), o conteúdo é mais direcionado às técnicas e práticas de QS, incluindo ferramentas, linguagens de programação, ambientes integrados, geradores de gráficos e relatórios para aplicações comerciais, assim como para desenvolvimento ágil.

Dos conteúdos obtidos, foram extraídas as palavras-chave referentes aos tópicos abordados nas disciplinas. A Figura 1 apresenta uma nuvem de palavras da frequência em que esses tópicos foram mencionados. Dessa forma, é possível observar que Qualidade de Software, Qualidade de Produto, Qualidade de Processo e Conceitos de Qualidade são mencionados em todos os conteúdos programáticos e que servem como base para os demais conteúdos definidos, variando apenas, o enfoque e o nível de detalhamento destes tópicos entre os cursos. Já os tópicos relacionados a Teste e Melhoria de Processo são os menos citados. Em relação ao termo Conceito que aparece na Figura 1, são abordados conceitos de atributos de qualidade, custos e impactos de baixa qualidade, normas, importâncias, benefícios e princípios. Destaca-se que o curso de Engenharia de Software da UTFPR do campus de Cornélio Procopio (C.18) dá enfoque no ensino do papel das pessoas na QS e as diferentes visões de qualidade.



**Figura 1. Tópicos do Conteúdo Programático de disciplinas de QS**

Os modelos de melhoria de processos destacados nos conteúdos programáticos são CMMI, MPS.BR, ITIL e PSP. Os padrões de qualidade definidos nos tópicos incluem as normas ISO/IEC 9001, 9003-04, 15504 (SPICE), 9126 e 25010 e IEEE Std 1028-2008, 1465-2004 e ISO/IEC/IEEE 12207.

Diversos livros e artigos são citados como **bibliografia** básica nos conteúdos programáticos dessas quatro disciplinas. Diferentes edições dos livros de [Sommerville 2019] e

[Pressman and Maxim 2016] aparecem em todas as bibliografias.

#### 4.2. Disciplinas Relacionadas à Qualidade de Software

De um total de 52 disciplinas (vide Tabela 1), 44 delas são relacionadas e apresentam tópicos de QS (Tabela 3). Engenharia de Software (e suas variações Engenharia de Software 2 e 3) é a disciplina com maior incidência, especialmente nos cursos de CC e ES, o que pode estar relacionada aos eixos de desenvolvimento e implantação do RF-CC-2017.

**Tabela 3. Relação e Frequência das Disciplinas Relacionadas à QS**

Disciplina	CC	LC	EP	ES	IF	SI	F
Análise e Projeto de Software	C.5			C.3	C.6		3
Engenharia de Software	C.13 e C.15	C.11		C.3, C.9 e C.17		C.2	7
Engenharia de Software 2	C.4, C.14, C.15, C.19, C.20 e C.21		C.7				7
Engenharia de Software 3	C.8 e C.14						2
Gerenciamento de Projeto de Software	C.5, C.8, C.20 e C.22	C.12	C.7	C.17			7
Introdução a Engenharia de Software				C.18			1
Manutenção de Software				C.18			1
Processo de Engenharia de Software 1	C.16						1
Processo de Engenharia de Software 2	C.16						1
Processo de Produção de Software				C.17 e C.18			2
Processo de Software e Engenharia de Requisitos	C.5				C.6		2
Qualidade de Software	C.10 e C.22	C.12	C.7	C.17 e C.18	C.6	C.2	8
Teste de Software	C.10, C.19 e C.20			C.3, C.17 e C.18(2)		C.2	8
Tópicos Especiais em Engenharia de Software				C.17			1
Projeto de Software Avançado				C.3			1
<b>Total</b>	22	3	3	18	3	3	52

**LEGENDA:**

**Cursos:** CC = Ciência da Computação / EP = Engenharia de Produção com ênfase em Software

IF = Informática / LC = Licenciatura em Computação / SI = Sistemas de Informação / F = Frequência

É possível observar na Tabela 3 que há uma grande diversidade de disciplinas da área de ES que incluem tópicos de qualidade. Estas disciplinas estão relacionadas a diferentes etapas do processo de desenvolvimento de software, e também envolvem aspectos da qualidade do **processo** e do **produto** final. Isso se reflete nos cinco principais tópicos de qualidade abordados nas disciplinas identificadas, sendo esses: Atributos de Qualidade - AQ (produto); Teste de Software - TS (produto); Técnicas de Revisão de Software - RA (produto); Modelos e Normas de Qualidade de Processo - MC (processo); e Métricas de Processo - TC (processo).

Apesar das 44 disciplinas relacionarem aspectos de QS em seus conteúdos programáticos, a abrangência de tópicos do eixo qualidade ainda é pequena, conforme pode ser observado na Tabela 1. Dentre os cursos analisados, pode-se observar, por exemplo, que o curso de ES da UEPG inclui no conteúdo programático de suas disciplinas apenas dois dos nove tópicos, sendo as técnicas de revisão e análise estática, e teste de software.

Por outro lado, pode-se destacar o curso de CC do campus de Medianeira da UTFPR que apresenta no conteúdo programático da disciplina “Engenharia de Software 2”(D.48), sete dos nove tópicos do eixo de QS, e o curso de CC da UENP que apresenta seis dos nove tópicos no conteúdo programático da disciplina “Engenharia de Software 3” (D.19) (Tabela 1). Nesses cursos a ênfase dada aos tópicos de qualidade são parcialmente equivalentes àqueles dados em cursos que possuem disciplinas específicas de QS.

### **4.3. Perfil do Egresso**

Considerando o RF-CC-2017 [Zorzo et al. 2017], apenas o curso de ES tem um eixo específico para QS. Nesse contexto, espera-se, deste curso, que os egressos sejam capazes de produzir software de alta qualidade em suas mais diversas dimensões. Porém, com base no levantamento realizado, dos quatro cursos de ES encontrados, apenas dois deles (C.17 e C.18) têm disciplinas específicas de QS. Nos outros dois cursos (C.3 e C.11), a qualidade é abordada em disciplinas de Engenharia de Software e de Teste de Software e focam, principalmente, conteúdos relacionados à inspeção e teste de software.

O acesso ao perfil do egresso pôde ser realizado para 21<sup>4</sup> dos 22 cursos analisados. No perfil do egresso de 10 cursos (C.3,C.4, C.5, C.6, C.15, C.16,C.17, C.18, C.19 e C.21) o conhecimento sobre aspectos relacionados à qualidade do produto e do processo de software é explicitamente mencionado. Uma ênfase especial nesses cursos é dada ao estudo de métricas de produto e processo, além de modelo e padrões para a qualidade do processo de desenvolvimento de software.

Nos 11 cursos que não mencionam explicitamente conhecimentos sobre questões relacionadas à QS no perfil do egresso (C.1,C.2, C.7,C.9, C.10, C.11, C.12, C.13, C.14, C.20 e C.22), são apresentadas referências ao desenvolvimento de software para as mais diversas áreas, o que pressupõe a necessidade pelo conhecimento de “boas” práticas e implicitamente de conhecimentos sobre QS. Nesse contexto, mesmo não estando presentes em disciplinas explícitas de QS, tais conteúdos precisam ser abordados nos conteúdos programáticos das disciplinas da área de ES.

## **5. Discussão dos Resultados**

Esta seção discute os resultados obtidos a partir da análise dos dados da Seção 4 nas perspectivas de disciplinas e egressos dos 22 cursos. Ainda, apresentam-se recomendações (REC) para a melhoria e adequação de tais cursos para as IES do PR.

### **5.1. Disciplinas**

Identificou-se neste estudo que nos 22 cursos analisados há um total de 52 disciplinas que envolvem QS sob algum aspecto, sendo apenas oito (15%) delas específicas sobre QS e seis (11,5%) obrigatórias. Nas demais disciplinas apenas alguns aspectos de QS

---

<sup>4</sup><https://zenodo.org/record/6360042#.YjDohDxv9Ng>

são abordados, especialmente ao que se refere ao ensino de teste, revisão e verificação de artefatos. Nota-se, dessa forma, os benefícios e a exigência do ensino de QS para a melhoria contínua de produtos e processos na indústria de software.

**REC.1:** O ensino de QS, mesmo com as diferenças de objetivos entre os cursos de computação deve ser considerado prioritário e com o devido aprofundamento de conceitos e princípios de Gestão de Qualidade, dado o caráter transversal da disciplina em áreas correlatas à Computação e a alta demanda da indústria e da sociedade como um todo.

Contudo, é importante destacar os esforços das IES em ensinar os conteúdos programáticos de QS para seus alunos nas disciplinas “equivalentes”. Dada a decorrente demanda da indústria de software em obter certificações de qualidade e de entregar produtos e processos de qualidade, esses esforços podem ser valiosos para os acadêmicos.

Um fato interessante é que 14 disciplinas estão relacionadas ao tópico de projeto e gerenciamento de sistemas de software, o que evidencia a carência de abrangência da disciplina no ciclo de vida de software.

**REC.2:** O ensino de QS nas IES deve considerar fortemente as principais fases do ciclo de vida de software, tais como, desenvolvimento, implantação e manutenção bem como o processo de software em si.

Ainda, não foi possível identificar o que de fato é ensinado nas disciplinas analisadas e os materiais utilizados pelos docentes. Entretanto, pode-se observar algumas lacunas em relação às bibliografias básicas, que possuem referências antigas, especialmente as que se referem aos padrões e modelos de processos de qualidade, tais como, CMMI e MPS.BR que possuem versões atuais já disponíveis. Além disso, não se observa em nenhuma ementa quais fundamentos de QS têm sido abordados e se eles preenchem as lacunas de verificar, analisar e padronizar a QS durante todo o ciclo de vida de software.

**REC.3:** Os cursos correlatos à Computação nas IES devem revisitar e atualizar as bibliografias básicas utilizadas no ensino de QS, além de explicitar em suas ementas quais fundamentos básicos de QS são ensinados e para qual fase do ciclo de vida de software.

Assim como nos eixos que mencionam QS durante as etapas de desenvolvimento de software, a maioria dos cursos de Computação envolve algum tópico de qualidade diluído em outras disciplinas, especialmente em Engenharia de Software, como pode ser analisado na Tabela 1. Dessa forma, os tópicos de qualidade são apresentados superficialmente e fragmentados, o que pode comprometer a compreensão do aluno da totalidade dos conceitos essenciais de QS como, por exemplo, o desconhecimento de técnicas de avaliação de qualidade que são pouco abordadas nas disciplinas de forma geral.

**REC.4:** Concentrar ao máximo os conceitos relacionados à QS em tópicos atômicos em disciplinas não específicas dos cursos correlatos à Computação nas IES. Ainda, mapear tais conceitos entre disciplinas permitindo a rastreabilidade de conhecimento do assunto QS e tornando o mapeamento explícito aos estudantes.

Em relação a bibliografia básica, observa-se uma predominância do referencial

da área de ES. Destaca-se a importância de abordar os conceitos e princípios da área de Gestão da Qualidade, tais como: evolução do conceito (Inspeção, Controle Estatístico, Garantia da Qualidade, Gestão da Qualidade Total), dimensões da qualidade (qualidade, custo, entrega, moral e segurança), Ciclo PDCA e ferramentas básicas. Tais conhecimentos são importantes para consolidar a visão de qualidade e são requeridos quando da implantação/manutenção dos modelos de melhoria de processos.

**REC.5:** Incluir referencial teórico relevante acerca da área de Gestão da Qualidade, a fim de consolidar o conhecimento de QS.

## 5.2. Perfil do Egresso

De acordo com o RF-CC-2017, QS é intrínseca à Computação, independente da área explorada pela região das IES. Nesse contexto, espera-se que um profissional da Computação tenha capacidade de analisar produtos e processos executados com qualidade, para qualquer área da computação.

Dos dez cursos que mencionam algum aspecto de QS como habilidade esperada de formação de um egresso, apenas três deles possuem uma matéria específica de QS em seu currículo (C.6, C.17 e C.18). Os outros sete, a QS está diluída entre tópicos em disciplinas relacionadas.

**REC.6:** Revisitar o perfil do egresso dos cursos relacionados à Computação e tornar explícita a competência do profissional frente às atividades de QS.

## 6. Conclusão

Este artigo apresentou um estudo exploratório sobre como a qualidade de software tem sido abordada nas IESs públicas do estado do PR. Nos 22 cursos identificados, apenas oito deles possuem uma disciplina específica de QS. Tais dados, diferem da visão mencionada/esperada pelos perfis do egresso da maioria dos cursos, que mencionam a qualidade como um requisito importante.

Pôde-se observar que os tópicos abordados, de maneira geral, não permitem ao aluno ter uma visão consistente e completa de conceitos e ferramentas de QS esperados pelos profissionais na indústria, especialmente em relação aos modelos de melhoria de qualidade e suas certificações, amplamente buscadas pela indústria de software no Paraná.

Apesar do RF-CC-2017 ter sido um esforço conjunto de diversos profissionais da área de Computação, foi proposto para apenas um curso de graduação em computação um eixo específico para QS, e, em outros dois cursos foram incluídos tópicos de desenvolvimento de software. Tal análise nos dá evidências de que o ensino de qualidade de software precisa ser melhor difundido entre os profissionais e pesquisadores para que a área seja melhor representada em futuros referenciais e abordada de fato nas IES do Paraná.

A partir das análises conduzidas foram elaboradas seis recomendações que podem nortear Coordenações de Curso, Núcleos Docentes Estruturantes e Docentes na melhoria da organização do ensino de QS, na consolidação da visão de QS durante a formação e, conseqüentemente, no perfil do egresso mais alinhado com as diretrizes da SBC e demandas da indústria.

A partir deste estudo, pode-se derivar outros trabalhos: (i) analisar como os tópicos de QS são abordados pelos docentes e suas práticas, identificando se há discrepância entre o conteúdo programado e a prática; (ii) conduzir um estudo para identificar como os alunos compreendem a importância dos tópicos de qualidade para o mercado de trabalho e analisar as diferenças nas percepções de QS em relação ao ensino e indústria e as habilidades esperadas; (iii) mapear como a qualidade exigida pelo perfil do egresso é abordada em sala de aula; (iv) analisar a aderência das matrizes curriculares de acordo com as necessidades da indústria de software regional em relação, as técnicas, ferramentas e modelos adotados; (v) expandir a análise dos cursos para as IES privadas do PR e (vi) expandir o estudo para os demais estados que são polos de TI no país.

## 7. Agradecimento

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio.

## Referências

- [Albuquerque et al. 2014] Albuquerque, J. d., Prado, E., Coelho, F., and Celso, R. (2014). Educação em sistemas de informação no brasil: Uma análise da abordagem curricular em instituições de ensino superior brasileiras. *RBIE*, 22(01):79.
- [Cico et al. 2021] Cico, O., Jaccheri, L., Nguyen-Duc, A., and Zhang, H. (2021). Exploring the intersection between software industry and software engineering education—a systematic mapping of software engineering trends. *J. Syst. Softw.*, 172:110736.
- [Garousi et al. 2020] Garousi, V. et al. (2020). Closing the gap between software engineering education and industrial needs. *IEEE Software*, 37(2):68–77.
- [Garousi and Felderer 2017] Garousi, V. and Felderer, M. (2017). Worlds apart: Industrial and academic focus areas in software testing. *IEEE Software*, 34(5):38–45.
- [Hilburn and Towhidnejad 2002] Hilburn, Y. and Towhidnejad, M. (2002). Software quality across the curriculum. In *FIE*, volume 32, pages S1G18–S1G23. IEEE.
- [Karita et al. 2021] Karita, L. et al. (2021). Software industry awareness on sustainable software engineering: a Brazilian perspective. *JSERD*, 9(1):2:1 – 2:15.
- [MEC 2016] MEC (2016). Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em computação. Resolução CNE/CES nº 5, de 16 de novembro de 2016.
- [Pressman and Maxim 2016] Pressman, R. and Maxim, B. (2016). *Engenharia de Software*. McGraw Hill Brasil, 8 edition.
- [Richardson et al. 2011] Richardson, I., Reid, L., Seidman, S. B., Pattinson, B., and Delaney, Y. (2011). Educating software engineers of the future: Software quality research through problem-based learning. In *CSEE&T*, pages 91–100. IEEE.
- [Sommerville 2019] Sommerville, I. (2019). *Engenharia de software*, volume 10. Pearson Prentice Hall.
- [Zorzo et al. 2017] Zorzo, A., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., Leite, J., Araujo, R., Correia, R., and Martins, S. (2017). *Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação (SBC)*. SBC.