

Diagnóstico do Ensino de Requisitos Não Funcionais de Software e Experiência do Usuário em Cursos de Graduação em Ciência da Computação no Brasil

Title: *Diagnosis of Teaching Non-Functional Software Requirements and User Experience in Undergraduate Computer Science Courses in Brazil*

Título: *Diagnóstico de la Enseñanza de Requisitos de Software no Funcionales y Experiencia del Usuario en Cursos de Graduación en Ciencias de la Computación en Brasil*

Josué Viana Ferreira
Programa de Pós-Graduação em
Computação (PPGCOMP) /
Universidade Federal do Pará
(UFPA)
ORCID: [0000-0002-3475-2513](https://orcid.org/0000-0002-3475-2513)
josue.ferreira@icen.ufpa.br

Sandro Ronaldo Bezerra Oliveira
Programa de Pós-Graduação em
Computação (PPGCOMP) /
Universidade Federal do Pará
(UFPA)
ORCID: [0000-0002-8929-5145](https://orcid.org/0000-0002-8929-5145)
srbo@ufpa.br

Carlos dos Santos Portela
Universidade Federal do Pará
(UFPA)
ORCID: [0000-0001-6273-1069](https://orcid.org/0000-0001-6273-1069)
csp@ufpa.br

Resumo

O artigo apresenta um diagnóstico sobre o ensino de Requisitos Não Funcionais (RNFs) e Experiência do Usuário (UX) em cursos de graduação em Ciência da Computação no Brasil. A pesquisa considera o currículo da ACM/IEEE de 2020, os Referenciais de Formação da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) de 2017 e o Guia Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK – 3.0), principais referências para currículos de Computação no Brasil. Foram analisados Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs), planos de ensino e conteúdos programáticos de 44 cursos, abrangendo 62 disciplinas distribuídas entre 24 instituições, consideradas as melhores universidades brasileiras em Computação segundo o Ranking Universitário Folha (RUF) de 2024. Os resultados mostram que RNFs são tratados principalmente em disciplinas de Engenharia de Software, com foco em Segurança, Usabilidade e Desempenho. Subtópicos como Propriedades Emergentes, Tratamento de Erros, Tolerância a Falhas e Propriedades do Sistema Emergente estão ausentes. A UX é contemplada em disciplinas de Interação Humano-Computador, abordando Design de Interfaces, Acessibilidade e Heurísticas de Usabilidade. Subtópicos como Localização, Internacionalização e Robustez do Software recebem baixa atenção. A carga horária predominante é de 60 horas, adequada para conteúdos introdutórios, mas pode ser insuficiente para temas especializados de RNFs e UX do SWEBOK, ausentes nos currículos analisados. Atividades práticas e de extensão realizadas por algumas universidades são valiosas para aplicação do conhecimento. A conformidade dos currículos relacionados a RNFs e UX, em comparação com os referenciais da ACM/IEEE e SBC, é limitada, evidenciando uma lacuna a ser abordada. O estudo evidencia que currículos não integram RNFs e UX, restringindo uma visão holística para o desenvolvimento de sistemas robustos e amigáveis. Conclui-se que há oportunidades para aprimorar os currículos, recomendando uma abordagem interdisciplinar alinhada às diretrizes da ACM/IEEE, SBC e do Guia SWEBOK, fortalecendo a formação técnica dos estudantes e elevando a qualidade dos sistemas desenvolvidos.

Palavras-Chave: Requisitos Não Funcionais de Software; Experiência do Usuário; Engenharia de Software; Interação Humano-Computador; Currículos de Ciência da Computação; Educação em Computação.

Abstract

This article presents a diagnosis of the teaching of Non-Functional Requirements (NFRs) and User Experience (UX) in undergraduate Computer Science courses in Brazil. The research considers the 2020 ACM/IEEE curriculum, the

2017 Brazilian Computer Society (SBC) Training References, and the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK – 3.0) Guide, the main references for Computer Science curricula in Brazil. Pedagogical Course Projects (PPCs), teaching plans, and program contents of 44 courses were analyzed, covering 62 disciplines distributed among 24 institutions, considered the best Brazilian universities in Computer Science according to the 2024 Folha University Ranking (RUF). The results show that NFRs are mainly addressed in Software Engineering disciplines, with a focus on Security, Usability, and Performance. Subtopics such as Emergent Properties, Error Handling, Fault Tolerance and Emergent System Properties are absent. The UX is covered in Human-Computer Interaction courses, addressing Interface Design, Accessibility and Usability Heuristics. Subtopics such as Localization, Internationalization and Software Robustness receive little attention. The predominant workload is 60 hours, adequate for introductory content, but may be insufficient for specialized topics of NFRs and UX from SWEBOK, which are absent in the analyzed curricula. Practical and extension activities carried out by some universities are valuable for applying knowledge. The conformity of curricula related to NFRs and UX, compared to the ACM/IEEE and SBC references, is limited, evidencing a gap to be addressed. The study shows that curricula do not integrate NFRs and UX, restricting a holistic view for the development of robust and user-friendly systems. It is concluded that there are opportunities to improve curricula, recommending an interdisciplinary approach aligned with the ACM/IEEE, SBC and SWEBOK Guide guidelines, strengthening the technical training of students and increasing the quality of the systems developed.

Keywords: Non-Functional Software Requirements; User Experience; Software Engineering; Human-Computer Interaction; Computer Science Curricula; Computer Education.

Resumen

El artículo presenta un diagnóstico de la enseñanza de Requisitos No Funcionales (RNF) y Experiencia de Usuario (UX) en cursos de graduación en Ciencias de la Computación en Brasil. La investigación considera el currículo ACM/IEEE 2020, las Referencias de Capacitación de SBC 2017 y la Guía SWEBOK – 3.0, principales referencias para currículos de Computación en Brasil. Se analizaron Proyectos de Cursos Pedagógicos (PPC), planes docentes y contenidos programáticos de 44 cursos, cubriendo 62 materias distribuidas en 24 instituciones, consideradas las mejores universidades brasileñas en Computación según el Ranking Universitario Folha (RUF) 2024. Los resultados muestran que los RNF se tratan principalmente en disciplinas de Ingeniería de Software, enfocándose en Seguridad, Usabilidad y Rendimiento. Faltan subtemas como Propiedades Emergentes, Manejo de Errores, Tolerancia a Fallas y Propiedades del Sistema. UX se cubre en disciplinas de Interacción Persona-Computadora, que abarcan Diseño de Interfaz, Accesibilidad y Heurísticas de Usabilidad. Subtemas como Localización, Internacionalización y Solidez del Software reciben poca atención. La carga horaria predominante es de 60 horas, adecuada para contenidos introductorios, pero puede ser insuficiente para temas especializados de RNF y UX, ausentes en los planes de estudio analizados. Las actividades prácticas y de extensión realizadas por algunas universidades son valiosas para aplicar conocimientos. El cumplimiento de los planes relacionados con RNF y UX, en comparación con los puntos de referencia ACM/IEEE y SBC, es limitado, lo que destaca una brecha que debe abordarse. El estudio muestra que los planes de estudio no integran RNF y UX, restringiendo una visión holística para el desarrollo de sistemas robustos y fáciles de usar. Se concluye que existen oportunidades para mejorar los planes de estudio, recomendando un enfoque interdisciplinario alineado con los lineamientos de ACM/IEEE, SBC y la Guía SWEBOK, fortaleciendo la formación técnica de estudiantes y elevando la calidad de los sistemas desarrollados.

Palabras clave: Requisitos No Funcionales de Software; Experiencia del Usuario; Ingeniería de Software; Interacción Humano-Computador; Currículos de Ciencia de la Computación; Educación en Computación.

1 Introdução

Os cursos de Ciência da Computação enfrentam desafios significativos para elaborar currículos que preparem os discentes com as habilidades e competências necessárias para projetar e desenvolver software de qualidade (Yadav et al., 2016). No Brasil, esses cursos são organizados com base no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), que define o currículo, o perfil esperado dos egressos, os métodos de avaliação e outros aspectos relacionados à execução do programa de graduação (Castro & Oliveira, 2023). A elaboração do PPC é orientada por documentos de referência, que levam em consideração as particularidades locais e regionais. Para os cursos de computação, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (Brasil, 2016), os Referenciais de Formação da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) (Zorzo et al., 2017), o currículo da *Association for Computing Machinery/Institute of Electrical and Eletronic Engineers* (ACM/IEEE) (Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2020), e o *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK) (Bourque & Fairley, 2014), são elementos fundamentais na construção do PPC.

Entre os componentes curriculares ministrados nos cursos de graduação, destacam-se Engenharia de Software (ES) e Interação Humano-Computador (IHC) (Brasil, 2016), ambas essenciais para a criação de sistemas interativos de qualidade. De acordo com Sommerville (2011) e com Pressman e Maxim (2016), a ES envolve etapas cruciais de planejamento, análise de requisitos, design, codificação, teste e manutenção, com o objetivo de assegurar a viabilidade técnica e o sucesso dos projetos. Dentro da análise de requisitos, os Requisitos Não Funcionais (RNFs), que tratam de atributos de qualidade como desempenho, confiabilidade, manutenibilidade, usabilidade, segurança, privacidade e satisfação do cliente, são frequentemente negligenciados pelos alunos em projetos de software desenvolvidos em disciplinas acadêmicas, conforme apontado por Li et al. (2023). No entanto, os RNFs são fundamentais para a eficiência, satisfação dos *stakeholders* e sustentabilidade do software ao longo de seu ciclo de vida (Werner et al., 2020; Werner, 2022).

Por sua vez, a disciplina de IHC inclui a Experiência do Usuário (UX) como um de seus conteúdos, buscando garantir que as interfaces sejam intuitivas, acessíveis e otimizadas (Rachel Krause & Maria Rosala, 2019). Isso envolve aspectos emocionais, cognitivos, culturais e sociais, essenciais para projetar interações eficazes e agradáveis em um mercado cada vez mais competitivo. Temas como usabilidade, acessibilidade e design centrado no usuário são fundamentais para que os discentes compreendam a importância de colocar o usuário no centro do processo de desenvolvimento. Neste sentido, o Corpo de Conhecimento do SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014) destaca a relevância das áreas de RNFs e UX, orientando o estudo desses tópicos para o desenvolvimento de um currículo de qualidade para os estudantes de computação.

As Diretrizes Curriculares da SBC (Zorzo et al., 2017) indicam que as disciplinas podem abordar mais de um conteúdo nos Referenciais de Formação em Ciência da Computação, combinando-os para tratar de situações complexas. Os referenciais da SBC apontam que, certos conteúdos podem ser abordados em diferentes disciplinas, evidenciando sua aplicação em contextos variados e com diferentes níveis de profundidade. Esse arranjo de conteúdos e disciplinas depende da estratégia adotada por cada curso para o desenvolvimento de competências nos estudantes.

A interdisciplinaridade é, portanto, um fator essencial na formação dos discentes. Lima et al. (2019) destacam que a integração entre ES e IHC é necessária e agrega valor ao desenvolvimento de sistemas interativos, uma vez que ambas as disciplinas abordam aspectos complementares. O estudo também ressalta que os fundamentos de IHC devem ser incorporados

às questões não funcionais do software, reforçando a importância de uma abordagem integrada. Adicionalmente, a composição diversificada das equipes de desenvolvimento de software, formada por profissionais com diversas habilidades e competências, exige essa integração para promover uma visão holística e sinérgica durante o processo de criação. Essa abordagem interdisciplinar não só potencializa a qualidade técnica dos sistemas, mas também assegura uma experiência de uso alinhada às necessidades dos usuários.

O estudo de Moreno et al. (2012) comparou currículos acadêmicos e perfis profissionais com o objetivo de identificar as relações entre as competências recomendadas e as habilidades exigidas para os profissionais de software. Os resultados mostraram que, mesmo com as diretrizes curriculares, nem todos os conhecimentos essenciais para a atuação na indústria são contemplados, o que significa que os alunos ainda se graduam com lacunas em sua formação.

Neste cenário, este artigo foca nos conteúdos de RNFs e UX, com o objetivo de mapear como os currículos dos cursos de Ciência da Computação nas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil estão abordando esses tópicos. Portanto, foi realizada uma análise das disciplinas de ES, IHC e derivadas, com o propósito de identificar quais tópicos e subtópicos definidos pelo SWEBOK para RNFs e UX, estão presentes nas unidades curriculares. Além disso, o estudo buscou verificar se os currículos seguem as recomendações dos referenciais de formação da ACM/IEEE e SBC, além de identificar possíveis lacunas e oportunidades de melhoria para alinhar a formação acadêmica às demandas do mercado.

Além desta introdução, este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica, abordando as referências de formação da SBC, as diretrizes curriculares da ACM/IEEE, o Corpo de Conhecimento do SWEBOK, RNFs e UX; a Seção 3 apresenta os trabalhos relacionados; a Seção 4 detalha a metodologia empregada nesta pesquisa; a Seção 5 expõe os resultados obtidos a partir da análise dos currículos; a Seção 6 discute esses resultados; a Seção 7 identifica as ameaças à validade do estudo; e, por fim, a Seção 8 conclui o trabalho.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Interdisciplinaridade nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Ciência da Computação

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (Brasil, 2016) para cursos de Ciência da Computação ressaltam a importância da interdisciplinaridade na formação dos estudantes. Especificamente, o documento destaca que os currículos desses cursos devem ser capazes de "III - formas de implementação da interdisciplinaridade" (Brasil, 2016, p. 2). Isso significa que os PPCs de Ciência da Computação devem incorporar conteúdos e atividades que promovam uma abordagem interdisciplinar na educação dos futuros profissionais.

Adicionalmente, essas DCNs estabelecem alguns requisitos para a conclusão do curso, que estão alinhados à área de RNFs de Software e UX, conforme enfatiza o Ministério da Educação (MEC) (Brasil, 2016, p. 3): "II - adquiram visão global e interdisciplinar de sistemas e entendam que esta visão transcende os detalhes de implementação dos vários componentes e os conhecimentos dos domínios de aplicação; V - sejam capazes de agir de forma reflexiva na construção de sistemas de computação, compreendendo o seu impacto direto ou indireto sobre as pessoas e a sociedade; VI - sejam capazes de criar soluções, individualmente ou em equipe, para problemas complexos caracterizados por relações entre domínios de conhecimento e de aplicação".

Dessa forma, considerando a flexibilidade necessária para atender a diferentes áreas de aplicação, os cursos de Ciência da Computação devem proporcionar uma formação que desenvolva as habilidades e competências dos egressos (Brasil, 2016, p. 5). Esse conjunto de competências destaca a importância de uma formação sólida e abrangente, alinhada às demandas da área e às práticas recomendadas para a formação em computação.

2.2 Referenciais de Formação da SBC e Currículo da ACM/IEEE

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC), em 2017, desenvolveu os Referenciais de Formação (RF) (Zorzo et al., 2017), baseados no conceito de competência e alinhados às DCNs (Brasil, 2016), homologadas em 2016. Esses referenciais oferecem diretrizes para a elaboração de currículos nos cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Engenharia de Software, Licenciatura em Computação e Sistemas de Informação. Embora não constituam currículos propriamente ditos, esses referenciais servem como materiais de apoio que orientam a construção curricular em conformidade com as normas estabelecidas pelo MEC (Elgrably & Oliveira, 2021).

As 25 competências definidas pelas DCNs para os cursos de Ciência da Computação (RF-CC-17) são organizadas em sete eixos de formação principais nos referenciais da SBC, que facilitam a construção de currículos coerentes e de qualidade. Esses referenciais têm como objetivo orientar a criação de PPCs em sintonia com as DCNs, além de orientar estudantes e interessados a entenderem a estrutura da formação em Ciência da Computação. Os RF-CC-17 definem competência como a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores de maneira integrada, permitindo que o indivíduo atue de forma eficaz em situações reais e complexas.

A SBC, ao desenvolver seus referenciais, também se baseia nas diretrizes curriculares da ACM/IEEE, que refletem as práticas mais recentes da área de computação. Este documento estabelece as competências essenciais que devem ser desenvolvidas em áreas como ES e IHC, entre outras.

Os referenciais de formação da SBC detalham os eixos de formação e suas respectivas competências para os cursos de computação. Cada eixo agrupa um conjunto de competências menores, chamadas de competências derivadas, que contribuem para o desenvolvimento das competências principais. Essas competências derivadas exigem conhecimentos e habilidades específicas, representados pelos conteúdos associados. Tanto os RF-CC-17 quanto às diretrizes da ACM/IEEE asseguram que os currículos de Ciência da Computação no Brasil estejam alinhados com as demandas globais e as transformações tecnológicas.

No currículo de referência da ACM/IEEE (Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2020), os RNFs de Software estão incluídos na categoria “Modelagem de Sistemas”, enquanto a UX é tratada na categoria “Usuários e Organizações”. Essas categorias fazem parte de uma estrutura mais ampla que organiza o conhecimento em subáreas específicas de ES e IHC. A análise desse documento identifica competências específicas para RNFs e UX, que devem ser incorporadas nas disciplinas de ES e IHC, respectivamente.

As competências específicas para ES incluem: **A)** Realizar uma revisão detalhada de requisitos de software, distinguindo entre requisitos funcionais e não funcionais, avaliando sua conformidade com os padrões de qualidade; **B)** Apresentar o design de um sistema de software ao cliente utilizando notações de modelagem, como a *Unified Modeling Language* (UML), destacando a incorporação de princípios de design.

Para a IHC, as competências específicas englobam: **A)** Projetar um aplicativo interativo aplicando o ciclo de design centrado no usuário, utilizando ferramentas e técnicas como modos

de interação, navegação e design visual, com foco na otimização da usabilidade em ambientes corporativos; **B)** Analisar e avaliar interfaces de usuário considerando o contexto de uso, necessidades das partes interessadas, tempos de resposta, acessibilidade, tecnologias assistivas e design sensível à cultura; **C)** Desenvolver um aplicativo interativo aplicando o ciclo de design centrado no usuário, utilizando ferramentas e técnicas adequadas para otimizar a usabilidade; **D)** Conduzir testes de usabilidade para avaliar uma interface de usuário, levando em conta o acesso universal e o design culturalmente adequado; **E)** Criar um aplicativo simples com documentação e suporte, desenvolver uma interface gráfica de usuário e realizar uma avaliação quantitativa, relatando os resultados.

Já a SBC, define um eixo de formação obedecendo a seguinte estrutura:

- **Código:** algarismo indo-arábico que identifica o eixo de formação;
- **Título:** rótulo que identifica o eixo de formação;
- **Descrição:** pequeno texto que contextualiza a competência associada ao eixo de formação;
- **Competência de eixo:** descrição da competência associada ao eixo de formação;
- **Competências derivadas:** lista de competências, oriundas das vinte e cinco competências e habilidades, gerais e específicas, definidas pelas DCN16, necessárias para construir a competência de eixo. As competências gerais das DCN16 são indicadas pelo identificador CG e as específicas do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, pelo identificador CE. Por sua vez, cada competência derivada é constituída dos seguintes subcampos:
 - **código:** formado pela junção da letra C (inicial da palavra “competência”), do código do eixo (1 a 7) e de um número indo-arábico que ordena sequencialmente a competência derivada no contexto do eixo de formação;
 - **classificação:** um dos seis níveis do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada (Ferraz e Belhot, 2010);
 - **conteúdo:** lista de conhecimentos que devem ser trabalhados para desenvolver a competência derivada.

Portanto, alinhando-se com as diretrizes da ACM/IEEE, os referenciais de formação da SBC organizam o Eixo de Formação 2 (Desenvolvimento de Sistemas), que está relacionado aos subtemas de RNFs de Software (Competências Derivadas C.2.7 e C.2.9) e UX (Competência Derivada C.2.11), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Eixo de Formação da SBC relacionado a RNFs e UX.

2. EIXO DE FORMAÇÃO: DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS		
<p>O desenvolvimento de sistemas computacionais inclui tanto a criação de sistemas quanto a adaptação de sistemas existentes. Deve contemplar o levantamento de requisitos funcionais e não-funcionais, a sua análise, modelagem, projeto, implementação e teste. Em todo o processo de desenvolvimento dos sistemas computacionais devem-se empregar teorias, métodos, técnicas e ferramentas para garantia e controle de qualidade do processo e do produto. Este eixo é definido pelas DCN16 como: "<i>especificar, projetar, implementar, manter e avaliar sistemas de computação, empregando teorias, práticas e ferramentas adequadas</i>" (CE-V).</p> <p>COMPETÊNCIA: <i>Desenvolver sistemas computacionais que atendam qualidade de processo e de produto, considerando princípios e boas práticas de engenharia de sistemas e engenharia de software, incluindo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar, analisar, especificar, validar requisitos. • Projetar soluções computacionais em harmonia com o ambiente social e físico no seu entorno de aplicação. • Implementar sistemas computacionais utilizando ambientes de desenvolvimento apropriados. • Testar e manter sistemas computacionais. 		
Competências Derivadas	Classificação	Conteúdos

<i>C.2.7. Identificar e analisar requisitos e especificações para problemas específicos e planejar estratégias para suas soluções (CE-IV).</i>	Criar	Engenharia de Software
<i>C.2.9. Analisar quanto um sistema baseado em computadores atende os critérios definidos para seu uso corrente e futuro (adequabilidade) (CE-VIII).</i>	Avaliar	
<i>C.2.11. Aplicar os princípios de interação humano-computador para avaliar e construir uma grande variedade de produtos incluindo interface do usuário, páginas WEB, sistemas multimídia e sistemas móveis (CE-XIII).</i>	Criar	Interação Humano-Computador

O eixo de formação enfatiza o desenvolvimento de competências como levantamento de requisitos funcionais e não funcionais, análise de sistemas, modelagem e aplicação de boas práticas de desenvolvimento. Essas habilidades visam preparar os alunos para enfrentar desafios reais no mercado, como a identificação de requisitos específicos, avaliação da adequação de sistemas e aplicação de princípios de UX, fundamentais para criação de softwares interativos de qualidade. Esses tópicos são essenciais no currículo de computação, alinhando-se com o objetivo de formar profissionais capazes de atender às demandas da indústria de forma crítica e eficiente.

2.3 SWEBOK, Requisitos Não Funcionais e Experiência do Usuário

O *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK) delimita o escopo essencial da ES (Bourque & Fairley, 2014), estruturando o conhecimento da área em domínios amplamente reconhecidos. Este estudo utilizou a versão 3.0, publicada em 2014, por ser a mais consolidada durante o período da pesquisa realizada e a atualmente citada pelos Referenciais de Formação da SBC (Zorzo et al., 2017), enquanto a versão 4.0, lançada em outubro de 2024, foi publicada após a execução da pesquisa. Além disso, a versão 3.0 contempla insumos necessários para a análise dos PPCs, considerando os contextos definidos como meta na pesquisa: Design de Interface do Usuário, Fatores Humanos Básicos do Usuário e Fundamentos de Requisitos de software.

Embora o SWEBOK seja voltado à ES, sua adoção nesta pesquisa, focada nos cursos de Ciência da Computação, é justificada pela análise desses cursos, nos quais a ES é reconhecida como área formativa fundamental, conforme as DCNs (Brasil, 2016) e Referenciais da SBC (Zorzo et al., 2017). Ademais, dados do portal e-MEC (<https://emec.mec.gov.br/>) mostram que, no Brasil, existem 486 cursos ativos de Ciência da Computação (473 de Bacharelado e 13 de Licenciatura), frente a 231 cursos de Engenharia de Software, todos de Bacharelado. A maior oferta e representatividade dos cursos de Ciência da Computação reforçam a adequação da escolha, permitindo a análise mais ampla dos conteúdos de RNFs e UX na formação acadêmica nacional.

Os tópicos e subtópicos selecionados abordam atributos essenciais de qualidade técnica e práticas de design centrado no usuário, contribuindo para o desenvolvimento de competências fundamentais nas áreas de ES e IHC. Esses conteúdos também se alinham às recomendações curriculares da ACM/IEEE e da SBC, reforçando sua relevância para a formação profissional em computação.

A análise conduzida neste artigo examina como esses conteúdos estão presentes nos currículos, buscando verificar sua aderência às exigências formativas e às demandas do mercado, e apontar oportunidades de aprimoramento na qualificação profissional.

Dessa forma, os subtópicos relacionados a RNFs presentes no SWEBOK são os seguintes:

- **Requisitos Funcionais e Não Funcionais:** define os tipos de requisitos de software. Os requisitos funcionais descrevem as funcionalidades que o software

deve realizar, como, por exemplo, formatar um texto. Por outro lado, os requisitos não funcionais, também chamados de restrições ou requisitos de qualidade, servem para restringir a solução. Eles podem ser classificados em categorias como desempenho, manutenibilidade, segurança, confiabilidade, interoperabilidade, entre outras;

- **Propriedades Emergentes:** destaca que alguns requisitos representam características do software que não podem ser atendidas por um único componente, mas dependem da interação entre todos os componentes do sistema;
- **Requisitos Quantificáveis:** discute que os requisitos devem ser expressos de forma clara e inequívoca e, quando possível, de maneira quantitativa;
- **Tratamento de Erros, Tratamento de Exceções e Tolerância a Falhas:** enfatiza a maneira como os erros são tratados afeta a capacidade do software de atender aos requisitos relacionados à correção, robustez e outros atributos não funcionais; e
- **Propriedades do Sistema Emergente:** aponta que um sistema é mais do que simplesmente a soma de suas partes. Em vez disso, um sistema frequentemente exibe propriedades que são propriedades do sistema como um todo. Essas propriedades são chamadas de propriedades emergentes porque se desenvolvem somente após a integração de partes constituintes no sistema. As propriedades emergentes do sistema podem ser funcionais ou não funcionais. As propriedades funcionais descrevem as coisas que um sistema faz. Por exemplo, as propriedades funcionais de uma aeronave incluem flutuação no ar, transporte de pessoas ou carga e uso como arma de destruição em massa. As propriedades não funcionais descrevem como o sistema se comporta em seu ambiente operacional. Elas podem incluir qualidades como consistência, capacidade, peso, segurança etc.

As áreas, tópicos e subtópicos de RNFs descritos no SWEBOK são apresentados no Quadro 2, que inclui Identificadores (ID).

Quadro 2: Áreas, tópicos e subtópicos de RNFs do SWEBOK.

ID	Subtópicos	Tópicos	Áreas
1	Requisitos Funcionais e Não Funcionais	Fundamentos de Requisitos de software	Requisitos de Software
2	Propriedades Emergentes		
3	Requisitos Quantificáveis		
4	Tratamento de Erros, Tratamento de Exceções e Tolerância a Falhas	Tecnologias de Construção	Construção de Software
5	Propriedades do Sistema Emergente	Conceito Básico de um Sistema	Fundamentos da Computação

Já com relação à UX no SWEBOK, os subtópicos são descritos a seguir.

- **Princípios Gerais de Design de Interface do Usuário:** inclui a capacidade de aprendizado, facilitando a utilização do software desde o início, e a familiaridade, que assegura o uso de termos conhecidos dos usuários. A consistência é essencial para que operações similares sejam realizadas da mesma forma, enquanto a surpresa mínima evita comportamentos inesperados. Recuperabilidade e orientação são fundamentais, permitindo que o usuário se recupere de erros e receba *feedback* contextual. É importante também oferecer diversidade de interação, atendendo a diferentes necessidades dos usuários, inclusive aqueles com deficiências;
- **Problemas de Design de Interface de Usuário:** visa entender como o usuário deve interagir com o software e como as informações são apresentadas. O design

de interface deve integrar a interação do usuário e a apresentação de informações. Ele deve considerar um compromisso entre os estilos mais apropriados de interação e apresentação do software, o histórico e a experiência dos usuários do software e dos dispositivos disponíveis;

- **Design das Modalidades de Interação do Usuário:** estilos como pergunta-resposta, manipulação direta, seleção de menu, preenchimento de formulário, linguagem de comando e linguagem natural fornecem diferentes formas de interação, ajustando-se às necessidades dos usuários e da aplicação;
- **Design de Apresentação de Informações:** enfatiza que um bom design, considera o tempo de resposta e o *feedback* visual, com uso prudente de cores para indicar *status* e facilitar a visualização para pessoas com deficiência de visão.
- **Localização e a Internacionalização:** é fundamental para adaptar a interface a diferentes idiomas e culturas;
- **Metáforas e Modelos Conceituais:** facilitam a compreensão, desde que aplicados de forma consistente e culturalmente apropriada;
- **Entrada e Saída:** aponta que o software é inútil sem entrada e saída de dados. Humanos projetam software para processar alguma entrada e produzir saída desejável. Sendo assim, todos os engenheiros de software devem considerar a entrada e saída como parte integrante do produto de software que eles projetam e desenvolvem;
- **Mensagens de Erro:** ressalta que é compreensível que a maioria dos softwares contenha falhas, e falhe de tempos em tempos. Mas os usuários devem ser notificados se houver algo que impeça a execução do programa; e
- **Robustez do Software:** permite que ele continue operando de maneira confiável mesmo diante de entradas errôneas, evitando falhas abruptas e perda de dados, demonstrando uma interface preparada para situações inesperadas.

Desse modo, o Quadro 3 mostra as áreas, tópicos e subtópicos de UX descritos no SWEBOK.

Quadro 3: Áreas, tópicos e subtópicos de UX do SWEBOK.

ID	Subtópicos	Tópicos	Áreas
1	Princípios Gerais de Design de Interface de Usuário	Design de Interface do Usuário	Design de Software
2	Problemas de Design da Interface do Usuário		
3	Design das Modalidades de Interação do Usuário		
4	Design da Apresentação de Informações		
5	Localização e Internacionalização		
6	Metáforas e Modelos Conceituais		
7	Entrada e Saída	Fatores Humanos Básicos do Usuário	Fundamentos da Computação
8	Mensagens de Erro		
9	Robustez do Software		

3 Trabalhos Relacionados

Em Elgrably e Oliveira (2021) foi apresentado um diagnóstico sobre o ensino de Teste de Software em cursos de Ciência da Computação no Brasil, com foco na adequação e cobertura curricular desta área nos cursos analisados. De maneira similar, Castro e Oliveira (2023) realizaram uma análise centrada no ensino de Design de Software, a partir dos PPCs dos Cursos

das universidades brasileiras, discutindo a presença e profundidade dos conteúdos de Design no currículo de Ciência da Computação.

Já em Valle et al. (2015), o objetivo do estudo foi avaliar como o ensino de Teste de Software é abordado em universidades brasileiras e estrangeiras. A análise considerou cursos de Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Sistemas de Informação e Engenharia de Software, comparando práticas pedagógicas e abordagens curriculares em diferentes contextos e instituições.

Por último, o estudo de Ferreira, Souza e Parreira Júnior (2024) analisou o nível de adequação dos PPCs de Ciência da Computação no Brasil ao modelo de competências proposto pela SBC. A pesquisa investigou 20 PPCs de universidades públicas (federais e estaduais) de diferentes regiões, classificando-os em quatro níveis de adoção, variando desde a definição do perfil de egresso (Nível 1) até o mapeamento detalhado de competências com componentes curriculares e estratégias de desenvolvimento (Nível 4). Os resultados evidenciam uma adoção limitada dos referenciais mais recentes da SBC, apesar do impacto positivo dessas diretrizes no alinhamento dos currículos às demandas do mercado. O estudo destaca a importância do uso de modelos baseados em competências e propõe aprimoramentos nos PPCs para maior alinhamento com os referenciais contemporâneos.

Diferentemente dos estudos mencionados, este trabalho foca em subáreas específicas de ES e IHC: RNFs e UX. Com base no RUF de 2024, foram selecionados cursos de Computação das universidades brasileiras mais bem classificadas, e as matrizes curriculares foram analisadas em relação aos conteúdos do guia SWEBOK, e as diretrizes da ACM/IEEE e SBC. Além de examinar a cobertura curricular desses temas, o estudo também investiga se há uma inter-relação entre os conteúdos de RNFs e UX nos currículos analisados e, caso exista, de que forma essa integração ocorre. Este estudo avaliou as correlações entre os tópicos e subtópicos do SWEBOK e os conteúdos programáticos das disciplinas, proporcionando uma visão abrangente e sistemática sobre como essas áreas essenciais para o desenvolvimento de sistemas interativos e de alta qualidade estão inseridas no ensino brasileiro de Ciência da Computação.

4 Metodologia

Este trabalho é classificado, quanto à natureza, como uma pesquisa secundária, por utilizar dados previamente disponibilizados em documentos institucionais de cursos de Ciência da Computação, como PPCs, planos de ensino e conteúdos programáticos. Segundo Stewart e Kamins (1993), esse tipo de pesquisa caracteriza-se pelo uso de dados coletados e publicados por terceiros, como relatórios e documentos oficiais, o que se aplica à metodologia adotada. Em termos de objetivo, trata-se de uma pesquisa descritiva, pois busca caracterizar os conteúdos de RNFs e UX nos currículos analisados, sem interferência dos pesquisadores ou formulação de hipóteses explicativas. Quanto aos procedimentos técnicos, configura-se como uma pesquisa documental, já que as principais fontes de informação foram documentos institucionais públicos relacionados às unidades curriculares.

A pesquisa adotou um processo estruturado, modelado com a notação *Business Process Modeling Notation*¹ (BPMN) – Versão 2.0, uma linguagem visual que utiliza ícones padronizados para representar as etapas de um processo. Para a modelagem do fluxo, foi utilizado o software gratuito Bizagi Modeler² (Versão 4.0.0.155), que suporta a notação BPMN. A aplicação do

¹ <https://www.bpmn.org/>

² <https://www.bizagi.com/pt/plataforma/modeler>

BPMN permitiu modelar detalhadamente o fluxo da metodologia de pesquisa, desde o planejamento inicial até a conclusão, conforme ilustrado na Figura 1.

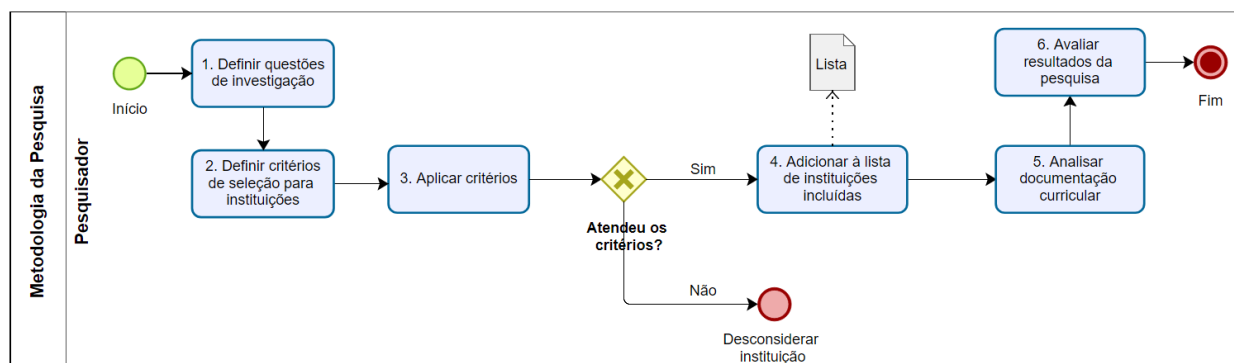


Figura 1: Etapas Metodológicas da Pesquisa.

As etapas metodológicas são as seguintes: (1) Definir as questões de investigação; (2) Definir os critérios de seleção para instituições que ofertam cursos de Ciência da Computação no Brasil; (3) Aplicar os critérios de seleção; (4) Criar uma lista de instituições que atendam a esses critérios; (5) Analisar a documentação curricular com o objetivo de identificar e extrair informações relevantes alinhadas ao escopo da pesquisa; e (6) Avaliar os resultados da pesquisa.

Na Etapa 1, foram definidas as seguintes Questões de Pesquisa (QP):

- **QP1.** Quais disciplinas e conteúdos relacionados a RNFs estão presentes nos currículos analisados?
- **QP2.** Quais disciplinas e conteúdos referentes à UX estão incluídos nos currículos?
- **QP3.** Como as disciplinas relacionadas a RNFs e UX são estruturadas nos PPCs das universidades brasileiras analisadas?
- **QP4.** A estrutura de conteúdos do guia SWEBOK sobre RNFs e UX são implementadas nos conteúdos programáticos das disciplinas?
- **QP5.** De que forma os conteúdos de RNFs e UX se alinham com as recomendações do currículo da ACM/IEEE e da SBC?
- **QP6.** Existe uma inter-relação entre os conteúdos de RNFs e UX nos currículos examinados? Se sim, de que forma isso acontece?

Na Etapa 2, foram definidos os critérios de seleção das instituições de ensino superior brasileiras. A quantidade total — 30 instituições — foi estabelecida com base na metodologia descrita por Elgrably e Oliveira (2021). Para essa seleção, adotou-se como referência o Ranking Universitário Folha (RUF) de 2024 (Folha de São Paulo, 2024), a avaliação mais recente disponível no momento da elaboração deste estudo. O RUF é conduzido anualmente e analisa os cursos de graduação oferecidos por universidades, centros universitários e faculdades brasileiras. Sua metodologia abrange uma ampla gama de informações, incluindo dados nacionais e internacionais, além de pesquisas de opinião que avaliam a qualidade do ensino e a percepção do mercado de trabalho (Folha de São Paulo, 2024). A partir da análise das classificações no *ranking*, procedeu-se para a consulta das avaliações concedidas pelo MEC. Este passo teve como objetivos principais: primeiramente, confirmar a consonância entre as notas atribuídas pelo *ranking* e aquelas fornecidas pelo MEC (considerando notas a partir de 4, máximo é 5); em segundo lugar, identificar quais instituições oferecem cursos de graduação em Ciência da Computação, foco principal do estudo. É importante ressaltar que, no contexto brasileiro, tais cursos são regulados pela SBC desde aproximadamente meados dos anos 1980 (Teves et al., 2020), e figuram de forma proeminente nas instituições que ocupam as posições mais elevadas no RUF. Como etapa final

do processo de seleção, verificou-se a disponibilidade dos PPCs, planos de ensino e os conteúdos programáticos das disciplinas online e gratuitamente. Nos casos em que esses materiais não estavam disponíveis, adotou-se como estratégia o envio de e-mails aos coordenadores de curso, solicitando acesso aos documentos.

Na Etapa 3, foram aplicados os critérios de seleção definidos na Etapa 2. Se a instituição atendesse a todos os critérios estabelecidos, ela seria incluída na Etapa 4; caso contrário, seria desconsiderada. Já a Etapa 4 resultou em uma lista de instituições selecionadas conforme os critérios estabelecidos. Essa lista foi utilizada na Etapa 5, em que os PPCs, planos de ensino e/ou conteúdos programáticos das disciplinas dos cursos das instituições consideradas foram baixados para análise, com foco na identificação de conteúdos relacionados aos tópicos e subtópicos de RNFs de Software e UX, conforme descritos no guia SWEBOK. Os dados coletados foram organizados em uma planilha eletrônica disponível no seguinte endereço: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15269474>. Esta planilha foi usada para facilitar a consulta e auxiliar na resposta às questões de pesquisa.

Finalmente, na Etapa 6, os resultados obtidos foram discutidos, com o objetivo de entender o panorama do ensino de RNFs e UX nas universidades brasileiras. Os resultados obtidos com a aplicação desta metodologia do trabalho são apresentados na seção a seguir.

5 Resultados

5.1 Instituições Brasileiras Consideradas

Neste diagnóstico, foram analisadas as 29 instituições mais bem classificadas no RUF 2024 na área de computação. Adicionalmente, a Universidade Federal do Pará (UFPA), classificada em 31º, foi incluída devido ao vínculo com os autores deste trabalho, totalizando 30 instituições inicialmente mapeadas. A inclusão da UFPA, que abrange os cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Sistemas de Informação, se justifica também pelo crescimento expressivo da instituição nos últimos anos. Esse progresso, refletido no RUF, elevou sua posição de 71ª em 2023 para 31ª em 2024, reforçando sua relevância e importância para este mapeamento. Como visto na metodologia deste estudo, a quantidade de instituições selecionadas com base no RUF seguiu a estratégia descrita em Elgrably e Oliveira (2021), que tinha como objetivo investigar de que forma o ensino de testes de software nos cursos de graduação em Ciência da Computação em universidades brasileiras estava sendo tratado, com base em uma análise curricular.

Durante a busca pelos PPCs, planos de ensino e conteúdos programáticos dos cursos de Ciência da Computação, quatro instituições foram desconsideradas: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (3ª) e Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) (21ª) não disponibilizaram o PPC online; Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) (18ª) não forneceu o PPC, os planos de ensino nem os conteúdos programáticos das disciplinas; e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (16ª) não oferta o curso de Ciência da Computação.

Em decorrência disso, nas 26 instituições de ensino superior analisadas nesta etapa, foram identificados 44 cursos de graduação em Bacharelado em Ciência da Computação, incluindo 6 Licenciaturas oferecidas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) (2), Universidade de Brasília (UnB) (1), Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (1), Universidade de Pernambuco (UPE) (1) e Universidade Federal Fluminense (UFF) (1). Nesta listagem, foi incluído o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da UFPA, no qual um dos pesquisadores deste artigo atua como docente, sendo especialista na área de IHC e responsável por ministrar a disciplina correspondente. A disciplina contempla diversos conteúdos alinhados à pesquisa, como Padrões

de Interface e Avaliação de Usabilidade. Diante disso, considera-se sua inclusão relevante para o escopo do estudo, dada a *expertise* do docente na temática investigada.

A análise dos PPCs e dos currículos revelou que a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) (20ª) e a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) (29ª) não abordam RNFs e/ou UX em nenhuma de suas disciplinas, sejam obrigatórias ou eletivas. Em razão disso, essas instituições foram excluídas das respostas às questões de pesquisa. Finalmente, como resultado, foram extraídas informações de 62 disciplinas que contemplam RNFs ou UX em suas ementas, distribuídas em 24 universidades que atenderam aos critérios de seleção estabelecidos, conforme listado no Quadro 4. Essas informações permitiram responder às questões de pesquisa apresentadas a seguir.

Quadro 4: Ranking do RUF (2024) das Universidades Brasileiras incluídas no Diagnóstico.

Posição	Universidades	Abreviaturas
1º	Universidade Estadual de Campinas	Unicamp
2º	Universidade de São Paulo	USP
4º	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
5º	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
6º	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
7º	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
8º	Universidade Federal de São Carlos	UFSCar
9º	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Unesp
10º	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR
11º	Universidade Federal da Bahia	UFBA
12º	Universidade de Brasília	UnB
13º	Universidade Federal do Ceará	UFC
14º	Universidade Federal do Paraná	UFPR
15º	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	PUC-Rio
17º	Universidade Federal Fluminense	UFF
19º	Universidade Federal de Campina Grande	UFCG
22º	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	PUC Minas
23º	Universidade Federal da Paraíba	UFPB
24º	Universidade Federal do Amazonas	UFAM
25º	Universidade Federal de Sergipe	UFS
26º	Universidade Estadual de Maringá	UEM
27º	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN
28º	Universidade de Pernambuco	UPE
31º	Universidade Federal do Pará	UFPA

5.2 QP1. Quais disciplinas e conteúdos relacionados a RNFs estão presentes nos currículos analisados?

A QP1 busca mapear as disciplinas dos cursos de ensino superior em Computação no Brasil que contemplam RNFs em seus PPCs, ementas, planos de ensino e/ou conteúdos programáticos, além de identificar os subtópicos específicos relacionados ao tema, também foi observado o valor total associado a cada subtema em todas as disciplinas analisadas. O objetivo é avaliar o grau de inclusão dos RNFs nos currículos e verificar se esses tópicos são abordados de forma ampla e consistente nas disciplinas das universidades analisadas. Para que a disciplina seja incluída na análise, é necessário que contenha pelo menos um tópico relacionado a RNFs.

O Quadro 5 apresenta a lista de 22 disciplinas que abordam conteúdos relacionados a RNFs. As disciplinas com maior incidência incluem Engenharia de Software, com 5 ocorrências; Engenharia de Software I e II, com 2 e 3 ocorrências, respectivamente; Engenharia de Requisitos, com 4; e Requisitos de Software, com 2. Nota-se que os conteúdos de RNFs nos currículos analisados estão concentrados exclusivamente em disciplinas da área de Engenharia de Software.

Quadro 5: Lista de disciplinas que abordam o conteúdo de RNFs.

Disciplinas	Incidência
Engenharia de Software	5
Engenharia de Software I	2
Engenharia de Software II	3
Introdução à Engenharia de Software	1
Engenharia de Requisitos	4
Requisitos de Software	2
Especificação de Requisitos de Software	1
Arquitetura de Software e Padrões	1
Análise de Sistemas de Software	1
Arquitetura de Software	1
Análise e Projeto de Software	1

Quanto aos subtópicos de RNFs mapeados, com 20 ocorrências, representando 90,91%, os currículos mostram uma forte inclusão de conceitos essenciais como Segurança, Usabilidade, Desempenho, Manutenibilidade, Disponibilidade, Escalabilidade e Atributos de Qualidade de Software, evidenciando uma ênfase nos RNFs fundamentais. Ademais, com 6 ocorrências, refletindo 27,27%, contemplam subtópicos como Completude, Consistência e Aspectos Ligados à Arquitetura de Sistemas. Essa variedade indica uma preocupação moderada com a especificação e mensuração quantificável desses requisitos, ainda que com menor foco em comparação aos RNFs gerais.

5.3 QP2. Quais disciplinas e conteúdos referentes à UX estão incluídos nos currículos?

A QP2 tem como objetivo investigar de que forma a UX é abordada nos cursos de ensino superior em Computação no Brasil. A análise foca em identificar as disciplinas que tratam diretamente desse tema nos PPCs, planos de ensino, ementas e/ou conteúdos programáticos. Além disso, foram mapeados os subtópicos específicos relacionados ao tema principal e analisado o total correspondente a cada subtema em todas as disciplinas avaliadas. Assim como no mapeamento de conteúdos de RNFs, considera-se uma disciplina pertinente apenas se incluir ao menos um tópico relacionado à UX.

A unidade curricular com maior concentração de conteúdos sobre UX, como previsto, é a disciplina de IHC, registrando 33 ocorrências de 40 disciplinas identificadas, ou seja, em 82,5%. Neste levantamento, as unidades curriculares denominadas “Interface Homem-Máquina” e “Fundamentos da Interação Humano-Computador” foram agrupadas na disciplina de IHC devido à similaridade dos termos. Também, encontram-se disciplinas com títulos que explicitamente abordam o tema de UX, como “Interação Humano-Computador” e “Experiência do Usuário” da USP, e “Experiência do Usuário – UX – User Experience” da UFSC, conforme apresenta o Quadro 6.

Quadro 6: Lista de disciplinas que abordam o conteúdo de UX.

Disciplinas	Incidência
Interação Humano-Computador	33
Introdução à Interação Humano-Computador	1
Construção de Interfaces Homem-Computador	1
Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário	1
Interfaces Não Convencionais	1

Experiência do Usuário – UX – User Experience	1
Design de Interação	1
Projetos de Interfaces do Usuário	1

Os currículos abrangem amplamente subtópicos relacionados aos Princípios Gerais de Design de Interface de Usuário, com uma alta incidência de 101 ocorrências, ou seja, 252,5%. Esses subtópicos incluem Conceitos para a UX, como Memória e Cognição, Semiótica, Comunicabilidade, Design Centrado no Usuário, Heurísticas de Usabilidade e Desenvolvimento de Protótipos de Tela com foco no usuário. Isso sugere uma forte ênfase em princípios e práticas que suportam a criação de interfaces intuitivas, fundamentadas em diretrizes para interfaces do usuário.

Outros subtópicos com alta frequência de citação, totalizando 60 ocorrências (150%), incluem Interfaces Gráficas e Tangíveis, Acessibilidade, Avaliação de Usabilidade, Experiência do Usuário, Personas, entre outros. A presença desses elementos indica um foco em como a apresentação visual, o design acessível e os testes de interface podem impactar positivamente a UX.

Adicionalmente, os subtópicos Estilos e Paradigmas de Interação, Manipulação Direta, Linguagens Visuais, Menus e Objetos de Interface, tiveram 13 ocorrências, 32,5%. Esses conteúdos destacam a relevância de adaptar a interação de acordo com as necessidades dos usuários. Subtópicos como Introdução aos Estilos de Interação, Metáforas, Modelos Mentais e Análise de Usuários, que são essenciais para tornar as interfaces mais intuitivas, tiveram 11 ocorrências (27,5%).

Os demais subtópicos aparecem em menor número. O Design Universal e Sistemas Adaptáveis têm 4 ocorrências, 10%. Embora esses conteúdos ofereçam uma oportunidade para refletir sobre a importância da adaptação de interfaces a diferentes contextos culturais e necessidades, são poucos tratados. Além disso, Dispositivos de Entrada e Saída e Entrada de Dados (3 ocorrências – 7,5%); Contraexemplos — Interfaces Ruins e Clarificação do Problema e Requisitos (2 ocorrências – 5%); e Tratamento de Erros em Problemas de Navegação (1 ocorrência – 2,5%) indicam uma atenção limitada a esses aspectos específicos de design e ao tratamento de erros. Essa limitação desses conteúdos nos currículos pode resultar em interfaces com falhas, *feedback* inadequado e dificuldades de interação que frustram os usuários, comprometendo a usabilidade e reduzindo a satisfação ao utilizar o sistema. A ausência de um design bem planejado e de um tratamento eficaz para erros pode, assim, impactar negativamente a confiança do usuário no sistema e dificultar a execução de tarefas, evidenciando a importância de considerar esses aspectos para garantir uma experiência de usuário satisfatória.

5.4 QP3. Como as disciplinas relacionadas a RNFs e UX são estruturadas nos PPCs das universidades brasileiras analisadas?

O objetivo da QP3 é investigar como as disciplinas que abordam os conteúdos de RNFs e UX são estruturadas nas matrizes curriculares, identificando sua caracterização quanto à obrigatoriedade (obrigatórias ou eletivas), distribuição ao longo do curso, carga horária e tipos de atividades.

5.4.1 Modalidade de Oferta das Disciplinas

A Figura 2(a) demonstra que, das 22 disciplinas com conteúdos de RNFs, a maioria é obrigatória, totalizando 15 disciplinas. Essas incluem: Engenharia de Software, Introdução à Engenharia de Software, Engenharia de Software I e II, Engenharia de Requisitos, Análise de Sistemas de Software, Especificação de Requisitos de Software e Análise e Projeto de Software. As demais 7

disciplinas são eletivas, sendo elas: Arquitetura de Software e Padrões, Arquitetura de Software, Engenharia de Requisitos, Requisitos de Software e Engenharia de Software.

Em relação às unidades curriculares que abordam conteúdos de UX, a Figura 2(b) mostra uma divisão mais equilibrada entre as disciplinas. A maioria, totalizando 22, são obrigatórias, com destaque para a disciplina de IHC. As disciplinas eletivas, com 18 ocorrências, incluem Construção de Interfaces Homem-Computador, Interfaces Não Convencionais, Experiência do Usuário – UX – User Experience, Design de Interação, Fundamentos da Interação Humano-Computador, Projetos de Interface do Usuário, além das disciplinas de IHC.

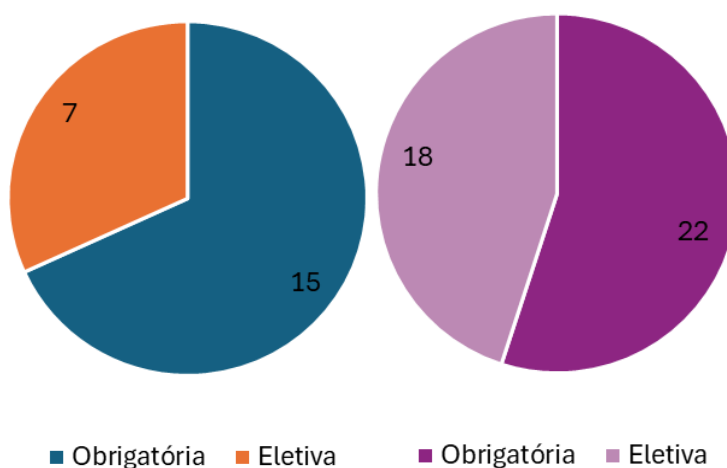


Figura 2: Modalidade de Oferta das disciplinas.

Figura 2(a). Modalidade de Oferta das disciplinas que abordam RNFs; 2(b) Modalidade de Oferta das disciplinas que abordam UX.

5.4.2 Semestre de Oferta

A Figura 3(a) ilustra o momento do curso em que os alunos têm contato com conteúdos de RNFs. Nota-se que o 5º semestre concentra a maior quantidade dessas disciplinas, totalizando 5, seguido pelo 6º semestre com 4, e o 4º semestre com 3, indicando que esses temas são majoritariamente abordados na metade do curso, especialmente nas disciplinas de Engenharia de Software e Engenharia de Requisitos. O 8º semestre também apresenta 3 disciplinas com esses conteúdos, todas sendo eletivas. Nesta análise, observou-se que 77,27% das disciplinas são ofertadas entre o 4º e o 9º semestre, o que reforça a concentração desses conteúdos nos períodos intermediários e finais da formação. Em 3 cursos de graduação (UFRN, UFCG e UFRJ), não foi especificado o período de oferta dessas disciplinas, pois são optativas.

O período do curso em que os alunos estudam assuntos de UX, especialmente nas disciplinas de IHC, apresenta-se de forma mais diversificada, conforme ilustrado na Figura 3(b). Apesar de a maior concentração dessas disciplinas ocorra na metade do curso — nos 4º, 5º e 6º semestres, com 5, 4 e 7 disciplinas, respectivamente — também há uma oferta significativa nos 7º e 8º semestres, com 5 e 4 disciplinas, nessa ordem. Esse conjunto representa 65% dos currículos analisados, indicando que os temas de UX são abordados tanto na fase intermediária quanto na final do curso. Em 8 casos, nos cursos das universidades UnB, UFPB, UFRN, UFBA, UFRJ e UFPE, as disciplinas não tiveram o semestre especificado, possivelmente por serem eletivas.

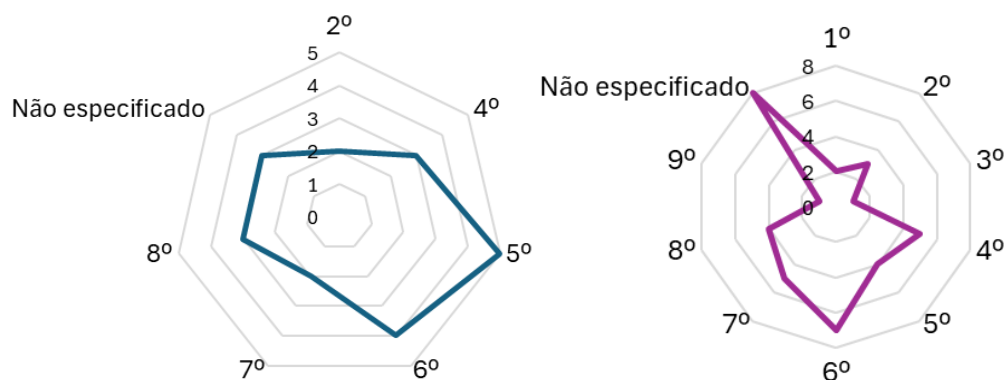


Figura 3: Semestre de Oferta das disciplinas.

Figura 3(a). Semestre de Oferta das disciplinas relacionadas a RNFs; 3(b) Semestre de Oferta das disciplinas relacionadas à UX.

5.4.3 Carga Horária

Tanto nos PPCs que abordam RNFs quanto nos de UX, a carga horária mais frequente é de 60 horas/aula (4 créditos), representando 54,55% nas disciplinas com assuntos de RNFs (Figura 4(a)) e 70,00% nas disciplinas que incluem tópicos de UX (Figura 4(b)). Geralmente, as 60 horas são concentradas em três semanas consecutivas ou distribuídas ao longo do semestre, dependendo do formato do curso adotado por cada instituição. Também foram encontradas cargas horárias maiores, de 72, 80 e 90 horas/aula. Por exemplo, na PUC Minas, as disciplinas que abordam temas de RNFs como Projeto da Arquitetura, Qualidade de Software e Critérios de Qualidade têm todas 80 horas. Adicionalmente, na USP, há um componente curricular que possui na ementa conteúdos de UX, abrangendo Princípios, Heurísticas e Métodos de Avaliação para Usabilidade e Acessibilidade; Construção de Interfaces com Bons Requisitos de Experiência do Usuário e User Interface (UI); e Design Thinking, com uma carga horária de 90 horas. Assim sendo, observa-se que os conteúdos de RNFs e UX costumam estar associados às disciplinas de ES e IHC.

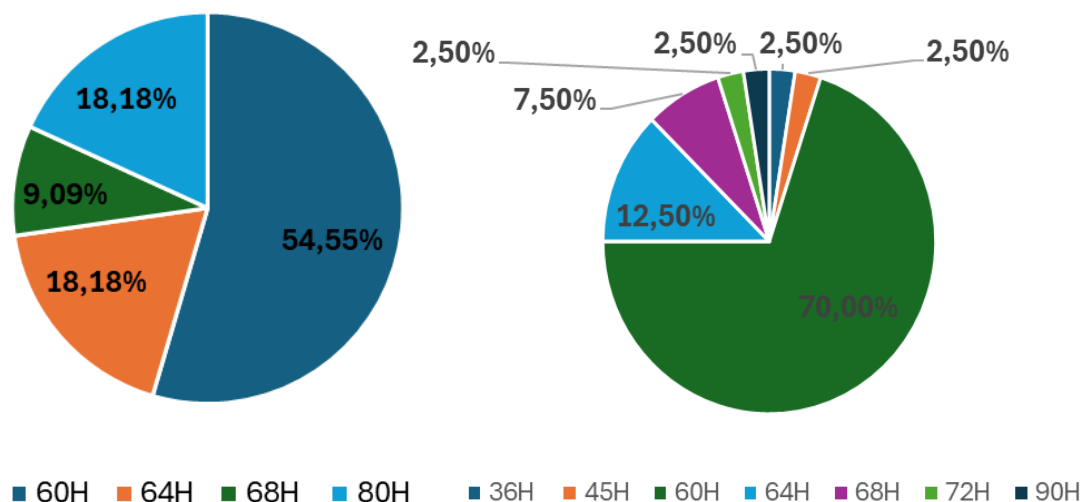


Figura 4: Carga Horária das disciplinas.

Figura 4(a). Carga Horária das disciplinas referentes a RNFs; 4(b) Carga Horária das disciplinas referentes à UX.

Na UFPA, o curso de Bacharelado em Ciência da Computação inclui duas disciplinas de 68 horas cada: Análise e Projeto de Software e Interação Humano-Computador. A primeira disciplina abrange conceitos fundamentais de RNFs, com foco em tópicos como Projeto Arquitetural e Projeto de Interface com o Usuário, embora esses tópicos sejam menos numerosos em comparação com outros conteúdos. A disciplina de IHC, por sua vez, explora Padrões de

Interface, Definição e Métodos de Avaliação, além de Linguagens de Comandos, Menus e Interfaces Gráficas.

5.4.4 Tipo de Atividade nas Universidades

A Figura 5(a) apresenta os tipos de atividades implementadas nas universidades brasileiras que incluem conteúdos de RNFs. Evidencia-se que a maioria das universidades, incluindo Unicamp, UTFPR, UFPR, UFC, UPE, UEM, UFRN e UFRJ, divide suas atividades entre aulas teóricas e práticas. No mais, a UFC também inclui atividades de extensão, com 16 horas dedicadas a esta modalidade na disciplina de Requisitos de Software, e a UFPB, com 30 horas na unidade curricular de Especificação de Requisitos de Software. Nas universidades UFF, UFCG e PUC Minas, o tipo de abordagem utilizada não é especificada.

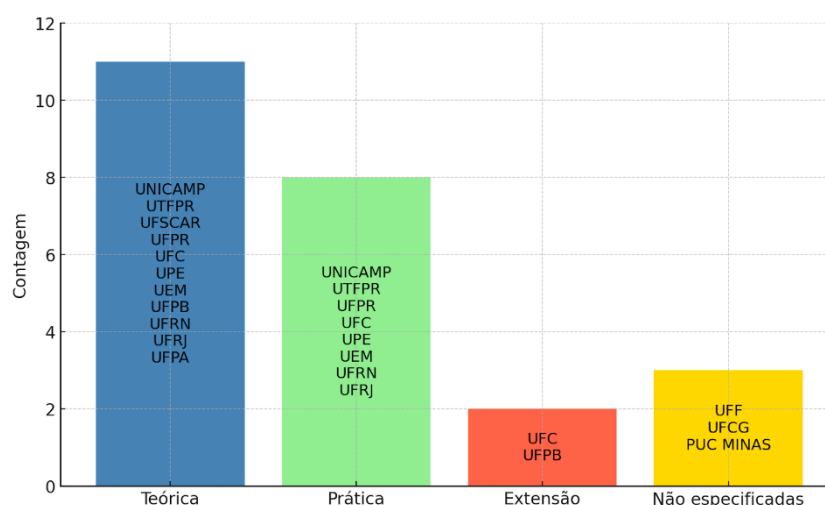


Figura 5: Tipo de atividade nas universidades que contemplam assuntos de RNFs.

De forma semelhante, as universidades que contemplam conteúdos de UX em suas disciplinas, com exceção da UFS e aquelas que não foram especificadas (PUC-Rio, UFF, UnB, UFAM e UFPE), abordam atividades teóricas e práticas. Além disso, a USP e a UFC também incluem atividades de extensão, com 10 e 16 horas, respectivamente. Dessa forma, releva-se que as principais universidades brasileiras, conforme o RUF, destacam a importância de conciliar teoria e prática nas unidades curriculares.

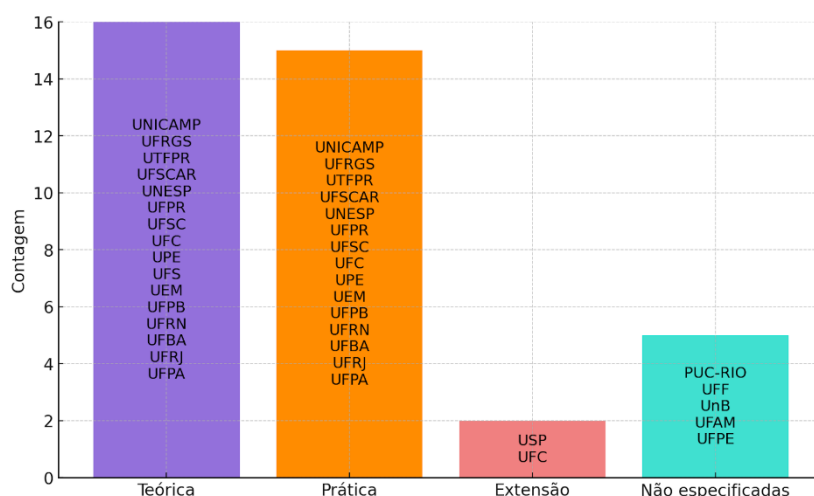


Figura 6: Tipo de atividade nas universidades que contemplam assuntos de UX.

5.5 QP4. A estrutura de conteúdos do guia SWEBOK sobre RNFs e UX são implementadas nos conteúdos programáticos das disciplinas?

A QP4 explora se a estrutura de conteúdos do guia SWEBOK, com foco em RNFs de Software e UX, é implementada nos conteúdos programáticos das disciplinas dos cursos analisados. Para responder a essa pergunta, foi verificado se a organização dos tópicos e subtópicos do SWEBOK está refletida nos programas das disciplinas. Os assuntos identificados foram, então, correlacionados com a estrutura do SWEBOK apresentada na subseção 2.3, permitindo uma análise da sua aderência e implementação.

5.5.1 Subtópicos de Requisitos Não Funcionais do SWEBOK Mapeados

Conforme a análise realizada, exposta na Tabela 1, os subtópicos relacionados aos RNFs, com 20 e 6 citações, são, respectivamente: “Requisitos Funcionais e Não Funcionais” e “Requisitos Quantificáveis”, ambos pertencentes ao tópico “Fundamentos de Requisitos de Software” no SWEBOK. Observa-se que os subtópicos presentes nos currículos são abordados de forma generalista, o que pode indicar um baixo aprofundamento desses temas nas disciplinas de ES e/ou correlatas.

Em contrapartida, há uma lacuna significativa com a ausência de subtópicos emergentes, a saber: “Propriedades Emergentes”, “Tratamento de Erros, Tratamento de Exceções e Tolerância a Falhas” e “Propriedades do Sistema Emergente”, que são necessários para a formação de sistemas robustos. Esses temas, embora mencionados no SWEBOK, não foram identificados nos currículos analisados, o que pode limitar a capacidade dos graduados de lidarem com sistemas em ambientes críticos.

Tabela 1: Tópicos e subtópicos de RNFs mapeados e correlacionados ao SWEBOK.

SWEBOK		Correlação	Incidência
Tópicos	Subtópicos		
Fundamentos de Requisitos de Software	Requisitos Funcionais e Não Funcionais	Requisitos Não Funcionais; Tipos de Requisitos; Atributos de Qualidade; Segurança e Safety; Usabilidade; Desempenho; Manutenibilidade; Disponibilidade; Escalabilidade; Qualidade de Software.	20
	Requisitos Quantificáveis	Completeness, Consistency e Robustez; Requisitos e Arquitetura; Projeto de Arquitetura.	6

5.5.2 Subtópicos de Experiência do Usuário do SWEBOK Mapeados

Diante da análise dos conteúdos sobre UX nos currículos de cursos de Computação no Brasil, apresentados na Tabela 2, é evidente que o Design de Interface do Usuário ocupa uma posição central, com uma ampla gama de subtópicos relacionados aos princípios de usabilidade e experiência de uso. Os "Princípios Gerais de Design de Interface de Usuário" são amplamente contemplados, com uma alta incidência de 101 subtemas, incluindo memória e cognição, usabilidade, design centrado no usuário e diretrizes de interface. Esses princípios são fundamentais para uma compreensão ampla da experiência e da interface do usuário, bem como das boas práticas de design.

Outro aspecto destacado é o "Design da Apresentação de Informações", com 60 incidências, focando em acessibilidade, personas, padrões de design acessível, estruturas de informação e métodos de avaliação da usabilidade e UX etc. Este segmento reflete um enfoque em como as interfaces podem influenciar a UX no uso de sistemas.

O subtópico "Design das Modalidades de Interação do Usuário" apresenta 13 incidências, abordando estilos e paradigmas de interação, como manipulação direta, linguagens visuais, menus e formulários, linguagens de comando (textuais e por voz) e objetos de interface, reforçando a importância de uma interface intuitiva para o usuário. O subtópico "Metáforas e Modelos Conceituais" conta com 11 incidências, destacando o uso de metáforas e analogias, bem como a modelagem mental dos usuários, aspectos cruciais para criar interfaces intuitivas alinhadas à percepção do usuário.

Por outro lado, subtópicos como "Localização e Internacionalização", com 4 incidências, "Entrada e Saída", com 3 incidências, "Problemas de Design da Interface do Usuário", com 2 incidências, e "Mensagens de Erro", com apenas 1 incidência, aparecem de forma menos acentuada, indicando uma baixa ênfase em aspectos relacionados à adaptação de interfaces para diferentes contextos e dispositivos, manipulação de dispositivos de entrada e saída, identificação de problemas e resolução de erros navegacionais. Ademais, o subtópico "Robustez do Software" não foi abordado em nenhuma disciplina de UX mapeada. A fim de demonstrar a relevância dos conteúdos menos abordados, por exemplo, o SWEBOK enfatiza, no subtema "Mensagens de Erro", que a falta de comunicação adequada sobre erros no software pode ser mais frustrante para o usuário do que uma falha inesperada. Para ser amigável ao usuário, o software deve informar todas as condições de erro, evitando assim terminação abrupta ou desvios comportamentais sem aviso ou explicação. A ausência desses elementos sugere uma possível lacuna na formação voltada para a solução de problemas, usabilidade em situações de erro e a criação de interfaces resilientes e informativas.

Tabela 2: Tópicos e subtópicos de UX mapeados e correlacionados ao SWEBOK.

SWEBOK		Correlação	Incidência
Tópicos	Subtópicos		
Design de Interface do Usuário	Princípios Gerais de Design de Interface de Usuário	Memória e Cognição; Usabilidade; Elementos de Experiência do Usuário; Semiótica; Design Centrado no Usuário; Design Thinking; Técnicas para Levantamento de Requisitos; Design de Interação; Levantamento de Requisitos (Análise contextual); Análise de Periféricos (Processamento Motor, Viso-motor, Perceptual e Cognitivo); Análise e Reflexão sobre o Design e Comunicabilidade; Design Participativo; Linguagens de Design; Guidelines, Princípios e Regras de Design; Padrões de Visualização; Heurísticas de Usabilidade; Diretrizes/Padrões de Interface; Diretrizes de UX; Heurísticas de Nielsen; Construção de Protótipos de Alta Fidelidade com Base nos Requisitos e Necessidades dos Usuários.	101
	Problemas de Design da Interface do Usuário	Contraexemplos (interfaces ruins); Clarificação do Problema e Requisitos.	2
	Design das Modalidades de Interação do Usuário	Estilos e Paradigmas de Interação: Manipulação Direta e Linguagens Visuais; Menus e Formulários; Linguagens de Comando; Linguagens de Comando (Textuais e por Voz); Objetos de Interface.	13

SWEBOK		Correlação	Incidência
Tópicos	Subtópicos		
	Design da Apresentação de Informações	Estilos de Interação (Interfaces Gráficas, Tangíveis, Naturais, etc.); Acessibilidade e Padrões de Design Acessível; Estruturas de Informação; Frameworks de Design; Avaliação de Acessibilidade; Métodos de Avaliação de Usabilidade e Experiência do Usuário, Técnicas, Suporte e Métodos de Avaliação. Compreensão de como as Interfaces podem Influenciar a Experiência do Usuário na utilização de sistemas; Personas e Mapas de Empatia.	60
	Localização e Internacionalização	Design Universal; Sistemas Adaptáveis; Usabilidade Universal.	4
	Metáforas e Modelos Conceituais	Introdução aos Estilos de Interação: o que é metáfora, quais as metáforas; Linguagens (Metáforas e Analogias); Modelos Mentais; Modelo de Processamento da Informação Humana; Modelagem dos Usuários; Análise de Usuários; Ícones.	11
Fatores Humanos Básicos do Usuário	Entrada e Saída	Dispositivo de Entrada; Dispositivos de Saída; Entrada de Dados.	3
	Mensagens de Erro	Tratamento de Erros em Problemas Navegacionais.	1

5.6 QP5. De que forma os conteúdos de RNFs e UX se alinham com as recomendações curriculares da ACM/IEEE e da SBC?

A QP5 investiga o alinhamento dos conteúdos de RNFs e UX com as recomendações curriculares da ACM/IEEE e SBC, avaliando a conformidade dos currículos de ensino superior com as boas práticas e competências recomendadas.

Os conteúdos de RNFs e UX nos currículos analisados demonstram alinhamento parcial com as diretrizes da ACM/IEEE e SBC, que priorizam a qualidade de software nos sistemas computacionais. Os subtópicos de RNFs abordados, são: RNFs; Tipos de Requisitos; Atributos de Qualidade; Segurança e Safety; Usabilidade; Desempenho; Manutenibilidade; Disponibilidade; Escalabilidade; e Qualidade de Software. Esses assuntos estão alinhados aos padrões globais do SWEBOK e às competências sugeridas pelas diretrizes curriculares, evidenciando a importância de atender os requisitos para garantir sistemas confiáveis e escaláveis.

No caso de UX, as competências apresentadas são mais amplas, abrangendo Design de Interfaces, Princípios de Usabilidade, Design Centrado no Usuário, Acessibilidade e Prototipagem. Essas habilidades incluem ainda Técnicas e Métodos de Avaliação de Usabilidade e UX, bem como Ferramentas e Frameworks para alinhar projetos às necessidades dos usuários. Tais competências estão de acordo com diretrizes curriculares, refletindo em subtópicos como Heurísticas de Usabilidade, Acessibilidade e Construção de Protótipos de Alta Fidelidade.

Todavia, algumas lacunas foram identificadas. Por exemplo, a competência de IHC definida pela ACM/IEEE inclui "**D**) Conduzir testes de usabilidade para avaliar uma interface de usuário, levando em conta o acesso universal e o design culturalmente adequado". Apesar disso, "Localização e Internacionalização" figura entre os temas menos citados nos currículos analisados, limitando a formação para a criação de interfaces globais e inclusivas. Além disso, os

conteúdos de UX não contemplam robustez do software, um aspecto essencial para garantir a confiabilidade técnica e melhorar a UX. Essa lacuna contrasta com a Competência Derivada da SBC “C.2.9. Analisar quanto um sistema baseado em computadores atende os critérios definidos para seu uso corrente e futuro (adequabilidade)”, que enfatiza a importância de avaliar a maturidade e o sucesso do sistema em atender tais critérios. A robustez é essencial para garantir a estabilidade do sistema e contribuir diretamente para a satisfação do usuário em diversos cenários de aplicação.

5.7 QP6. Existe uma inter-relação entre os conteúdos de RNFs e UX nos currículos examinados? Se sim, de que forma isso acontece?

A QP6 investiga se há uma inter-relação entre os conteúdos de RNFs e UX nos currículos dos cursos analisados, considerando o impacto desses temas no desenvolvimento de sistemas de software de alta qualidade. O objetivo é identificar se esses conteúdos são abordados de maneira integrada ou complementar e, caso haja uma conexão, compreender como ela é estruturada, seja por meio de disciplinas conjuntas, conteúdos sobrepostos ou atividades interdisciplinares.

De modo geral, os currículos analisados não evidenciam uma integração entre RNFs e UX. Essa situação pode estar associada a limitações no planejamento curricular e à divisão tradicional entre as áreas de ES e IHC, o que contribui para a escassez de práticas interdisciplinares integradas nas universidades. Ainda assim, a análise permitiu identificar pontos de interseção entre alguns temas abordados nos componentes curriculares de ES e IHC, como técnicas de levantamento de requisitos, clarificação de problemas e requisitos, construção de protótipos de alta fidelidade com base nas necessidades dos usuários e usabilidade — esta última com destaque em diversas ementas.

Tais pontos de convergência, no entanto, aparecem de forma pontual e fragmentada, sem evidência de articulação estruturada entre os conteúdos. Essa fragmentação pode limitar o desenvolvimento de uma formação mais abrangente, na qual a relação entre qualidade técnica (RNFs) e experiência do usuário (UX) seja compreendida de maneira integrada.

6 Discussão

Nas disciplinas de ES, constatou-se uma predominância de tópicos relacionados a Requisitos Funcionais em comparação aos Não Funcionais nos programas das disciplinas. Essa ênfase nos aspectos funcionais do software, embora essencial, revela uma abordagem limitada, que pode comprometer a formação dos alunos em relação aos requisitos de qualidade do sistema, fundamentais para garantir a robustez e a eficiência do software.

A análise revela que os subtópicos de RNFs mais frequentes nas disciplinas incluem Segurança, Usabilidade, Desempenho, Manutenibilidade, Disponibilidade, Escalabilidade e Atributos de Qualidade de Software, demonstrando atenção aos princípios fundamentais dos RNFs. Subtópicos adicionais, como Completude, Consistência e Aspectos de Arquitetura de Sistemas relacionados a Requisitos Quantificáveis, também são abordados, totalizando 26 subtemas identificados. Esses conteúdos, classificados no tópico “Fundamentos de Requisitos de Software” no SWEBOK – 3.0, sugerem que os currículos abordam RNFs de forma genérica, o que pode limitar o aprofundamento necessário e grau de entendimento. De acordo com o SWEBOK, é essencial evitar requisitos vagos e não verificáveis, que dependem de julgamentos subjetivos, como “o software deve ser confiável” ou “o software deve ser amigável ao usuário”.

No que se refere à UX, as disciplinas cobrem uma ampla gama de conteúdos, com ênfase em Design de Interfaces, incluindo Memória e Cognição, Semiótica, Comunicabilidade, Design

Centrado no Usuário, Heurísticas de Usabilidade e Desenvolvimento de Protótipos. Outros subtópicos, como Interfaces Gráficas e Tangíveis, Acessibilidade, Avaliação de Usabilidade, Experiência do Usuário e Personas, refletem um foco na usabilidade e acessibilidade prática das interfaces. Com um total de 195 tópicos de UX, os currículos demonstram uma forte ênfase nos Fundamentos de Design de Interfaces, destacando-se pelo objetivo de fornecer conhecimentos voltados à construção de interfaces intuitivas. A UFPB se destaca com o maior número de disciplinas de UX, com quatro oferecidas em dois cursos de graduação.

Na organização e distribuição das disciplinas ao longo do curso, aquelas voltadas para RNFs, presentes exclusivamente nos currículos de ES, são predominantemente obrigatórias (68,2%) e ofertadas, em sua maioria, na metade do curso, com maior concentração no 5º semestre. Esse posicionamento sugere que as instituições consideram os RNFs essenciais para a formação, embora sejam abordados em menor número comparado a outros conteúdos de ES. Em contraste, as disciplinas relacionadas a UX, majoritariamente em IHC, são equilibradas entre obrigatórias (55%) e eletivas (45%) e distribuídas entre o 4º e o 6º semestres, estendendo-se até os últimos períodos (8º e 9º) em cursos de 4 a 5 anos. Essa distribuição, especialmente na metade do curso, pode ser vantajosa por oferecer aos alunos uma base teórica e prática antes de avançarem para conteúdos mais complexos e projetos finais. Entretanto, o fato de um número elevado de disciplinas de UX ser ofertado de forma eletiva sugere uma abordagem curricular flexível. A obrigatoriedade pode refletir a importância que a universidade atribui a essa competência, enquanto a eletividade oferece aos alunos a possibilidade de direcionar sua formação de acordo com seus interesses.

A carga horária também merece destaque: a maioria das disciplinas de ambos os temas possui carga de 60 horas, representando 54,55% para RNFs e 70% para UX. Embora essa carga seja predominante nas universidades, ela pode ser considerada insuficiente para abordar de forma aprofundada os temas especializados do SWEBOK, que demandam maior abrangência e detalhamento.

A análise dos tipos de atividades adotadas mostra uma combinação de aulas teóricas e práticas, complementada por atividades de extensão em três instituições: UFC e UFPB para RNFs e USP e UFC para UX. Embora poucas universidades adotem atividades de extensão, essas práticas oferecem aos alunos a oportunidade de aplicar os conhecimentos em contextos reais, essenciais para o desenvolvimento de habilidades profissionais, especialmente em áreas como RNFs e UX, onde a experiência prática é fundamental.

Destaca-se a ausência de subtópicos especializados em RNFs: Propriedades Emergentes, Tratamento de Erros, Tratamento de Exceções, Tolerância a Falhas e Propriedades do Sistema Emergente, fundamentais para a formação de profissionais aptos a desenvolver sistemas críticos e complexos. Essa ausência é uma preocupação segundo o SWEBOK, que destaca a magnitude de entender se o requisito é derivado de um requisito de alto nível ou uma propriedade emergente, ou se é imposto diretamente ao software por uma parte interessada. Adicionalmente, os trabalhos de Ramos et al. (2019) e Oliveira et al. (2024) afirmam que negligenciar os RNFs durante a etapa de análise de requisitos pode resultar em falhas significativas no projeto.

Para a UX, os subtópicos Localização e Internacionalização, Problemas de Design de Interface do Usuário, Dispositivos de Entrada e Saída e Mensagens de Erro, listados pelo SWEBOK, são minimamente tratados nas unidades curriculares. Além disso, Robustez do Software não foi identificada em nenhuma das disciplinas analisadas, indicando uma possível lacuna na preparação dos alunos para projetar interfaces que sejam usáveis, robustas, abrangentes e adaptáveis a diferentes contextos técnicos. De acordo com o SWEBOK, esses aspectos são essenciais para assegurar sistemas resilientes e confiáveis, especialmente em contextos de alta criticidade. A Robustez do Software, por exemplo, exerce impacto significativo tanto no *front-*

end quanto no *back-end* do produto, contribuindo para a estabilidade, a eficiência e a qualidade geral da UX.

A análise também indica que o alinhamento dos currículos de RNFs e UX com os referenciais da ACM/IEEE e SBC é limitado. O estudo aponta para oportunidades de aprimoramento, especialmente em competências voltadas à Localização, Internacionalização e Design Inclusivo. A inclusão mais completa desses conteúdos poderia preparar melhor os alunos para atuar em um mercado global e diversificado, permitindo o desenvolvimento de sistemas responsivos e de alto impacto. A ausência de competências relacionadas à robustez no contexto da UX, como observado na QP4, reforça a necessidade de incorporá-las tanto nas disciplinas de ES quanto nas de IHC. A inclusão desse tema nos currículos de ES e IHC poderia promover uma compreensão sólida de perspectivas técnicas sobre confiabilidade, um atributo crucial para o desenvolvimento de aplicações de software destinadas a contextos reais.

Verificou-se que a interseção entre RNFs e UX é tratada majoritariamente de forma indireta, apesar do potencial da interdisciplinaridade entre essas áreas na formação acadêmica. Uma integração explícita poderia proporcionar uma abordagem prática para o design de sistemas, promovendo a aplicação sistemática de padrões, ferramentas e técnicas específicas, com o objetivo de desenvolver interfaces mais intuitivas e confiáveis, fundamentais para uma UX de alta qualidade. A literatura especializada ressalta a importância de metodologias de ensino que integrem conteúdos de ES e IHC. Leite et al. (2020) identificaram tópicos emergentes nessa integração, como práticas de design de UX, ferramentas de prototipação de interface e padrões de design, que destacam a produção de artefatos voltados ao mercado. Essas práticas, alinhadas a metodologias como Design Thinking, visam capacitar os alunos tanto para funções especializadas em UX Design, ligadas à IHC, quanto para cargos na área de ES, atendendo às demandas diversificadas da indústria. Essa conexão reforça a necessidade de alinhar a formação acadêmica às expectativas do mercado de trabalho, assegurando que o ensino em ES e IHC desenvolva competências essenciais para futuros profissionais (Ferreira et al., 2018).

De modo geral, o diagnóstico realizado destaca que os currículos de ES abordam um número limitado de conteúdos de RNFs. Observa-se que os conteúdos de Requisitos Funcionais, que definem as funcionalidades específicas do sistema, como realizar cadastro, efetuar login e imprimir relatórios, são predominantes em detrimento dos RNFs. A restrição de conteúdos relacionados a RNFs inclui a ausência de tópicos críticos, a saber: Propriedades Emergentes, Tratamento de Erros, Tratamento de Exceções, Tolerância a Falhas e Propriedades do Sistema Emergente, recomendados pelo SWEBOK. Na UX, os currículos exploram amplamente o design de interfaces, embora tópicos como internacionalização sejam menos enfatizados. A distribuição das disciplinas entre obrigatórias e eletivas reflete uma flexibilidade curricular. As atividades práticas e, no caso de algumas instituições, as de extensão são promissoras para a aplicação dos conhecimentos, enquanto o alinhamento com diretrizes da ACM/IEEE e SBC revela oportunidades de melhoria pelos docentes, especialmente em conteúdos de Localização e Internacionalização, fundamentais para criação de interfaces culturalmente customizáveis e acessíveis.

Em consonância com as DCNs para os cursos de Ciência da Computação, que recomendam a interdisciplinaridade no ensino, os achados deste estudo reforçam essa orientação ao evidenciar a necessidade de integrar RNFs e UX. Tal integração visa oferecer uma formação mais abrangente aos estudantes, alinhada às demandas da indústria de software. A abordagem interdisciplinar nas disciplinas de ES e IHC, contemplando tanto os aspectos técnicos quanto a satisfação do usuário, permite a articulação de processos, métodos e técnicas de maneira integrada, o que é essencial para o resultado final do produto de software, conforme descrito por Barbosa e Silva (2010). Essa integração contribuiria para que os alunos compreendessem como as decisões

relativas a requisitos de qualidade impactam a experiência do usuário, capacitando-os a desenvolver sistemas que conciliem excelência técnica e experiência de uso adequada.

Reconhece-se, contudo, que a implementação efetiva da interdisciplinaridade nos currículos de Ciência da Computação representa um desafio significativo para as IES, especialmente considerando que a regulação universitária promovida pelo Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2017) não contempla de forma específica a avaliação de disciplinas ou práticas pedagógicas. Ainda assim, é importante destacar que a relação entre conteúdos e práticas constitui um aspecto relevante a ser observado pelos avaliadores de curso. A efetivação desse processo demanda não apenas a elaboração de estratégias e metodologias específicas para cada disciplina, mas também a colaboração ativa entre docentes de diferentes áreas do conhecimento.

Nesse cenário, a aplicação de práticas interdisciplinares no ensino de IHC tem demonstrado resultados positivos, incluindo o fortalecimento da experimentação prática de mecanismos alinhados às exigências do mercado de trabalho, conforme observado em estudo de Diniz et al. (2020). A atualização dos PPCs, tanto em relação à inserção dos conteúdos especializados analisados neste estudo quanto à articulação entre áreas tradicionalmente tratadas de forma isolada, mostra-se essencial para assegurar que os egressos estejam preparados para projetar, desenvolver e manter sistemas de software de alta qualidade em contextos diversos, complexos e globalizados.

7 Ameaças à Validade

Esta seção tem como objetivo analisar as ameaças à validade da pesquisa, bem como as estratégias de mitigação adotadas. Para essa finalidade, foram considerados quatro aspectos de validade, conforme definidos em Runeson e Höst (2009).

7.1 Validade Interna

A validade interna refere-se à confiança de que os achados refletem a realidade estudada e que fatores externos não interferiram de forma significativa. Uma ameaça à validade interna deste estudo é o viés de seleção devido à exclusão de algumas universidades que não forneceram PPCs e conteúdos programáticos online. Para mitigar essa ameaça, o estudo buscou compensar essa exclusão ao concentrar-se nas 24 universidades selecionadas após aplicação dos critérios, que apresentavam alta classificação no RUF 2024 e cujas informações estavam publicamente disponíveis. À vista disso, foi possível assegurar um nível consistente de qualidade e relevância na análise, mesmo com a exclusão de algumas instituições importantes.

7.2 Validade Externa

A validade externa refere-se à possibilidade de generalizar os achados do estudo para outros contextos. Como o foco recaiu sobre as universidades mais bem classificadas no RUF 2024, foi selecionada uma amostra representativa das principais instituições brasileiras, com o objetivo de obter uma visão abrangente dos currículos que possuem forte impacto acadêmico e industrial. Isso amplia a potencial aplicabilidade dos resultados a outros cursos de Ciência da Computação de alta classificação no Brasil. Adicionalmente, a Seção 3 discute trabalhos que utilizaram metodologias semelhantes para análise de conteúdo em cursos de graduação, com o propósito de diagnosticar áreas específicas, reforçando a validade das técnicas aplicadas neste estudo.

7.3 Validade de Construção

A validade de construção refere-se à precisão com que as variáveis e conceitos foram medidos. Para mitigar possíveis ameaças a essa validade, como interpretações divergentes das descrições dos PPCs e conteúdos programáticos, foram estabelecidos critérios detalhados para a categorização dos tópicos e subtópicos de RNFs e UX. O estudo utilizou o guia SWEBOK como referência para tópicos e subtópicos, enquanto o currículo de referência da ACM/IEEE e os referenciais de formação da SBC foram empregados para identificar as competências esperadas. Além disso, processos de revisão e verificação foram aplicados durante o mapeamento dos conteúdos, aumentando a consistência e a precisão dos dados obtidos e reduzindo possíveis vieses interpretativos.

7.4 Validade de Conclusão

A validade de conclusão refere-se à confiança nas inferências feitas com base nos dados coletados. A fim de assegurar que as conclusões fossem suportadas pelos dados, o estudo adotou uma abordagem sistemática e padronizada na análise dos currículos, assegurando que todos os PPCs disponíveis e conteúdos programáticos fossem examinados com o mesmo rigor. A amostragem baseada no RUF 2024 e a exclusão de instituições com falta de dados online garantiram que apenas currículos com informações acessíveis fossem considerados, evitando interpretações parciais ou inconsistentes.

8 Conclusão

Este estudo apresentou um diagnóstico dos currículos de Ciência da Computação em universidades brasileiras, com ênfase nos conteúdos relacionados a RNFs e UX. A análise evidenciou que os RNFs mais abordados são segurança, desempenho e usabilidade (QP1). Quanto à UX (QP2), constatou-se forte ênfase nos Fundamentos de Design de Interfaces, especialmente em memória e cognição, acessibilidade e avaliação de usabilidade, indicando esforços para promover o desenvolvimento de interfaces centradas no usuário. Em relação à organização curricular (QP3), observou-se que disciplinas de ES são predominantemente obrigatórias e concentradas na metade do curso, enquanto as de IHC alternam entre obrigatórias e eletivas. De modo geral, ambas as áreas apresentam, majoritariamente, carga horária de 60 horas.

No que tange à cobertura temática, diversos subtópicos essenciais para sistemas complexos — como Propriedades Emergentes, Tratamento de Erros, Tratamento de Exceções, Tolerância a Falhas e Propriedades do Sistema Emergente —, assim como temas de UX, como Localização e Internacionalização e Robustez de Software, são pouco abordados ou mesmo negligenciados (QP4). Verificou-se também que a conformidade com as diretrizes da ACM/IEEE e da SBC (QP5) é parcial, com ausência de competências voltadas ao design inclusivo e à internacionalização, aspectos cruciais para o mercado global. Ademais, não se identificou a integração entre os conteúdos de RNFs e UX nos currículos analisados (QP6).

A principal limitação deste estudo refere-se à impossibilidade de incluir três das instituições mais bem classificadas no RUF 2024 — UFMG, PUCPR e PUCRS — devido à indisponibilidade online dos PPCs, planos de ensino e ementas. Embora tenham sido enviados e-mails solicitando acesso às direções dos cursos, não houve retorno. Além disso, a desatualização de alguns sites institucionais dificultou o acesso às versões mais recentes dos documentos. Apesar dessas limitações, o estudo apresenta dados representativos que permitem compreender o panorama do ensino de RNFs e UX no Brasil.

Importante ressaltar que este estudo não pretende criticar as matrizes curriculares vigentes, mas sim oferecer subsídios para aprimoramento e adaptação dos currículos, a partir de sugestões de conteúdos e referências relevantes.

Como direções futuras, propõe-se a realização de entrevistas com docentes e estudantes, a fim de aprofundar a compreensão sobre práticas pedagógicas e desafios no ensino de RNFs e UX. A análise da percepção discente e profissional poderá oferecer *insights* valiosos sobre a efetividade da formação e orientar futuras reformulações curriculares. Adicionalmente, serão apresentados outros exemplos de boas práticas identificadas nos currículos, abrangendo metodologias mais utilizadas e projetos práticos aplicados em atividades avaliativas.

Em síntese, este estudo destaca a importância de uma atualização curricular que considere as diretrizes mais recentes e as demandas do mercado, incluindo conteúdos emergentes e abordagens integradas entre RNFs e UX. Essa atualização poderá favorecer uma formação sólida e alinhada às necessidades globais, preparando os futuros profissionais de computação para desenvolverem soluções tecnológicas inovadoras, eficientes e acessíveis.

Agradecimentos

A presente pesquisa foi desenvolvida com o apoio de uma bolsa de doutorado concedida pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA), por meio do Edital nº 006/2023. Os autores agradecem à FAPESPA pelo suporte financeiro.

Referências

- Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society. (2020). Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3467967>. [GS Search]
- Barbosa, S., & Silva, B. (2010). *Interação humano-computador*. Elsevier Brasil. [GS Search]
- Bourque, P., & Fairley, R. (2014). SWEBOK: Guide to the software engineering body of knowledge (3^a ed.). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society. <https://cs.fit.edu/~kgallagher/Schtick/Serious/SWEBOKv3.pdf>. [GS Search]
- Castro, V. D. S., & Oliveira, S. R. B. (2023). A diagnosis on the teaching of software design in a sample of undergraduate courses in computer science in Brazil. In *2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–9. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343311>. [GS Search]
- Diniz, L. M. F., Pereira, M. V., Paula, L. J. D., & Melo Silva, E. C. (2020). Aprendizado baseado em projetos em IHC (presencial e remoto): Prototipação segundo as heurísticas de Nielsen. In *Anais Estendidos do XIX Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, 13–18. SBC. <https://doi.org/10.5753/ihc.2020.14048>. [GS Search]
- Elgrably, I. S., & Oliveira, S. R. B. (2021). A diagnosis on software testing education in the Brazilian universities. In *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–8. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637305>. [GS Search]
- Ferreira, T., Viana, D., Fernandes, J. C., & Santos, R. (2018). Identifying emerging topics and difficulties in software engineering education in Brazil. In *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES '18)*, 230–239. ACM. <https://doi.org/10.1145/3266237.3266247>. [GS Search]

- Ferreira, V., Souza, M., & Parreira Júnior, P. (2024). Caracterização do nível de adequação das matrizes curriculares dos cursos de computação no Brasil ao modelo de competências da SBC. In *Anais do XXXII Workshop sobre Educação em Computação*, 443-454. Porto Alegre: SBC. <https://doi.org/10.5753/wei.2024.1966>. [GS Search]
- Folha de São Paulo. (2024). Ranking de cursos de graduação: Computação. Recuperado em 5 de novembro de 2024 de <https://ruf.folha.uol.com.br/2024/ranking-de-cursos/computacao/>.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2017). Instrumento de avaliação de cursos de graduação: presencial e a distância: reconhecimento, renovação de reconhecimento. Inep. https://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_cursos_graduacao/instrumentos/2017/curso_reconhecimento.pdf.
- Krause, R., & Rosala, M. (2019). User experience careers: What a career in UX looks like today (2^a ed.). Recuperado em 13 de novembro de 2024 de https://media.nngroup.com/media/reports/free/UserExperienceCareers_2nd_Edition.pdf.
- Leite, F. T., Coutinho, J. C. S., & Sousa, R. R. (2020). An experience report about challenges of software engineering as a second cycle course. In *Proceedings of the XXXIV Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES '20)*, 824–833. ACM. <https://doi.org/10.1145/3422392.3422487>. [GS Search]
- Li, Y., Keung, J., Ma, X., Zhang, J., Yang, Z., & Liu, S. (2023). Learning gaps in project-based requirements engineering education: A case study of student projects. In *2023 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, 239–243. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISET58841.2023.00054>. [GS Search]
- Lima, I. F. G., Melo, M. C., Silva, W. E., & Falcão, T. P. (2019). Interdisciplinaridade e IHC: Possibilidades no contexto da licenciatura em computação. In *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, 82–87. SBC. <https://doi.org/10.5753/ihc.2019.8405>. [GS Search]
- Ministério da Educação (MEC). (2016). Resolução nº 05, de 16 de novembro de 2016: Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em computação. Ministério da Educação – Brasil. <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Res-CES-CNE-005-2016-11-16.pdf>.
- Ministério da Educação. (2025). Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior – Cadastro e-MEC. <https://emec.mec.gov.br/emec/>.
- Moreno, A. M., Sanchez-Segura, M. I., Medina-Dominguez, F., & Carvajal, L. (2012). Balancing software engineering education and industrial needs. *Journal of Systems and Software*, 85(7), 1607–1620. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.01.060>. [GS Search]
- Oliveira, A., Correia, J., Assunção, W. K. G., Pereira, J. A., Mello, R., Coutinho, D., Barbosa, C., Libório, P., & Garcia, A. (2024). Understanding developers' discussions and perceptions on non-functional requirements: The case of the Spring ecosystem. *Proceedings of the ACM on Software Engineering*, 1(FSE), 517-538. <https://doi.org/10.1145/3643750>. [GS Search]
- Pressman, R., & Maxim, B. (2016). *Engenharia de software: Uma abordagem profissional*. McGraw Hill Educação. [GS Search]
- Ramos, F. B. A., Pedro, A., Cesar, M., Costa, A. A. M., Perkusich, M. B., Almeida, H. O., & Perkusich, A. (2019). Evaluating software developers' acceptance of a tool for supporting agile non-functional requirement elicitation. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE)*, 26–42. KSI Research. [GS Search]

- Runeson, P., & Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 131–164. <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9102-8>. [GS Search]
- Sommerville, I. (2011). *Software engineering (9^a ed.)*. Pearson Education.
- Stewart, D. W., & Kamins, M. A. (1993). *Secondary research: Information sources and methods* (Vol. 4). Sage. [GS Search]
- Tebes, G., Peppino, D., Becker, P., Matturro, G., Solari, M., & Olsina, L. (2020). Analyzing and documenting the systematic review results of software testing ontologies. *Information and Software Technology*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106298>. [GS Search]
- Valle, P. H. D., Barbosa, E. F., & Maldonado, J. C. (2015). CS curricula of the most relevant universities in Brazil and abroad: Perspective of software testing education. In *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* 62–68. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2015.7451649>. [GS Search]
- Werner, C. (2022). Towards a theory of shared understanding of non-functional requirements in continuous software engineering. In *Proceedings of the ACM/IEEE 44th International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings*, 300–304. ACM/IEEE. <https://doi.org/10.1145/3510454.3517069>. [GS Search]
- Werner, C., Li, Z. S., Ernst, N., & Damian, D. (2020). The lack of shared understanding of non-functional requirements in continuous software engineering: Accidental or essential? In *2020 IEEE 28th International Requirements Engineering Conference (RE)*, 90–101. IEEE. <https://doi.org/10.1109/RE48521.2020.00021>. [GS Search]
- Yadav, A., Gretter, S., Hambrusch, S., & Sands, P. (2016). Expanding computer science education in schools: understanding teacher experiences and challenges. *Computer Science Education*, 26(4), 235–254. <https://doi.org/10.1080/08993408.2016.1257418>. [GS Search]
- Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., Leite, J., Araújo, R. M., Correia, R., & Martins, S. (2017). Referenciais de formação para os cursos de graduação em computação. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/134/586/904>. [GS Search]