

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Um Processo para o Desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos Sustentáveis de Apoio à Educação em Computação

Ágata Meireles Carvalho

JUIZ DE FORA
FEVEREIRO, 2025

Um Processo para o Desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos Sustentáveis de Apoio à Educação em Computação

ÁGATA MEIRELES CARVALHO

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Ciência da Computação

Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Alessandra Marta de Oliveira

Coorientador: Pedro Henrique Dias Valle

JUIZ DE FORA

FEVEREIRO, 2025

UM PROCESSO PARA O DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS SUSTENTÁVEIS DE APOIO À EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

Ágata Meireles Carvalho

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Alessandreia Marta de Oliveira
Doutora em Computação - IC/UFF

Pedro Henrique Dias Valle
Doutor em Ciências de Computação e Matemática Computacional - ICMC/USP

Edmar Welington Oliveira
Doutor em Informática - IC/UFRJ

Rodrigo Luis de Souza da Silva
Doutor em Engenharia (Interdisciplinar) - UFRJ

JUIZ DE FORA
28 DE FEVEREIRO, 2025

Aos meus amigos e colegas.

Aos pais, pelo apoio e sustento.

Resumo

Contexto: Universidades e professores têm sido incentivados a adotar novas tecnologias para ampliar as possibilidades de ensino. Entre elas, os Recursos Educacionais Abertos (REA) se destacam como uma alternativa promissora para democratizar o acesso ao conhecimento e facilitar a reutilização de materiais didáticos. **Problema:** Apesar de seu potencial, muitos REA encontram-se desatualizados ou não foram projetados com foco em sustentabilidade. Além disso, informações sobre o desenvolvimento desses recursos são escassas, especialmente no que se refere às abordagens utilizadas. **Solução:** Este trabalho propõe um processo estruturado para apoiar o desenvolvimento de REA sustentáveis na área de Computação. **Metodologia:** A abordagem adotada envolveu a análise de métodos existentes para a criação de REA, a revisão de estudos relacionados, a construção de um novo processo baseado nessas referências e sua posterior avaliação. **Resumo dos Resultados:** Os resultados mostraram uma boa aceitação do processo, confirmando sua eficácia, destacando a flexibilidade e reutilização os materiais. **Contribuição:** Este trabalho oferece um processo estruturado para o desenvolvimento e REA sustentáveis na Computação, auxiliando professores na criação de REA sustentáveis, adaptáveis e alinhados às necessidades pedagógicas e tecnológicas.

Palavras-chave: Recursos Educacionais Abertos (REA), Sustentabilidade, Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL).

Abstract

Context: Universities and professors have been encouraged to adopt new technologies to expand teaching possibilities. Among these, Open Educational Resources (OER) stand out as a promising alternative to democratize access to knowledge and facilitate the reuse of teaching materials. **Problem:** Despite their potential, many OERs are outdated or were not designed with a focus on sustainability. Additionally, information about the development of these resources is scarce, especially regarding the approaches used. **Solution:** This work proposes a structured process to support the development of sustainable OERs in the field of Computer Science. **Methodology:** The approach involved analyzing existing methods for creating OERs, reviewing related studies, constructing a new process based on these references, and subsequently evaluating it. **Summary of Results:** The results showed good acceptance of the process, confirming its effectiveness, and highlighted the flexibility and reusability of the materials. **Contribution:** This work offers a structured process for the development of sustainable OERs in Computer Science, assisting professors in creating sustainable, adaptable OERs aligned with pedagogical and technological needs.

Keywords: Open Educational Resources (OER), Sustainability, Systematic Literature Review (SLR).

Agradecimentos

A toda a minha família e namorado, pelo encorajamento e apoio.

Aos professores Alessandreia e Pedro pela orientação, amizade e principalmente, pela paciência, sem a qual este trabalho não se realizaria.

Aos meus amigos e colegas de curso que me ajudaram a não desistir.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

*“A essência da vida é andar para a frente;
sem possibilidade de fazer ou intentar mar-
cha a trás.*

*Na realidade, a vida é uma rua de sen-
tido único”.*

Agatha Christie

Conteúdo

Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	9
Lista de Abreviações	10
1 Introdução	11
1.1 Apresentação do Tema	11
1.2 Contextualização	12
1.3 Descrição do Problema	13
1.4 Justificativa	14
1.5 Métodos	15
1.6 Objetivos	16
1.7 Organização do Trabalho	16
2 Fundamentação teórica	17
2.1 Recursos Educacionais Abertos (REA)	17
2.2 Repositórios	21
2.3 Sustentabilidade	21
2.4 Educação em Computação	24
2.5 Considerações Finais	25
3 Mapeamento Sistemático na Literatura	26
3.1 Questões de Pesquisa (QP)	27
3.2 <i>String</i> de Busca	27
3.3 Estratégia de Busca	27
3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão	28
3.5 Resultado do MSL	29
3.5.1 QP1: Qual principal característica da abordagem utilizada para desenvolver os REA?	31
3.5.2 QP2: A abordagem considera o desenvolvimento de REA sustentáveis?	32
3.5.3 QP3: Quais tipos de REA foram desenvolvidos utilizando essa abordagem?	33
3.5.4 QP4: Quais os REA mais utilizados para o Ensino de Computação?	33
3.6 Considerações Finais	34
4 Processo para Desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos Sustentáveis (PREAS)	36
4.1 Metodologia	36
4.1.1 Visão Geral	37
4.1.2 Descrição das Etapas	40
4.2 Exemplo de Aplicação	43
4.3 Considerações Finais	45

5	Avaliação	46
5.1	Avaliação Preliminar	46
5.1.1	Planejamento	46
5.1.2	Execução	47
5.1.3	Resultados	47
5.2	Estudo de Caso	50
5.2.1	Planejamento	50
5.2.2	Execução	51
5.2.3	Resultados	52
5.3	Considerações finais	55
6	Conclusão	57
	Bibliografia	59

Lista de Figuras

2.1	5 R's.	19
3.1	Método de seleção de estudos.	29
3.2	Tipos de REA criados	34
4.1	Metodologia utilizada para construir o PREAS	36
4.2	Visão Geral do PREAS	39
4.3	Descrição das Etapas do PREAS	40
5.1	Resultado do TAM	48
5.2	Resultados das Perguntas do Formulário	53
5.3	Benefícios da Utilização do PREAS	54

Lista de Tabelas

2.1	Repositórios de REA	22
3.1	<i>String</i> de busca	27
3.2	CrITÉrios de inclusão e exclusão para REA	29
3.3	Estudos resultantes do MSL	30
3.4	Métodos utilizados no desenvolvimento de REA	32

Lista de Abreviações

DCC	Departamento de Ciência da Computação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
REA	Recursos Educacionais Abertos
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
TAM	Technology Acceptance Model
PREAS	Processo para Desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos Sustentáveis

1 Introdução

Este capítulo aborda a temática dos Recursos Educacionais Abertos (REA) e a importância de seu desenvolvimento com foco na sua utilização a longo prazo. Inicialmente, contextualiza-se o conceito de REA e seu papel na promoção de um ensino mais acessível e adaptável, destacando os principais desafios enfrentados na educação. Em seguida, apresenta-se a justificativa para a pesquisa, delineando sua relevância. Além disso, são expostos os objetivos do estudo, a metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto e, por fim, a estrutura organizacional do trabalho.

1.1 Apresentação do Tema

Este trabalho visa definir um processo sólido e eficiente para a criação e manutenção de REA no campo da Computação, com a finalidade principal de assegurar sua persistência ao longo do tempo. Em um contexto onde o acesso a REA de alta qualidade é vital para a democratização da educação, este trabalho busca expandir a sua disponibilidade e também assegurar que sejam criados e sustentados com processos que favoreçam a durabilidade, a adaptabilidade e o reuso eficaz (VENTERS et al., 2018).

A metodologia empregada para o desenvolvimento deste estudo analisa a sustentabilidade a partir de duas visões principais: pedagógica e técnica. Do ponto de vista pedagógico, a pesquisa explora como os REA podem ser organizados para satisfazer as demandas de vários grupos de estudantes. Isso possibilita a atualização e manutenção constante dos conteúdos, mantendo-os pertinentes e eficientes ao longo do tempo. Isso implica a avaliação das melhores estratégias para a incorporação dos REA em variados cenários educativos, considerando a variedade de públicos e o progresso das metodologias de ensino (NELSON; KO, 2018).

No aspecto técnico, o objetivo é assegurar que os REA sejam criados com o uso de tecnologias e práticas que facilitem sua adaptação às transformações tecnológicas e às novas necessidades do ensino de Computação. Isso engloba o desenvolvimento de um

processo que simplifique a atualização dos materiais e a aplicação de estratégias para a conservação e reutilização dos recursos, garantindo que eles permaneçam conforme os critérios de qualidade e pertinência (GARCIA; IVKOVIC; MEDVIDOVIC, 2013).

Além disso, este trabalho engloba a identificação de obstáculos e possibilidades ligados à preservação dos REA ao longo do tempo, visando estabelecer orientações que incentivem sua continuidade e progresso, satisfazendo eficientemente as demandas educacionais em um contexto tecnológico em constante transformação (BECKER et al., 2015).

1.2 Contextualização

Os REA têm se destacado como instrumentos essenciais no contexto educacional atual, exercendo uma função crucial na promoção do acesso e da excelência na educação. Os REA são componentes cruciais que proporcionam uma base robusta e flexível para a elaboração e aplicação de estratégias de ensino efetivas (TAROUCO et al., 2014). Estes REA são elaborados para auxiliar e aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo a disseminação do saber de forma acessível e inclusiva.

O principal benefício dos REA está na sua habilidade de democratizar o acesso à educação, possibilitando que qualquer indivíduo, sem distinção de local ou condição financeira, tenha acesso e utilize materiais didáticos de excelente qualidade. Ao optar por licenças abertas, os REA não somente possibilitam o uso e a distribuição ilimitados dos conteúdos, mas também promovem a personalização e a adaptação dos recursos para satisfazer demandas educacionais e contextos particulares (TAROUCO et al., 2014).

Além disso, a adaptabilidade dos REA favorece a inovação pedagógica, proporcionando aos professores instrumentos que podem ser ajustados e melhorados constantemente. Esta perspectiva interativa não somente favorece uma educação mais inclusiva, mas também estimula um ambiente de aprendizado colaborativo, onde saberes e práticas podem ser compartilhados e melhorados em conjunto (HYLÉN, 2021).

Assim, a incorporação efetiva dos REA não somente aprimora o acesso ao saber, mas também desempenha um papel crucial na formação de uma base educacional mais robusta e flexível, em sintonia com as demandas e desafios do mundo atual (BECKER et al., 2015).

1.3 Descrição do Problema

Com o aumento da procura por inovação e personalização na educação, a implementação de novas tecnologias tornou-se uma exigência necessária para professores, estudantes e instituições de ensino superior (ZABALZA, 2009). Este contexto dinâmico requer uma mudança substancial na forma como os processos de ensino são realizados, visando satisfazer as diversas necessidades dos estudantes e ajustar-se às alterações aceleradas no ambiente educacional (VENTERS et al., 2018).

A necessidade de acesso a recursos atualizados e pertinentes é um dos maiores desafios enfrentados, não somente pelas instituições, mas também todos os envolvidos nelas, como alunos e professores. Em um mundo onde o saber e as metodologias de ensino se transformam constantemente, assegurar a atualização constante dos REA é crucial para oferecer uma educação de alto padrão. A constante atualização dos REA contribui para manter o conteúdo atual e em sintonia com as mais recentes descobertas e tendências em vários campos do saber (NELSON; KO, 2018; VENTERS et al., 2018).

Um desafio fundamental é personalizar o ensino para atender os variados estilos e necessidades de aprendizado dos estudantes. Cada aluno tem seu próprio ritmo e método de aprendizado, e a habilidade de ajustar a educação para incorporar essas diferenças é crucial para fomentar um ensino eficiente e inclusivo. A customização possibilita que os estudantes se envolvam mais profundamente com o conteúdo e aprimorem suas competências conforme suas necessidades e interesses individuais (VENTERS et al., 2018).

Além disso, várias instituições educacionais, e organizações governamentais lidam com a ausência de orientações precisas para a elaboração e conservação de recursos pedagógicos. A falta de diretrizes consistentes pode resultar em variações na qualidade dos recursos disponíveis e complicar a execução de práticas de ensino efetivas. Definir diretrizes claras para a criação e atualização de REA é crucial para assegurar que todos os recursos cumpram altos padrões e possam ser empregados de maneira eficaz e produtiva no processo de ensino-aprendizagem (MASETTO, 2015).

Assim, para lidar com esses desafios enfrentados pelas instituições de ensino e atender as crescentes necessidades do contexto educacional contemporâneo, é crucial que as instituições adotem tecnologias inovadoras e desenvolvam práticas sólidas para

a produção e preservação de recursos educacionais. A falta de diretrizes claras e de um processo bem definido pode resultar em REA desatualizados, de baixa qualidade e difíceis de integrar ao contexto necessário, comprometendo a aprendizagem do aluno. Portanto, definir um processo robusto para a produção de e preservação de REA, não somente auxilia no aprimoramento constante da qualidade da educação, mas também fomenta um ambiente de aprendizado mais flexível e focado no estudante.

1.4 Justificativa

Este estudo é impulsionado pela demanda crescente por criar REA sustentáveis para o ensino de Computação, que se mantenham atuais e pertinentes ao longo do tempo. Apesar deles terem um papel crucial na facilitação do acesso à informação e na promoção da democratização do saber, é um fato que muitos tendem a se tornar ultrapassados rapidamente (HYLÉN, 2021; ALMEIDA et al., 2021). A obsolescência dos REA pode ser provocada por progressos tecnológicos, alterações nas metodologias de ensino e atualizações nos programas educacionais, o que pode prejudicar a efetividade e a pertinência dos recursos ao longo do tempo. À medida que novas ferramentas tecnológicas surgem, os REA criados com tecnologias antigas, por exemplo, podem não ser mais compatíveis. Além disso, a evolução das abordagens pedagógicas e as atualizações curriculares podem exigir uma mudança nos recursos para continuarem atendendo às necessidades educacionais (VENTERS et al., 2018; MASETTO, 2015).

Este trabalho propõe um processo inovador fundamentado nos princípios da Engenharia de Software para assegurar a manutenção e o progresso constante dos REA. A necessidade de práticas estruturadas e sistemáticas para a criação e manutenção de REA é justificada pela busca por garantir a excelência, a durabilidade e a adequação a diversas mudanças e avanços na área da Computação (STUURMAN; EEKELEN; HEEREN, 2012). Para isso, são utilizadas técnicas originadas da engenharia de software, aplicadas na criação e atualização de REA.

Com essa estratégia, a meta é aprimorar a qualidade dos REA e assegurar que continuem relevantes e pertinentes para estudantes e professores. A conservação constante e o aprimoramento dos REA são fundamentais para lidar com os desafios de uma área tão

dinâmica quanto a da Computação, onde o saber e as tecnologias estão sempre se transformando (ALMEIDA et al., 2021; MASETTO, 2015). Portanto, a abordagem sugerida visa não somente estender a durabilidade dos recursos pedagógicos, mas também favorecer uma adaptação mais eficaz às transformações no contexto educacional e tecnológico.

Assim, a adoção de um procedimento estruturado para a criação e manutenção de REA sustentáveis pode resultar em um aumento considerável na qualidade do ensino de Computação, possibilitando que os recursos didáticos se adaptem e progridam conforme as demandas e necessidades do tempo (STUURMAN; EEKELEN; HEEREN, 2012).

1.5 Métodos

Este trabalho seguiu uma metodologia composta por três etapas principais. A primeira etapa envolveu um Mapeamento Sistemático na Literatura (MSL), para identificar, examinar e condensar evidências pertinentes sobre as estratégias, métodos e técnicas utilizadas na criação de REA. Essa etapa foi essencial para obter informações relevantes sobre os processos e metodologias utilizadas na elaboração e manutenção de REA.

A segunda etapa consiste em construir o processo composto por componentes das metodologias mencionadas nos artigos analisados, combinados e estruturados para criar uma abordagem unificada para a criação de REA sustentáveis.

Para tornar o processo mais compreensível e visual, um diagrama foi criado com o auxílio do Canva¹. Este processo atua como um manual visual que apresenta os elementos e as fases sugeridas, proporcionando uma representação nítida e compreensível do passo a passo e das interações entre os diversos componentes.

Além disso, para confirmar a efetividade do processo criado, é realizada a terceira etapa composta por duas avaliações. Primeiro foi realizada uma avaliação com estudantes, que o analisaram e responderam um formulário retornando um *feedback* sobre o processo, e posteriormente uma análise com os professores na qual o processo foi posto em prática por meio do desenvolvimento de um REA. Esta fase possibilitou experimentar e analisar a aceitação da metodologia, garantindo que os princípios e procedimentos identificados na análise bibliográfica fossem aplicáveis e eficientes na criação concreta de REA.

¹<https://www.canva.com/>

1.6 Objetivos

Este trabalho visa criar um processo para apoiar o desenvolvimento de REA sustentáveis, especificamente direcionados para a Educação em Computação, denominado Processo para Desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos Sustentáveis (PREAS). O objetivo do PREAS é suprir uma demanda crescente por recursos que não somente sejam acessíveis e de excelente qualidade, mas também que possam ser ajustados e atualizados continuamente ao longo do tempo. A manutenção e a durabilidade dos REA são essenciais para assegurar sua pertinência e eficácia, considerando as constantes transformações e progressos na área da Computação.

O PREAS visa garantir que os REA atendam às demandas educacionais e tecnológicas da Computação, assegurando sua sustentabilidade e adaptabilidade a diferentes estilos de aprendizado, cenários educacionais e avanços tecnológicos. O processo busca estabelecer práticas para a criação, manutenção e atualização contínua dos REA, promovendo um ciclo constante de aprimoramento. Assim, o objetivo é criar REA inovadores, adaptáveis e sustentáveis, que agreguem valor à qualidade do ensino em Computação.

1.7 Organização do Trabalho

O presente trabalho está organizado em cinco principais capítulos. Primeiro, o referencial teórico, que aborda conceitos fundamentais como REA, repositórios, sustentabilidade e Educação em Computação, fornecendo a base teórica necessária para o estudo. Em seguida, o MSL, que inclui as questões de pesquisa, a *string* de busca, a estratégia de busca, critérios de inclusão e exclusão, além dos procedimentos adotados e considerações finais para a seleção dos estudos analisados. A próxima seção aborda a metodologia empregada, definindo as ferramentas utilizadas e o processo proposto. Por fim, a conclusão apresenta uma síntese dos principais achados e reflexões sobre os resultados obtidos, consolidando as contribuições do trabalho e apontando direções para trabalhos futuros.

2 Fundamentação teórica

Os principais conceitos relacionados aos REA são abordados neste capítulo. Em particular, eles desempenham um papel importante no processo de democratizar a educação. São discutidas as definições, vantagens e desvantagens dos REA, com ênfase em como eles podem ser usados em vários contextos educacionais. Além disso, uma breve revisão dos repositórios de REA é apresentada, enfatizando o papel dessas plataformas na organização, compartilhamento e reutilização de recursos por diferentes públicos.

A sustentabilidade é um tema principal, abordando como o desenvolvimento e a manutenção de REA podem ser organizados para garantir que sejam adaptáveis e relevantes ao longo do tempo, evitando o desuso e promovendo atualizações contínuas. Outro tema importante é a relação entre REA e Educação em Computação, examinando como essas ferramentas podem ser usadas para melhorar o ensino de disciplinas de Computação, promover a inclusão digital e facilitar o aprendizado autônomo.

A estrutura do capítulo está organizada da seguinte forma: primeiro, são discutidos os conceitos e a importância dos REA, seguidos pela revisão dos repositórios de REA. Em seguida, o capítulo aborda a sustentabilidade dos REA e, por fim, explora a relação entre REA e Educação em Computação. Esses tópicos são discutidos de forma integrada para fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de um processo para a criação de REA sustentáveis.

2.1 Recursos Educacionais Abertos (REA)

Atualmente, as metodologias de ensino utilizadas são auxiliadas pela diversidade de ferramentas que podem ser agregadas ao ensino em sala de aula e permitem maior participação dos alunos. Ao agregar ferramentas midiáticas-“um tipo de tecnologia que veicula mensagens variadas de informações, conhecimentos e entretenimento” (TOSCHI, 2002)- à prática escolar, o professor mostra aos alunos que as atividades podem ser realizadas de forma prazerosa, diferenciada e com ferramentas que já são utilizadas no cotidiano deles

(TAROUCO et al., 2014).

A sociedade está associada a informação e a comunicação, demandando o desenvolvimento de competências para aprender, ensinar, trabalhar e se relacionar. Com base nisso, para um ensino inovador no qual o aluno possa se desenvolver melhor academicamente, deve-se apropriar e utilizar ferramentas tecnológicas e digitais de apoio ao ensino (TAROUCO et al., 2014).

A internet fez com que fosse possível globalmente criar e acessar diversos conteúdos e recursos disponíveis para qualquer pessoa com acesso à internet. Nesse contexto, surgem os REA, um artefato educacional utilizado dentro e fora da sala de aula, que podem ser qualquer material de ensino, aprendizagem e pesquisa em qualquer mídia que seja de domínio público ou tenha licença aberta, permitindo seu uso ou adaptação por terceiros (TAROUCO et al., 2014; DUTRA; TAROUCO, 2007).

Exemplos de REA podem incluir cursos completos, módulos de cursos, livros didáticos, artigos de pesquisa, vídeos, softwares e qualquer outra ferramenta, material ou técnica que suporte o acesso ao conhecimento (TAROUCO et al., 2014). O termo REA surgiu durante um evento promovido pela UNESCO em 2002, na tentativa de padronizar o conteúdo educacional disponibilizado livre e abertamente pela Internet (DUTRA; TAROUCO, 2007; HYLÉN, 2021).

Os REA mais comuns geralmente estão restritos a instituições formais, como o acesso a um artigo que exige matrícula em alguma instituição de ensino. Isso faz com que muitos desses materiais tenham custos elevados para o acesso. Mesmo quando são gratuitos, a possibilidade de reutilizá-los criativamente, copiá-los ou adaptá-los a diferentes contextos locais é frequentemente limitada (DUTRA; TAROUCO, 2007).

Outra característica essencial dos REA é que, além de valorizar práticas de aprendizagem mais próximas da cultura web e da sociedade do conhecimento, fortalece quem produz o conteúdo, colocando o autor no centro das atenções (DUTRA; TAROUCO, 2007; TAROUCO et al., 2014).

O termo conteúdo aberto pode ser definido como “conteúdo licenciado para oferecer aos usuários o direito de fazer usos mais variados do que os permitidos por lei, e de forma gratuita”. As permissões ou direitos de uso de conteúdo aberto podem ser

representados pelos 5 R's (WILEY, 2000), sendo eles (Figura 2.1):

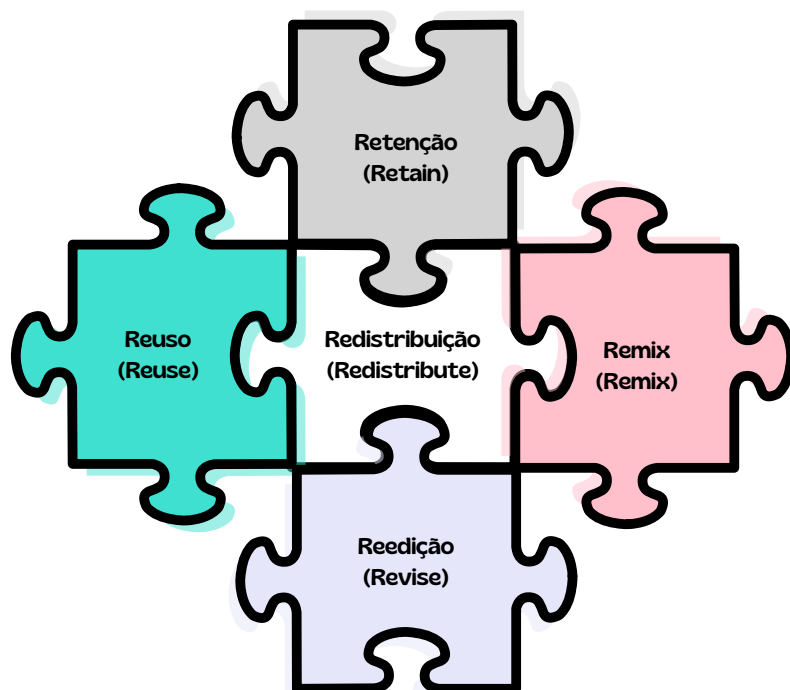


Figura 2.1: 5 R's.

- Reuso: o direito de reutilizar o conteúdo inteiramente e inalterado, ou seja, uma cópia;
- Retenção: o direito de manter o conteúdo em seu formato original, garantindo o acesso contínuo a ele;
- Reedição: o direito de adaptar, ajustar, modificar ou alterar o conteúdo, por exemplo, traduzindo-o ou ajustando-o para novos contextos;
- Remix: o direito de combinar conteúdo original ou revisado com outro conteúdo para criar algo novo;
- Redistribuição: o direito de distribuir cópias do conteúdo original, suas revisões ou remixes para outros.

Garantir a qualidade dos REA deve ser considerada uma preocupação fundamental porque eles são projetados e disponibilizados por qualquer pessoa, não somente professores, o que pode levar a questionamentos sobre a qualidade dos REA disponíveis (CAMILLERI; EHLERS; PAWLOWSKI, 2014). Para resolver esse problema, algumas

iniciativas propuseram atributos ou modelos de qualidade para projetar, avaliar e melhorar a qualidade dos REA (LEACOCK; NESBIT, 2007; KURILOVAS; BIRENIENE; SERIKOVIENE, 2011). No entanto, a literatura carece de um consenso sobre atributos de qualidade, modelos e qualidade. São exemplos de atributos de qualidade:

- Navegabilidade: reflete a navegação fácil pelas opções fornecidas pelo REA (LEACOCK; NESBIT, 2007);
- Qualidade do conteúdo: observaram-se diversos atributos de qualidade que se referem à qualidade do conteúdo, como uniformidade e adequação da linguagem (VLADOIU; CONSTANTINESCU, 2013);
- Suporte apropriado: pode estar relacionado ao uso de teorias de aprendizagem (VLADOIU; CONSTANTINESCU, 2013; PELÁEZ; PULLAGUARI; CARO, 2011), fornecimento de materiais de suporte para usuários (PELÁEZ; PULLAGUARI; CARO, 2011), suporte tecnológico (VLADOIU; CONSTANTINESCU, 2013; STRACKE et al., 2018), suporte de gestão, suporte de infraestrutura e suporte para atividades de aprendizagem (AKHAVAN; AREFI, 2014);
- Aspectos culturais: todos os REA devem ser apropriados para todas as culturas e comunidades, incluindo aspectos de linguagem, dialeto, leitura e escrita, e estar livres de estereótipos raciais ou de gênero (HAUGHEY; MUIRHEAD, 2004). Além disso, os REA devem ser sensíveis e culturalmente diversos (VLADOIU; CONSTANTINESCU, 2013; KURILOVAS; BIRENIENE; SERIKOVIENE, 2011; ASSCHE; VUORIKARI, 2006).

As leis de direitos autorais visam defender os direitos do autor e dos intermediários. Por isso, diversas licenças controlam como uma determinada obra pode ser utilizada (TAROUCO et al., 2014):

- *Copyleft*: liberdade para executar, adaptar, redistribuir cópias e melhorar, liberando as melhorias;
- *Creative Commons*: criado a partir do *Copyleft*, o autor que escolhe quais direitos serão liberados;

- Domínio público: possibilidade de utilização da obra sem autorização do autor, do editor ou de seus descendentes, mesmo para fins econômicos.

2.2 Repositórios

Concentrar os REA em um único local facilita sua busca e localização. Os ambientes utilizados para esse fim são os repositórios. Eles são, basicamente, um catálogo digital que facilita a busca e o compartilhamento de recursos, permitindo a produção colaborativa de objetos de aprendizagem (KOOHANG; HARMAN, 2007). Os repositórios devem permitir o próprio armazenamento, controle de versionamento e publicação, controle de acesso e avaliação dos objetos. Além disso, os repositórios permitem que o autor escolha a licença (TAROUCO et al., 2014).

Os repositórios oferecem REA de diversos conteúdos, níveis, qualidades e formatos. Geralmente, eles são organizados em catálogos temáticos e incluem uma descrição dos objetos, acompanhada de um guia que fornece orientações aos usuários sobre como utilizar os recursos (TAROUCO et al., 2014).

Dos repositórios mais conhecidos no Brasil, destacam-se os citados na Tabela 2.1 (TAROUCO et al., 2014; ALMEIDA et al., 2021):

2.3 Sustentabilidade

A sociedade moderna está em constante evolução e transformação, dependendo fortemente de sistemas complexos, em larga escala e intensivos em software. Esses sistemas estão presentes em tudo na vida cotidiana, desde a comunicação até a saúde, transporte e, principalmente, educação. As arquiteturas de software formam a base desses sistemas, oferecendo mecanismos que permitem avaliar os princípios de qualidade do software, como desempenho, segurança, usabilidade e escalabilidade. Nesse contexto, a sustentabilidade — ou a capacidade de se adaptar a ambientes em constante mudança — torna-se um aspecto fundamental para a arquitetura de software (VENTERS et al., 2018).

Com o crescente avanço da tecnologia, a sustentabilidade é uma necessidade. Apesar de existirem abordagens claras e sistemáticas, o *design* e o desenvolvimento de

Tabela 2.1: Repositórios de REA

Repositório	Descrição
MERLOT	Repositório internacional para materiais de ensino e aprendizagem. Disponível em: https://www.merlot.org/merlot/
eduSource	Plataforma canadense para recursos educacionais digitais. Disponível em: http://www.edusource.ca/
OKI (Open Knowledge Initiative)	Projeto que promove o desenvolvimento de software aberto para educação. Disponível em: https://www.okiproject.org
SMETE	Repositório focado em materiais de ciência, matemática, engenharia e tecnologia. Disponível em: http://www.smete.org/
CESTA	Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem, com foco no contexto brasileiro. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/
Domínio Público	Biblioteca digital brasileira, desenvolvida com software livre. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br
Portal do Professor	Plataforma brasileira para compartilhamento de conteúdos e práticas pedagógicas. Disponível em: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html
MEC RED	Plataforma integrada do MEC para recursos educacionais. Disponível em: https://plataformaintegrada.mec.gov.br
Aquarela	Plataforma brasileira para criação e compartilhamento de materiais educacionais digitais. Disponível em: https://www.aquarela.app.br
BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais)	Repositório brasileiro desenvolvido pelo MEC, MCT, OEI, RELPE e universidades brasileiras, focado em objetos educacionais abertos. Disponível em: http://objetoseducacionais.mec.gov.br

sistemas de software sustentáveis e de alta qualidade apresentam grandes desafios para os engenheiros de software, especialmente em termos de *design*, desenvolvimento e manutenção (VENTERS et al., 2018). Isso acontece porque a natureza mutável da necessidade do usuário e o avanço da tecnologia obrigam os desenvolvedores a ajustar suas práticas. Estima-se que 50% a 70% do custo total do ciclo de vida de um sistema seja gasto com evolução e manutenção (GARCIA; IVKOVIC; MEDVIDOVIC, 2013). Atualmente, muitos sistemas são reconfigurados diversas vezes durante interações com os clientes ou atualizados automaticamente pelos fornecedores. Diante disso, a capacidade de projetar sistemas de software mais sustentáveis e duradouros torna-se um dos principais desafios na Engenharia de Software e Sistemas de Informação (KOCÁK, 2013; KERN et al., 2018).

Para que um recurso se torne utilizável por futuros usuários, é importante possuir diversos atributos, alguns dos quais são essenciais. Por exemplo: deve apresentar boa eficiência, garantindo a entrega e o recebimento de dados de forma rápida e eficaz. Recursos eficientes podem atender a expectativa do usuário moderno, contribuir para a redução de custos operacionais e aumentar a confiabilidade. Além disso, é fundamental ter boas ca-

racterísticas de acessibilidade, seja desenvolvido com o menor impacto ambiental possível e alcance um público amplo (KOCÁK, 2013; KERN et al., 2018; PENZENSTADLER et al., 2012; PRESSMAN; MAXIM, 2021).

Os atributos essenciais estão relacionados à manutenção e incluem controle e rastreamento de recursos, garantia de qualidade, gerenciamento de riscos, revisões técnicas e gerenciamento de reutilização (TAROUCO et al., 2014). Para garantir uma melhor sustentabilidade dos recursos, é ideal que desenvolvedores e mantenedores fiquem atentos às constantes mudanças sociais. Por exemplo, é necessário atualizar os dados de livros didáticos utilizados nas escolas sempre que um novo teorema é desenvolvido e garantir que o software seja compatível com a versão mais recente do sistema operacional, entre outras atualizações necessárias.

Os sistemas de software estão presentes em toda a sociedade, e por meio da sustentabilidade, permitem que as necessidades da nossa geração sejam atendidas, para viver dignamente, sem comprometer como as futuras gerações viverão de maneira satisfatória (BECKER et al., 2015).

A comunidade científica compreendeu que a Engenharia de Software precisa direcionar seus esforços para soluções mais sustentáveis, e foi assim que surgiu o Manifesto para a Sustentabilidade em 2015 (BECKER et al., 2015). Em resumo, o manifesto propõe que a sustentabilidade seja a principal preocupação no *design* de sistemas, analisada em quatro dimensões:

- Técnica: refere-se ao uso prolongado do software e sua evolução adequada em um ambiente de mudanças constantes, conforme as necessidades dos usuários;
- Econômica: foca na preservação de capital e na criação de valor de negócio que o software pode proporcionar;
- Ambiental: o desenvolvimento, implementação e uso do software devem causar o mínimo impacto na natureza;
- Social: garantir que as gerações atuais e futuras tenham igual, ou melhor, acesso aos recursos sociais.

2.4 Educação em Computação

Os profissionais que trabalham na área da Computação possuem uma densa trajetória na criação de ferramentas e conteúdos dinâmicos voltados para o aprendizado online e híbrido. Com a chegada da pandemia de COVID-19, essa habilidade foi colocada à prova de forma exigente, tendo em vista que as instituições de ensino tiveram de se adaptar rapidamente ao formato remoto. Como os professores se ajustaram e implementaram essas tecnologias, ficou evidente a necessidade de um planejamento preciso e de materiais bem estruturados (NELSON; KO, 2018; MALMI, 2020).

Essa mudança, que ocorreu durante o ensino emergencial remoto, tem sido muito positiva, com muitos dos alunos tendo uma boa adaptação dessa nova realidade. Contudo, notam-se algumas preocupações para o futuro, principalmente relacionado ao desenvolvimento e manutenção dos REA. Esses recursos podem se tornar ferramentas importantes para serem usadas por diversos estudantes. O desafio é garantir que estas capacidades permaneçam eficazes e atualizadas à medida que se tornam cada vez mais complexas (NELSON; KO, 2018; MALMI, 2020).

Nessa seção, é fundamental enfatizar que ensinar Computação é uma tarefa particularmente complexa devido à abstração dos conceitos envolvidos, o que pode ser desafiador para os alunos. Muitas vezes, conceitos como lógica de programação, estruturas de dados e algoritmos não são representados de forma concreta e direta, tornando o aprendizado mais difícil (FILHO; COUTINHO, 2021). Além disso, o currículo de Computação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a importância de desenvolver competências digitais e desenvolver uma compreensão profunda da lógica e dos fundamentos da programação; para atingir esse objetivo, é necessário implementar práticas pedagógicas inovadoras e planejar cuidadosamente (OMATA; IMAI, 2020).

Um relatório recente de investigação da EDUAUSE, *Top Issues in Teaching and Learning 2019*, lista as principais questões do ensino superior que os administradores universitários devem considerar nas suas atividades de planejamento e gestão de tecnologia. Neste ano, os dois temas principais foram desenvolvimento e envolvimento de professores e ensino online e híbrido (NELSON; KO, 2018; MALMI, 2020).

No contexto da Educação em Computação, um dos principais propósitos é des-

coabrir mecanismos que melhorem o aprendizado nessa área. Apesar de as teorias gerais de aprendizado serem valiosas, elas também impõem alguns obstáculos. O esforço para avançar tanto na teoria explicativa quanto no *design* pode dispersar a atenção, dificultando a conquista da excelência em ambos os aspectos. Além disso, a concentração na aplicação e na adaptação dessas teorias gerais muitas vezes ocorre em prejuízo de teorias específicas no campo da Computação, fundamentais para um ensino mais eficaz. Além disso, as avaliações por pares, um processo comum em que especialistas na área revisam e avaliam a qualidade de projetos, pesquisas ou materiais, utilizam frequentemente a teoria como um critério central. Embora isso seja útil para manter a qualidade acadêmica, essa abordagem pode limitar a aceitação e divulgação de projetos mais inovadores, que poderiam acelerar o desenvolvimento de novas abordagens de *design* educacional. Dessa forma, ao desenvolver métodos e ferramentas para o ensino de Computação, é essencial adotar uma postura equilibrada, que valorize a teoria, mas que também esteja aberta a novas ideias e soluções que enriqueçam o processo educativo (NELSON; KO, 2018).

2.5 Considerações Finais

Este capítulo discutiu de forma abrangente os principais tópicos relacionados aos REA, incluindo sua definição e significado para a educação moderna, bem como as dificuldades associadas à criação e manutenção sustentáveis. A análise dos repositórios REA mostra que essas plataformas são essenciais para compartilhar REA, aumentar o acesso ao conhecimento e promover a colaboração entre professores e alunos. Por outro lado, é fundamental garantir que os REA permaneçam atualizados, acessíveis e eficientes no longo prazo, contribuindo continuamente para a educação.

Os REA se mostram ainda mais pertinentes na Educação em Computação, ao apoiarem o ensino de disciplinas tecnológicas e promoverem a inclusão digital. Este capítulo estabeleceu uma conexão entre os conceitos de sustentabilidade, armazenamento de um recurso e Educação em Computação. Isso criou uma base teórica sólida para a proposta de um processo que visa promover o desenvolvimento de REA que sejam acessíveis, adaptáveis e duradouros.

3 Mapeamento Sistemático na Literatura

Este trabalho conduziu um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) para obter uma revisão abrangente dos estudos primários, possibilitando a extração de evidências relevantes sobre o desenvolvimento de REA. A realização desse MSL foi cuidadosamente planejada, com base nas diretrizes proposta por Kitchenham, Madejski e Budgen (2022).

O planejamento inicial consistiu em estabelecer claramente o propósito da pesquisa, seguido pela elaboração de perguntas de pesquisa que guiassem a pesquisa. Essas perguntas foram criadas para tratar das lacunas encontradas na literatura e investigar as contribuições mais recentes e significativas no campo. Adicionalmente, foram definidos critérios de inclusão e exclusão. Esses critérios consideraram aspectos como a situação do estudo, sua validade e a pertinência ao propósito principal do MSL.

A *string* de busca foi criada iterativamente utilizando palavras-chave e operadores booleanos, de modo a maximizar a abrangência sem comprometer a precisão. As bases de dados garantem uma ampla cobertura das principais publicações científicas. A aplicação da *string* nessas bases foi seguida por uma triagem em múltiplas etapas, que incluiu a leitura de títulos, resumos e textos completos para validar a adesão aos critérios definidos.

Para simplificar a gestão de todas essas fases, foi empregada a ferramenta Parsif.al², sendo uma plataforma que auxilia na organização, documentação e análise do MSL. Com ela, foi possível acompanhar as pesquisas, classificar estudos e produzir relatórios minuciosos de maneira rápida e eficaz. Adicionalmente, o software proporciona recursos que auxiliam na detecção de duplicatas, na documentação das decisões tomadas e na apresentação dos resultados, auxiliando na transparência e na replicabilidade do procedimento.

²Disponível em: <https://parsif.al>

3.1 Questões de Pesquisa (QP)

A etapa inicial do protocolo envolve o planejamento, no qual os objetivos do MSL são estabelecidos. A partir deste MSL, buscou-se extrair dos estudos as informações necessárias para atingir o objetivo. Para isso, foram formuladas as seguintes QP:

- QP1: Qual tipo de abordagem (processo, método, técnica) foi utilizada para desenvolver os REA?
- QP2: A abordagem considera o desenvolvimento de REA sustentáveis?
- QP3: Quais tipos de REA foram desenvolvidos utilizando essa abordagem (Jogos, Slides, Simuladores, Livros, Apostilas, Outros)?
- QP4: Quais os REA mais utilizados para o ensino de Computação/Sistemas de Informação?

3.2 *String* de Busca

A *string* de busca foi baseada no método PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) (KITCHENHAM; MADEYSKI; BUDGEN, 2022), que divide os termos em cinco componentes para análise. Como resultado, obteve-se a *string* apresentada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: *String* de busca

((("open" OR "free") AND ("OER" OR "educational resource" OR "learning object" OR "educational module" OR "learning material" OR "learning content" OR "courseware" OR "OERs" OR "educational resources" OR "learning objects" OR "educational modules" OR "learning materials" OR "coursewares")) AND ("approach" OR "process" OR "method" OR "technique")) AND ("Computing Education" OR "computer science education" OR "computational education" OR "education in computing" OR "teaching computer science" OR "educational informatics").

3.3 Estratégia de Busca

A investigação de estudos primários foi realizada seguindo critérios definidos para garantir a pertinência e excelência dos REA selecionados. Inicialmente, considerou-se a habilidade

de empregar operadores lógicos (*OR* e *AND*) durante a pesquisa, crucial para aprimorar os resultados e assegurar a exatidão na escolha dos estudos primários.

Os estudos foram coletados a partir de quatro máquinas de reconhecidas, sendo elas: ACM Digital Library³, Engineering Village⁴, IEEE Xplore⁵ e Scopus⁶. Essas plataformas são reconhecidas por disponibilizarem acesso a uma extensa biblioteca de literatura científica, abrangendo publicações de grande importância para os campos da Computação, Engenharia e Sistemas de Informação. Cada uma dessas bases dispõe de ferramentas sólidas que simplificam a elaboração de consultas detalhadas, ajudando a localizar materiais que estejam em consonância com os propósitos do MSL.

3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão (CI) são os requisitos essenciais para avaliar a pertinência de um estudo no contexto da pesquisa. Esses critérios foram estabelecidos para assegurar que somente estudos que estejam conforme as QPs fossem considerados, garantindo a qualidade e o foco dos resultados. Esses parâmetros analisam elementos como a pertinência do tema, o cenário de aplicação, a qualidade metodológica e a existência de dados suficientes para a análise. Assim, os CIs funcionam como filtros fundamentais, garantindo a validade e a confiabilidade do MSL.

Em contrapartida, os critérios de exclusão (CE) foram elaborados para descartar estudos que não cumprem os propósitos do MSL ou que possuem restrições metodológicas, tais como dados insuficientes, publicações duplicadas ou falta de conexão direta com os QPs definidos. Esses critérios são igualmente relevantes, uma vez que previnem a adição de estudos que poderiam prejudicar a integridade da análise.

Os critérios de inclusão (CI) e os Critérios de Exclusão (CE) definidos estão demonstrados na Tabela 3.2.

³Disponível em: <https://dl.acm.org>

⁴Disponível em: <https://www.engineeringvillage.com/home.url?redir=t>

⁵Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁶Disponível em: <http://Scopus.com>

Tabela 3.2: Critérios de inclusão e exclusão para REA

ID	Descrição
CI1	O estudo apresenta uma abordagem para desenvolver REA digital.
CI2	O estudo apresenta uma avaliação do uso da abordagem.
CI3	O estudo apresenta um REA utilizado em Computação.
CE1	Estudos que apresentam livros, capítulos de livros, dissertações e teses.
CE2	O estudo não apresenta uma abordagem para desenvolver REA digital.
CE3	O estudo não está escrito em português ou inglês.
CE4	O estudo não está disponível para download.
CE5	O estudo se encontra em outro formato que não seja textual.
CE6	O estudo é duplicado.
CE7	É um processo de desenvolvimento de REA de outra área.

3.5 Resultado do MSL

A condução do MSL é apresentado na Figura 3.1 sendo realizada em três etapas. Na primeira, todos os estudos primários recuperados foram avaliados a fim de identificar aqueles que eram pertinentes para responder às QPs, totalizando 187 estudos, incluindo duplicados. Na segunda etapa, realizou-se a análise dos títulos e resumos, aplicando os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) aos 187 artigos candidatos. Como resultado, foi identificado um subconjunto de 40 estudos primários, excluindo os estudos duplicados resultou em 36 estudos. Na terceira etapa, foi realizada uma leitura detalhada desses 36 estudos, identificando 5 estudos que não atendiam aos critérios e, portanto, eles foram excluídos. Portanto, 31 estudos foram selecionados.

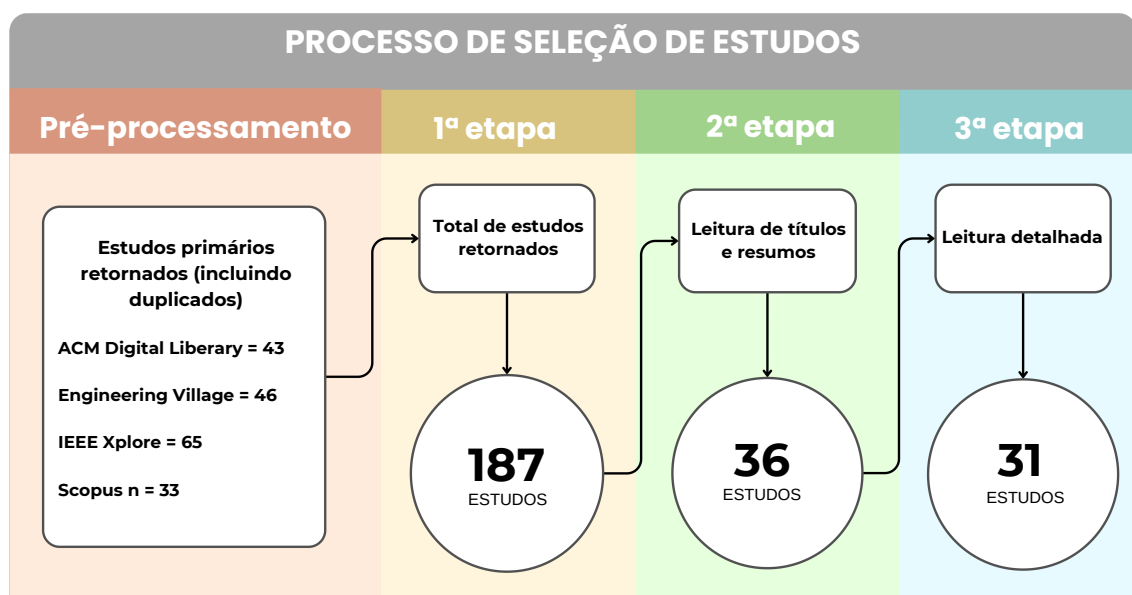


Figura 3.1: Método de seleção de estudos.

Esta seção destaca os resultados decorrentes da execução do MSL (Tabela 3.3), organizados e discutidos com base nas questões de pesquisa estabelecidas.

Tabela 3.3: Estudos resultantes do MSL

ID	Título do estudo	Citação
E1	A conceptual framework for teaching computational thinking in personalized OERs	(MOON et al., 2020)
E2	The mysterious adventures of Detective Duke: How storified programming MOOCs support learners in achieving their learning goals	(HAGEDORN; SERTH; MEINEL, 2023)
E3	Developing a digital library of computer science teaching resources: Report of the ITiCSE'98 working group on the online computer science teaching center	(GRISSOM et al., 1998)
E4	Applying instructional design principles on augmented reality cards for computer science education	(BUCHNER; KERRES, 2020)
E5	Serious games for motivating into programming	(HIJON-NEIRA et al., 2014)
E6	Evaluating Digital Worksheets with Interactive Programming Exercises for K-12 Education	(SERTH et al., 2019)
E7	A new method for sustainable development of Open Educational Resources	(STUURMAN; EEKELEN; HEEREN, 2012)
E8	Teaching Artificial Intelligence to K-12 Through a Role-Playing Game Questioning the Intelligence Concept	(HENRY; HERNALESTEEN; COLLARD, 2021)
E9	Using JS-Eden to introduce the concepts of reinforcement learning and artificial neural networks	(TOIVONEN; JORMANAINEN, 2016)
E10	MinimUML: A minimalist approach to UML diagramming for early computer science education	(TURNER; PÉREZ-QUINONES; EDWARDS, 2005)
E11	"Computer science for all": Concepts to engage teenagers and non-CS students in technology	(SPIELER et al., 2019)
E12	Promoting MERLOT Communities Based on OERs in Computer Science and Information Systems	(TOVAR; CHAN; REISMAN, 2017)
E13	Reusable Learning Objects: An Agile Approach	(SALAS, 2020)
E14	Application of Network Learning Theory and Design Principle in CAI Based on Clustering Algorithm and Rough Set	(ZHIMING; WEI, 2009)
E15	A teaching/learning approach to CSCL	(BALOIAN; PINO; HOPPE, 2000)
E16	Towards an Educational Simulator to Support the CPU Scheduling Algorithm Education	(PASCHOAL et al., 2019)
E17	Building a Comprehensive Automated Programming Assessment System	(MEKTEROVIĆ et al., 2020)
E18	A Collaborative System for Software Engineering Education	(ZHANG; SU, 2007)
E19	An Animated Introduction to Relational Databases for Many Majors	(DIETRICH et al., 2014)
E20	Research on the Construction of Resource Sharing Platform Based on Micro-Service	(XIAOJUN et al., 2017)
E21	SMPI Courseware: Teaching Distributed-Memory Computing with MPI in Simulation	(CASANOVA et al., 2018)
E22	Building a knowledge repository of educational resources using dynamic harvesting	(PRASHANT et al., 2010)
E23	On practice of using open data in construction of training and assessment tasks for programming courses	(MAKSIMENKOVA; PODBELSKIY, 2015)
E24	Impact of Contextual Tips for Auto-Gradable Programming Exercises in MOOCs	(SERTH; TEUSNER; MEINEL, 2021)
E25	Co-ML: Collaborative Machine Learning Model Building for Developing Dataset Design Practices	(TSENG et al., 2024)
E26	Game Development for Computer Science Education	(JOHNSON et al., 2016)
E27	HELO DarkSide: Breaking Free From Katas and Embracing the Adversarial Mindset in Cybersecurity Education	(OCONNOR, 2022)
E28	Increasing Adoption of Smart Learning Content for Computer Science Education	(BRUSILOVSKY et al., 2014)
E29	Teaching computer science majors about teaching computer science	(BELL; LAMBERT, 2011)
E30	Design and implementation of a content model for m-learning	(SHON; KIM, 2014)
E31	Peer-to-Peer Learning with Open-Ended Writable Web	(KURHILA et al., 2003)

3.5.1 QP1: Qual principal característica da abordagem utilizada para desenvolver os REA?

Conforme observado, apesar da convergência significativa, cada REA possui características individuais. Muitos desses REA destacam-se pela inclusão dos alunos no desenvolvimento e na avaliação, como reportado por E1, E10, E25 e E27. Em E3, E21 e E31, os autores destacam como os jogos são conhecidos por aumentar a motivação dos alunos, tornando-se um recurso valioso, assim como as estratégias específicas para seu desenvolvimento foram mencionadas no E23. Outra característica notável é a utilização de uma abordagem iterativa e adaptativa, conforme explicitado em E2, E5, E8, E12, E18 e E30. Além disso, foi observada a integração de múltiplos formatos e áreas de ensino e aprendizado, como observado em E11, E14, E16 e E19, bem como a integração e utilização de tecnologias avançadas, conforme observado em E15, E17, E20 e E29.

Outras características mais específicas observadas incluem utilizar operações cibernéticas em E4, a adição de dicas como em E6, a aprendizagem baseada em problemas (PBL) como em E7, a identificação automática de recursos web como em E9, a simulação de execuções de programas MPI (possibilita a implementação de programação paralela em memória distribuída em qualquer ambiente) em configurações arbitrárias de plataformas HPC (Computação de Alto Desempenho) como em E13, a capacidade de utilizar objetos de aprendizagem menores e mais granulares (“micro”), combinados com um controle moderno de revisão e versão, como em E22, o suporte a *design* abstrato juntamente com o fornecimento de recursos para aprendizado exploratório e prevenção de erros como em E24, a modelagem empírica como em E25, e a realização de *meta-tagging* e integração de conteúdos em bibliotecas digitais de forma completa e flexível por meio de um processo online, como em E28.

A Tabela 3.4 mostra os métodos identificados nos estudos primários analisados.

Tabela 3.4: Métodos utilizados no desenvolvimento de REA

Método	Estudos	%
Inclusão de alunos no desenvolvimento e avaliação	4	12,9
Utilização de jogos para aumentar a motivação	3	9,7
Estratégias específicas para desenvolvimento de jogos	1	3,2
Abordagem iterativa e adaptativa	6	19,4
Integração de múltiplos formatos e áreas de ensino	4	12,9
Integração e utilização de tecnologias avançadas	4	12,9
Operações cibernéticas	1	3,2
Adição de dicas	1	3,2
Aprendizagem baseada em problemas (PBL)	1	3,2
Identificação automática de recursos web	1	3,2
Simulação de programas MPI para HPC	1	3,2
Uso de objetos de aprendizagem menores e granulares	1	3,2
Suporte a design abstrato e prevenção de erros	1	3,2
Modelagem empírica	1	3,2
Meta-tagging e integração em bibliotecas digitais	1	3,2

3.5.2 QP2: A abordagem considera o desenvolvimento de REA sustentáveis?

Adotar uma abordagem sustentável na criação de REA é crucial, especialmente porque projetar sistemas de software mais duradouros e sustentáveis representa um dos principais desafios na área de Sistemas de Informação (KERN et al., 2018; KOCAK, 2013). Ao analisar os estudos uma pequena parte considerava a sustentabilidade na criação de um recurso (22,6%), como os estudos E1, E2, E9, E10, E13, E16 e E25, que apesar de não declararem diretamente sua preocupação com a sustentabilidade, apresentam características que a consideram importante, enquanto a maioria (77,4%) não considera. Essa análise foi feita por meio da leitura dos estudos primários, analisando se o desenvolvimento e a utilização do REA foi pensada para ter uma boa longevidade.

Esta avaliação foi feita examinando se o desenvolvimento e o uso do REA foi planejado para assegurar uma boa durabilidade. REA sustentáveis não somente satisfazem as demandas presentes, mas também se ajustam e mantêm-se pertinentes ao longo do tempo. A seleção de tecnologias reutilizáveis, a modularidade dos componentes e a capacidade de atualização dos conteúdos são elementos cruciais para essa longevidade.

3.5.3 QP3: Quais tipos de REA foram desenvolvidos utilizando essa abordagem?

Exemplos de REA podem incluir cursos completos, partes (módulos) de cursos, livros didáticos, artigos de pesquisa, vídeos, software e qualquer outra ferramenta, material ou técnica que apoie o acesso ao conhecimento (DUTRA; TAROUÇO, 2007). Uma quantidade considerável, 22,58% dos estudos, se refere a cursos de aprendizagem focados nessa área como E1, E4, E6, E7, E23, E27 e E31, seguido de sistemas, sendo 9,68% dos estudos, como E15, E17 e E21. Na área de Computação e Sistemas de Informação, os REA desempenham um papel crucial ao fornecer uma variedade de materiais acessíveis por meio de computadores ou smartphones. Isso inclui tudo, desde cursos on-line que explicam conceitos complexos até sistemas especializados usados para prática e desenvolvimento. Além disso, o software é comum como auxiliar de ensino, facilitando a revisão e compreensão de diversos temas. Jogos educacionais também são usados para ensinar lógica e programação de computadores de forma interativa. As plataformas online complementam esse cenário, oferecendo cursos completos e módulos específicos acessíveis a todos os interessados, promovendo assim um ambiente de aprendizagem completo e dinâmico na área de TI.

3.5.4 QP4: Quais os REA mais utilizados para o Ensino de Computação?

Na área de Computação e Sistemas de Informação, os REA desempenham um papel crucial ao fornecer uma variedade de materiais acessíveis mediante computadores ou smartphones, como pode ser analisado pela nuvem de palavras da Figura 3.2. São exemplos, os cursos on-line que explicam conceitos complexos até sistemas especializados usados para prática e desenvolvimento. Além disso, o software é comum como auxiliar de ensino, facilitando a revisão e compreensão de diversos temas. Jogos educativos também são usados para ensinar lógica e programação de computadores de forma interativa. As plataformas online complementam esse cenário, oferecendo cursos completos e módulos específicos acessíveis a todos os interessados, promovendo assim um ambiente de aprendizagem completo e

dinâmico na área de TI.

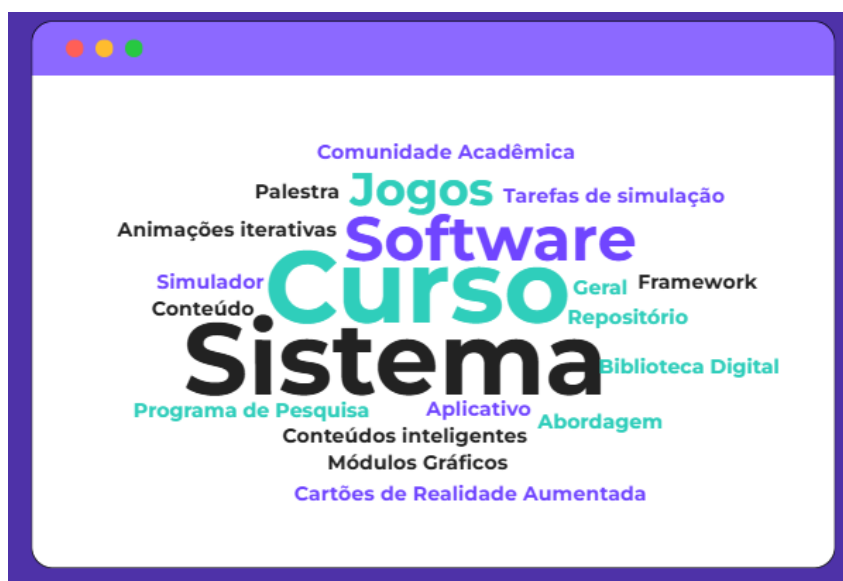


Figura 3.2: Tipos de REA criados

3.6 Considerações Finais

Este estudo divulgou os achados de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), que analisou estudos primários publicados de 1985 a 2024, cobrindo quase quatro décadas de estudos sobre o desenvolvimento de REA. O objetivo principal deste MSL foi a criação de REA específicos para o ensino de Computação, um campo que, devido ao avanço tecnológico acelerado, necessita de métodos adaptáveis e inovadores para assegurar a efetividade do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação das informações obtidas indicou que o uso de uma metodologia ágil é crucial para o êxito na criação de REA, destacando a importância da inclusão de estudantes e docentes durante todo o processo. Esta cooperação possibilita correções ágeis e incorporações de novos aprimoramentos, garantindo que o conteúdo elaborado esteja sempre alinhado com as demandas educacionais.

Além disso, a pesquisa enfatizou a relevância de práticas colaborativas e interativas no aprimoramento dos REA, onde a vivência e o retorno constante de todos os participantes, especialmente dos estudantes, são essenciais para a constante evolução desses recursos. A participação ativa dos estudantes não somente auxilia na melhoria do conteúdo, mas também auxilia na elaboração de materiais mais cativantes e ajustados

às suas circunstâncias e desafios. Por outro lado, a customização dos REA possibilita seu uso em diversos contextos educacionais, desde cursos introdutórios até matérias mais complexas.

A constante adaptação às necessidades e contextos particulares dos usuários finais foi reconhecida como um elemento crucial para o êxito dos REA. Em um cenário educacional em constante transformação, particularmente na área da Computação, os recursos didáticos precisam ser versáteis e adaptáveis, possibilitando uma atualização eficiente e ágil à medida que surgem novas tecnologias e metodologias. Isso assegura que os REA não se desatualizem, permanecendo como instrumentos valiosos para docentes e discentes, fomentando uma educação inclusiva, colaborativa e adaptável.

4 Processo para Desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos Sustentáveis (PREAS)

Este capítulo descreve o PREAS, detalhando cada uma de suas etapas e fundamentação teórica, examinando sua utilidade prática na criação de REA. O PREAS foi elaborado para satisfazer as necessidades particulares do ensino de Computação, um campo que requer recursos dinâmicos e atualizados. O objetivo da proposta é oferecer um guia claro para educadores e desenvolvedores, desde a detecção de problemas dos *stakeholders* até a publicação e análise constante dos recursos desenvolvidos.

Com essa perspectiva, o capítulo também aborda como o PREAS pode incentivar a reutilização de recursos já existentes e a adaptação de conteúdos para diversos públicos e contextos. A partir dos princípios de usabilidade, acessibilidade, e interoperabilidade, o PREAS busca estabelecer práticas que garantam um impacto positivo dos REA no processo de ensino-aprendizagem.

4.1 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do PREAS, um processo voltado à criação de REA sustentáveis para o ensino de Computação, pode ser vista na Figura 4.1.

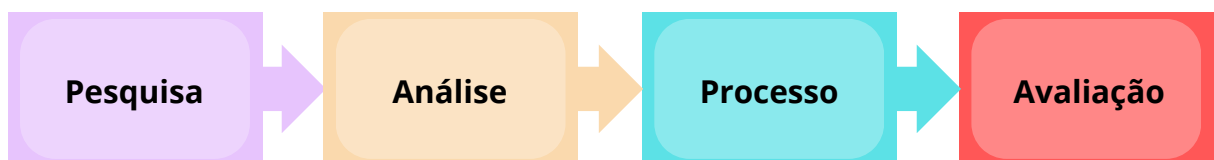


Figura 4.1: Metodologia utilizada para construir o PREAS

A etapa de pesquisa desempenhou um papel crucial na identificação de lacunas existentes na literatura, servindo como fundamento para o desenvolvimento do PREAS. Durante esta fase, foram abordadas questões essenciais, como a sustentabilidade dos REA,

a integração de diferentes métodos de aprendizagem e a necessidade de adaptabilidade a distintos contextos educacionais, estabelecendo as diretrizes necessárias para a criação de um processo mais eficiente e sustentável. Na sequência, foi conduzida uma análise dos dados coletados, visando identificar as principais limitações e desafios relacionados à criação de REA sustentáveis. Essa avaliação permitiu compreender a percepção dos usuários em relação ao PREAS, destacando aspectos que podem ser aprimorados para melhorar sua utilização e atender de forma mais eficiente às suas necessidades e expectativas.

Com base nas informações obtidas, a terceira etapa se concentrou na criação do processo PREAS, utilizando a ferramenta Canva⁷.

Para avaliar a efetividade do PREAS, foi conduzido uma avaliação, em que foi aplicado o *Technology Acceptance Model* (TAM) (DAVIS, 1987), considerando as seguintes características: Facilidade de Uso Percebida, Utilidade Percebida, Atitude em Relação ao Uso e Intenção de Uso. Para avaliar as respostas, utilizou-se a escala de *Likert*, um procedimento psicométrico frequentemente empregado em estudos educacionais e sociais. Esta escala foi selecionada devido à sua habilidade de avaliar atitudes e percepções de forma transparente e direta (JOSHI et al., 2015) e posteriormente através da utilização do PREAS para a criação de um recurso por professores.

4.1.1 Visão Geral

A Figura 4.2 ilustra o PREAS, desenvolvido para ser aplicado de forma cíclica e colaborativa. O processo é estruturado em seis etapas, descritas a seguir:

1. Necessidades/Problemas: inicia-se com a formação de uma equipe composta por desenvolvedores, professores e estudantes. Juntos, identificam as necessidades e os desafios enfrentados no contexto educacional. Esta fase permite compreender as reais necessidades dos usuários, facilitando a definição das características de qualidade do REA e garantindo um impacto positivo no processo de ensino-aprendizagem;
2. Planejamento: com base nas necessidades identificadas, segue-se para a fase de planejamento, na qual são definidos de forma clara os objetivos do REA, o formato

⁷https://www.canva.com/pt_br/

do conteúdo e a organização das informações. Nessa etapa, estabelece-se como o REA será estruturado, considerando as necessidades mapeadas. Exemplos incluem a utilização de vídeos, textos ou atividades interativas, garantindo que o material produzido atenda aos objetivos educacionais de maneira eficiente;

3. *Design/Prototipação*: consiste em criar o protótipo do REA, com base no planejamento feito anteriormente. Durante este processo, a equipe se envolve ativamente para garantir que o produto final atenda aos objetivos estabelecidos. Ferramentas de design gráfico ou outras plataformas de prototipagem são utilizadas para criar uma versão inicial e testar as ideias de forma rápida e eficaz;
4. *Avaliação*: estudantes e professores são convidados a experimentar o REA e fornecer *feedbacks* sobre sua usabilidade e eficácia. Esses *feedbacks* são essenciais para identificar pontos de melhoria, garantindo que o REA seja funcional e atenda às expectativas e necessidades dos usuários;
5. *Atualizações*: com os *feedbacks* obtidos na fase de avaliação, o REA é revisado, corrigido e aprimorado. A equipe realiza ajustes e melhorias no recurso, refletindo as necessidades identificadas no ciclo anterior. Esse processo de iteração contínua assegura que o REA esteja sempre alinhado com as demandas dos usuários;
6. *Publicação*: após as devidas atualizações, o REA é publicado e disponibilizado. A publicação deve ocorrer em plataformas acessíveis, como repositórios de REA, GitHub⁸ ou outras plataformas educacionais. A documentação sobre o uso do REA também deve ser fornecida, a fim de garantir uma fácil compreensão de seu funcionamento. Vale destacar que o REA deve ser disponibilizado sob uma licença aberta, como as licenças *Creative Commons*, que permitem aos usuários acessar, compartilhar, modificar e redistribuir o recurso de maneira legal e flexível.

A fase de publicação não representa o término do processo. Os REA são utilizados e podem ser continuamente atualizados à medida que novas necessidades surgem. Esse aspecto mantém o ciclo de desenvolvimento ativo, permitindo melhorias contínuas

⁸<https://github.com/>

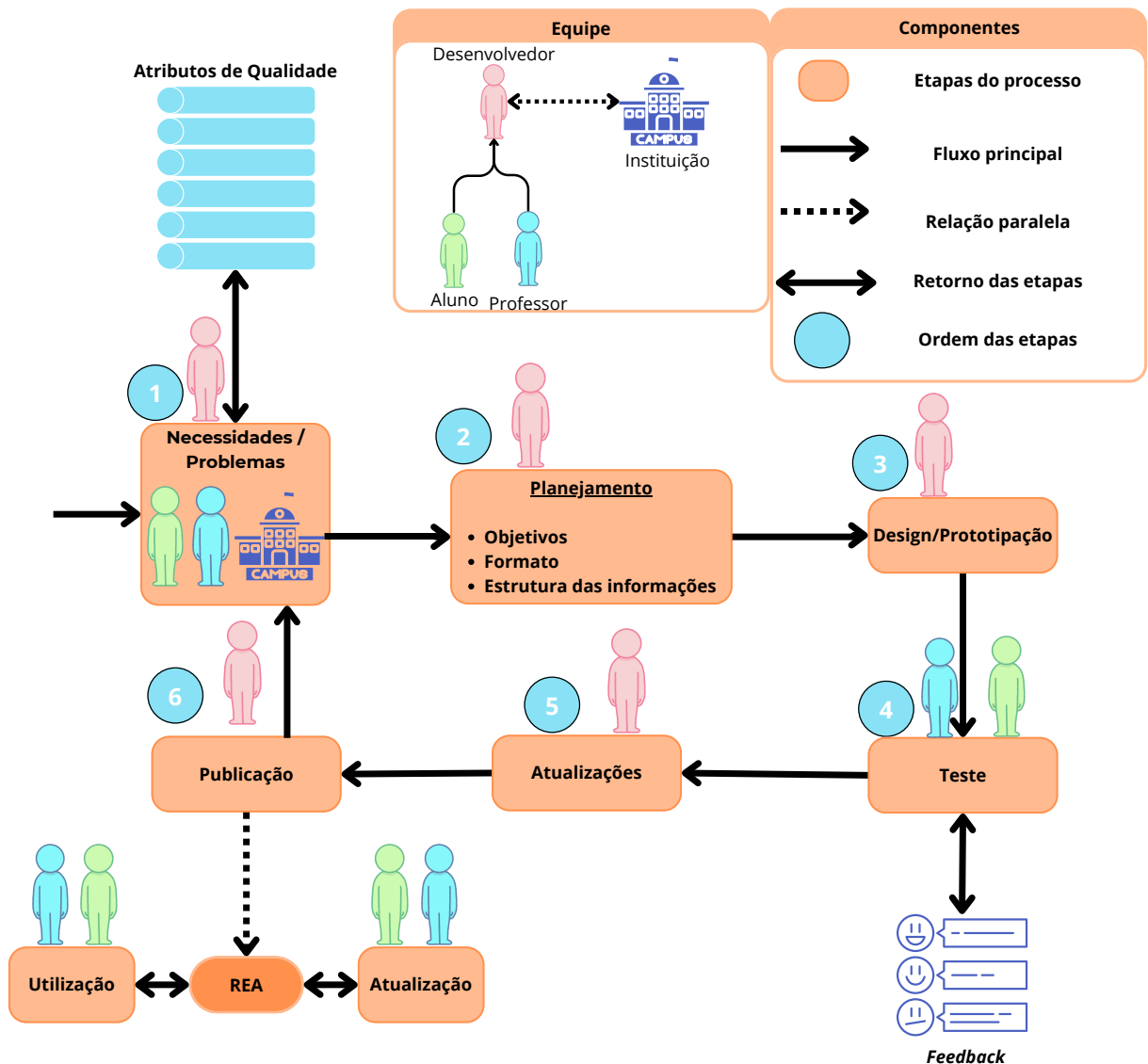


Figura 4.2: Visão Geral do PREAS

mesmo durante a sua utilização. As setas mostradas na Figura 4.2 representam o fluxo de informações e tarefas, enquanto as setas duplas indicam que uma fase pode gerar artefatos, como *feedbacks* ou atualizações no REA. Assim, o PREAS caracteriza-se como um processo iterativo e flexível, baseado em ciclos contínuos de criação, validação e atualização do REA.

A manutenção contínua e a adaptação do conteúdo são fundamentais para garantir que o REA permaneça relevante ao longo do tempo. A reutilização do REA por outras instituições e a sua adaptação a novos contextos educacionais contribuem para a sua sustentabilidade, assegurando sua eficácia e utilidade a longo prazo.

4.1.2 Descrição das Etapas

A Figura 4.3 ilustra as etapas do PREAS, fornecendo uma visão geral das atividades essenciais para o desenvolvimento e implementação de REA que atendem aos critérios de sustentabilidade, adaptabilidade e colaboração contínua entre os participantes do processo.

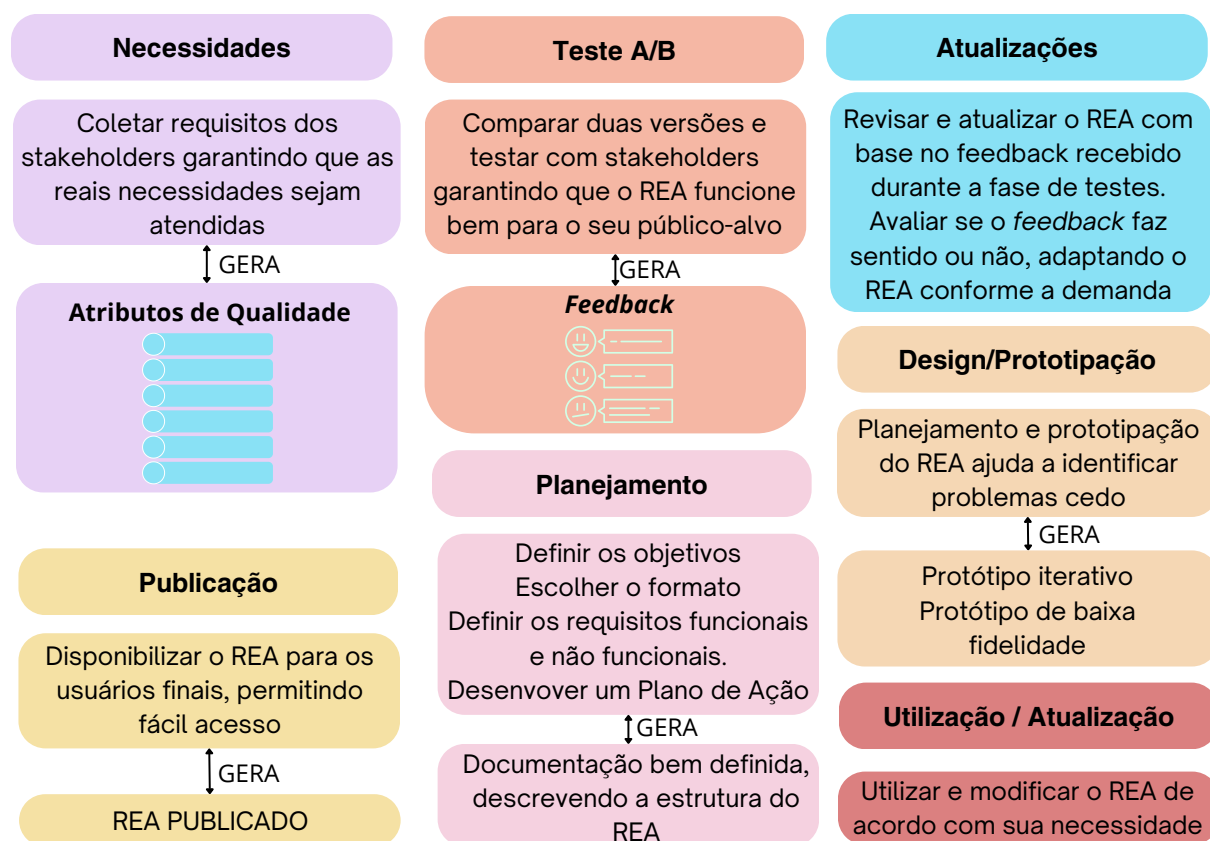


Figura 4.3: Descrição das Etapas do PREAS

A equipe responsável pela execução das etapas do PREAS é composta por desenvolvedores, estudantes e docentes, geralmente vinculados a uma instituição de ensino. A colaboração entre esses participantes é essencial para garantir que o REA seja desenvolvido e avaliado considerando diferentes perspectivas e requisitos educacionais. O PREAS começa com a identificação das necessidades e desafios específicos de estudantes e docentes no contexto educacional. Essa primeira etapa permite à equipe de desenvolvimento compreender as necessidades reais dos futuros usuários do REA. Além disso, considera-se, nessa fase, os atributos de qualidade essenciais para garantir que o REA tenha um impacto positivo no processo de ensino-aprendizagem, sendo adequado ao ambiente educacional. Essa etapa é essencial para REA da Computação, abrangendo um público-alvo

mais exigente em termos de conteúdo e ferramentas, portanto exige um maior foco para realizá-la. Exemplos de atributos de qualidade incluem usabilidade, acessibilidade e interoperabilidade (STUURMAN; EEKELEN; HEEREN, 2012; SHON; KIM, 2014).

Para coletar essas informações, são utilizados (MOON et al., 2020): (i) Questionários online: coleta de informações de um grupo maior de pessoas, com perguntas abertas e fechadas, focando nos aspectos que impactam diretamente o uso do REA e os atributos de qualidade desejados; (ii) Observação em campo: observação direta de aulas, laboratórios ou outros contextos educacionais para entender como os alunos interagem com o conteúdo e identificar os desafios enfrentados durante o processo de ensino-aprendizagem; e (iii) *Benchmarking*: análise de outros REA que abordam temas semelhantes, visando identificar boas práticas e lacunas.

Após identificar as necessidades, inicia-se o planejamento do REA. Nesta etapa, definem-se os objetivos do REA, o formato (como vídeos, textos, atividades interativas) e a organização das informações. Essa fase é essencial, pois estabelece as diretrizes para o projeto e o conteúdo do REA, visando atender às necessidades previamente identificadas e garantir que o REA seja eficiente e útil para o público-alvo (BUCHNER; KERRES, 2020).

Para estabelecer os objetivos, utilizam-se as necessidades identificadas nas entrevistas, definindo metas claras e específicas. Por exemplo, caso os entrevistados relatem dificuldades na compreensão de conceitos complexos, um objetivo pode ser facilitar o entendimento desses conteúdos por meio de exemplos práticos e interativos (SHON; KIM, 2014). Quanto à escolha do formato, se os entrevistados expressaram preferências por determinados tipos de conteúdo, essas informações orientam a decisão. Por exemplo, se muitos estudantes preferem vídeos curtos, o REA pode ser planejado com módulos em vídeo que abordem os tópicos de forma concisa (BUCHNER; KERRES, 2020).

O Modelo de Conteúdo Suplementar oferece diversas formas de melhorar o conhecimento, atendendo a diferentes estilos de aprendizagem e necessidades dos estudantes. Durante o planejamento do conteúdo, a equipe pode definir quais REA adicionais serão relevantes para auxiliar os estudantes a compreenderem o tema principal. Esse método integra recursos extras ao conteúdo principal da disciplina, visando atender a

diversos estilos de aprendizagem. Essa abordagem é especialmente relevante na área da Computação, onde os conteúdos, em sua maioria, são extensos e complexos, exigindo a aplicação prática de conceitos abstratos, ao contrário de outras áreas, onde o conteúdo tende a seguir uma estrutura mais linear (SHON; KIM, 2014). O planejamento do *design* e prototipação define como o REA deve ser construído, considerando aspectos visuais e estruturais. Protótipos de baixa e alta fidelidade são utilizados para identificar problemas desde as primeiras etapas do desenvolvimento. Essa etapa pode ser simplificada por meio da utilização de um repositório que avalia e classifica automaticamente os REA disponíveis, propondo alternativas baseadas em uma comparação de ferramentas de software livre e aberto para a educação (PRASHANT et al., 2010).

Na fase de prototipação, o REA é desenvolvido como um protótipo funcional, permitindo a realização de testes iniciais e ajustes no projeto. Isso facilita a identificação de problemas de usabilidade e funcionalidade antes do lançamento da versão final, garantindo um progresso mais eficiente e um ensino personalizado. Seus principais atributos incluem: (i) Representação das funcionalidades essenciais, sem detalhes de *design*; (ii) Criação rápida, com papel e caneta para testar ideias iniciais; (iii) Foco em testar conceitos básicos; (iv) Baixo custo e descartável, permitindo rápidas iterações. Já os protótipos de alta fidelidade replicam com precisão os elementos visuais e funcionais do produto final, usados para testes e validação com usuários ou para apresentar um conceito. A experiência de visualizar o produto em ação frequentemente gera entusiasmo e engajamento. Seus principais atributos incluem: (i) Foco nos elementos visuais e funcionais da interface; (ii) Experiência de navegação e interação semelhante à versão final; (iii) Utilização de ferramentas como Sketch⁹, Figma¹⁰ ou Adobe XD¹¹.

Os testes permitem avaliar a eficiência do REA desenvolvido, utilizando abordagens como testes A/B, para comparar diferentes versões de um conteúdo ou produto e identificar qual melhor atende às necessidades dos usuários. A avaliação deve considerar diferentes níveis de habilidade digital, garantindo que o REA seja inclusivo e adaptável a uma diversidade de perfis de usuários (PRASHANT et al., 2010; STUURMAN; EEKE-

⁹<https://www.sketch.com/>

¹⁰<https://www.figma.com/pt-br/>

¹¹<https://helpx.adobe.com/br/support/xd.html>

LEN; HEEREN, 2012; BUCHNER; KERRES, 2020; MOON et al., 2020). Após os testes, o REA é revisado e aprimorado com base no *feedback* recebido, garantindo que atenda melhor às necessidades dos usuários. Esse processo incorpora o conceito de sustentabilidade, promovendo a atualização periódica do conteúdo para manter sua relevância ao longo do tempo.

Por fim, o REA é disponibilizado aos usuários de forma acessível, acompanhado de documentação clara sobre seu uso. Deve ser licenciado sob uma licença aberta, como *Creative Commons*, que permite aos usuários reutilizar, modificar e distribuir o conteúdo conforme necessário. Em seguida, o REA entra em uma fase de uso contínuo, permitindo interações dos usuários e modificações conforme necessário. Esse ciclo contínuo é fundamental para garantir a eficácia do REA ao longo do tempo, promovendo um processo de aprendizagem dinâmico e adaptável às mudanças nas práticas educacionais e nas necessidades dos usuários. A escolha da licença pode ser orientada por ferramentas online do site do *Creative Commons*¹². Novas linguagens e ferramentas estão surgindo a todo momento, assim como os métodos de ensino em Computação estão em constante evolução. Portanto, é necessário que os REA sejam continuamente atualizados para se manterem relevantes e eficazes, atendendo às transformações no campo da Computação.

4.2 Exemplo de Aplicação

Para demonstrar o uso do PREAS, pode-se considerar a criação de um slide introdutório sobre Python, projetado para auxiliar os alunos a se familiarizarem com a linguagem de programação.

Seguindo as etapas do processo, são inicialmente identificadas as necessidades do público-alvo. Por meio de uma observação em campo, percebe-se que ao introduzir conceitos novos aos alunos, principalmente de maneira mais teórica, os alunos ficam mais dispersos e acabam não compreendendo os conceitos de maneira clara, de forma que acabe prejudicando no restante do aprendizado. Isso gera a necessidade de algo que chame sua atenção e os faça focar no conteúdo dentro daquela apresentação.

No planejamento, ao elaborar o mesmo slide de Programação em Python, o ma-

¹²<https://br.creativecommons.net/>

material pode ser organizado iniciando com uma introdução ao assunto, discutindo conceitos fundamentais e sua importância na criação de software. Depois, são fornecidas explicações teóricas sobre tipos, declarações, leitura de dados, entre outros. Para potencializar o aprendizado e combater o problema de dispersão dos alunos, podem ser incorporadas atividades interativas, tais como questionários e desafios, juntamente com recursos adicionais, tais como links para vídeos, artigos e repositórios relacionados. Esta estrutura possibilita que o conteúdo seja transparente, cativante e atenda às demandas dos alunos e deve ser definida, somente.

Em seguida, na etapa de prototipação, para um slide sobre introdução a Python, o primeiro slide introduz os princípios fundamentais da linguagem, seguido por um slide sobre variáveis e leitura de dados. O terceiro slide inclui um link para um vídeo tutorial que auxilia no entendimento do assunto, e o último apresenta um desafio ou questionário prático. O processo iterativo permite a validação e melhoria do material antes da sua publicação final. A prototipagem inicia com uma versão de baixa fidelidade, focada na estrutura e conteúdo, e progride para uma versão de alta fidelidade, com um design aprimorado, interatividade e funcionalidades visuais. Este procedimento iterativo assegura a verificação e melhoria do conteúdo antes da publicação final.

Durante a avaliação, considerando o slide de Programação Python elaborado com base nas necessidades notados na Etapa 1 que foi construído, juntamente com vivência, o professor pode revisar o slide em comparação com o planejamento inicial, conferir se os exemplos e explicações estão suficientemente detalhados e detectar eventuais falhas ou redundâncias. Além disso, o docente pode refletir sobre a utilidade do material em variados cenários educacionais, assegurando que seja adaptável e de rápida adaptação, além de ser acessível por qualquer pessoa, um checklist pode ser utilizado para verificar se aquele slide atende a todos os critérios.

Na etapa de atualizações, o slide seria enriquecido com exemplos práticos, tais como atividades interativas para testar variáveis e interpretar dados. O slide conteria orientações para estabelecer um ambiente de desenvolvimento, além de incluir um exemplo básico de listas ou condicionais. Essas alterações, fundamentadas no feedback da etapa anterior, assegurariam maior envolvimento e utilidade prática do conteúdo.

Por fim, os slides são publicados em uma plataforma aberta, o slide de introdução a Python pode ser fornecido em formato editável, possibilitando que os docentes e alunos modifiquem o material conforme a necessidade. Os programas usados nos exemplos e atividades práticas podem ser guardados em um repositório público no GitHub, simplificando o acesso, a reutilização e a cooperação de outros educadores e alunos.

4.3 Considerações Finais

O capítulo apresentou o PREAS, destacando suas etapas para desenvolvimento de REA sustentáveis na área de Computação. Foi demonstrado e detalhado o fluxo do PREAS, descrevendo de maneira clara cada uma de suas etapas. Além disso, um exemplo prático de aplicação do PREAS foi explorado, ilustrando sua aplicabilidade num contexto real. Desta forma, o capítulo reforça a utilidade do PREAS como um modelo estruturado para desenvolvimento de REA sustentáveis, destacando seu potencial para apoiar professores e estudantes na criação de materiais adaptáveis.

5 Avaliação

Este capítulo descreve a avaliação do PREAS. Primeiramente foi realizada uma avaliação preliminar feita com estudantes da Computação e, em seguida, foi conduzido um estudo de caso com professores do ensino superior.

5.1 Avaliação Preliminar

A primeira avaliação do PREAS foi realizada com alunos de cursos de Computação, visando confirmar a aceitação, aplicabilidade e simplicidade de utilização do método sugerido. Para tal, foi aplicado um questionário fundamentado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), um método amplamente usado para avaliar a aceitação de tecnologias emergentes, considerando aspectos como a facilidade de uso percebida, a utilidade percebida, a atitude em relação ao uso e a intenção de continuar utilizando no futuro.

5.1.1 Planejamento

O primeiro passo foi a definição do público-alvo, selecionando estudantes que já haviam cursado a disciplina de Engenharia de Software, assegurando que tivessem experiência com processos estruturados e criação de sistemas.

O questionário foi organizado para assegurar que os participantes compreendessem o processo antes de responder às questões. Para tal, foi incluída uma contextualização do PREAS, destacando sua importância para o desenvolvimento sustentável dos REA e foi adicionada uma ilustração do processo para simplificar a compreensão da sequência de fases e seus elementos principais. A imagem ampliada foi disponibilizada para consulta simultânea.

Para os alunos que responderam ao questionário, o propósito não era a implementação ou criação de um REA com base no PREAS, mas sim uma análise crítica sobre sua estrutura e utilidade. O objetivo inicial foi obter uma avaliação preliminar sobre a clareza, viabilidade e potencial do processo. Portanto, o objetivo foi avaliar a visão

dos participantes sobre a estrutura das fases e o entendimento do processo, sem requerer experiência anterior na elaboração de REA.

Em seguida, foi elaborado um formulário ¹³ com base no TAM, organizando as perguntas em quatro categorias principais:

- Facilidade de uso percebida (PEOU): se o PREAS é intuitivo e de fácil compreensão;
- Utilidade percebida (PU): se o processo contribui para o desenvolvimento de REA sustentáveis e eficazes;
- Atitude em relação ao uso (ATU): se os participantes consideram o uso do PREAS uma abordagem vantajosa;
- Intenção de uso (ITU): se os participantes pretendem adotar ou recomendar o PREAS no futuro.

O questionário apresentava questões organizadas em uma escala *Likert* de cinco pontos, que vão de discordo totalmente a concordo totalmente, permitindo que os participantes expressassem diferentes níveis de concordância.

5.1.2 Execução

O questionário foi disponibilizado de forma *online*, assegurando uma maior abrangência e facilidade de acesso para os alunos. Os participantes foram contactados via mensagem de texto, com o *link* do questionário e receberam instruções sobre o propósito da pesquisa e a estrutura do questionário antes de responderem.

A coleta de respostas aconteceu durante um período específico, possibilitando que os alunos examinassem o PREAS e fornecessem uma opinião fundamentada sobre sua utilidade no cenário de desenvolvimento de REA para Computação.

5.1.3 Resultados

As respectivas respostas das perguntas estão descritas na Figura 5.1. Os 14 participantes da pesquisa estavam distribuídos da seguinte forma: 64,3% de Ciência da Computação,

¹³isponível em: <https://tinyurl.com/ytsyh622>

21,4% de Engenharia Computacional e 14,3% de Ciências Exatas. A maioria (78,6%) está na fase final do curso, todos os participantes (100%) afirmaram conhecer o conceito de sustentabilidade, e 71,4% já tiveram contato com REA. Somente 28,6% relataram experiência na criação de REA. Além disso, 100% dos participantes confirmaram ter cursado a disciplina de Engenharia de Software.

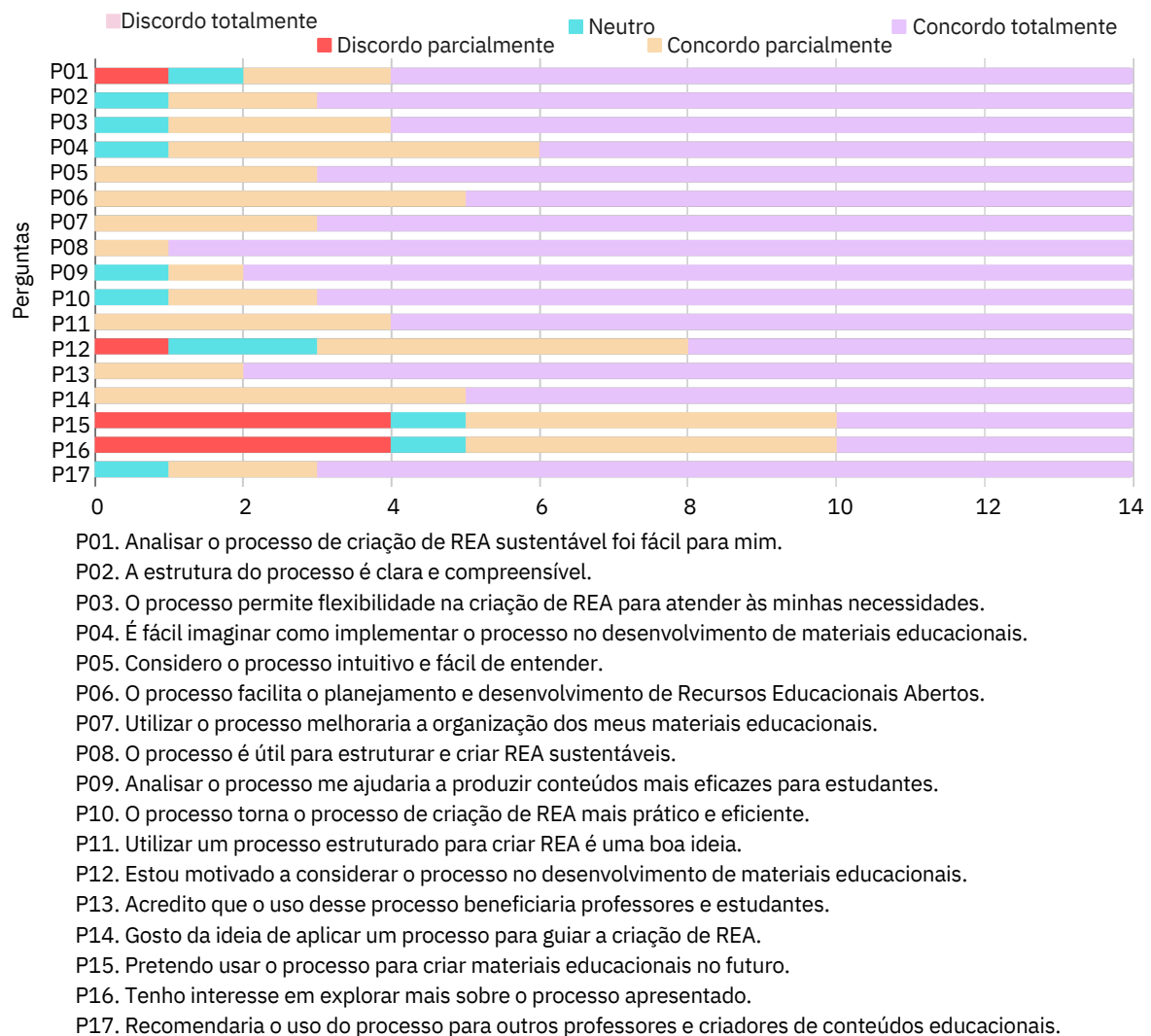


Figura 5.1: Resultado do TAM

Considerando as perguntas P01 a P05 e suas respectivas respostas (Figura 5.1), observa-se que o PREAS foi considerado de fácil utilização pelos participantes. Em relação à avaliação preliminar do PREAS (P01), 71,4% dos participantes concordaram totalmente que o processo foi fácil de analisar. Quanto à clareza e compreensão da estrutura do processo (P02), 78,6% concordaram totalmente. Em relação à flexibilidade do processo para atender às suas necessidades (P03), 71,4% concordaram totalmente. Quando questio-

nados sobre a implementação do processo no desenvolvimento de materiais educacionais (P04), 57,1% concordaram totalmente e 35,7% parcialmente. Por fim, sobre a facilidade de compreensão do processo (P05), 78,6% concordaram totalmente. Acredita-se que esses resultados se devem ao fato de que o PREAS está bem estruturado e ser fácil de entender. Além disso, os participantes já cursaram Engenharia de Software, sendo disciplina essencial para o seu entendimento.

Sobre P06 a P10, os participantes reconhecem a utilidade do PREAS, especialmente em relação à criação de REA sustentáveis. A maioria (64,3%) concordou totalmente que o processo facilita o planejamento e o desenvolvimento de REA (P06). Em relação à organização dos materiais educacionais (P07), 78,6% acreditam que o processo melhora a organização. Quanto à utilidade do processo para estruturar e criar REA sustentáveis (P08), 92,2% dos participantes concordaram totalmente. Em relação à eficácia do processo na criação de conteúdos mais eficazes (P09), 85,7% concordaram totalmente. Finalmente, quanto à questão sobre se o processo torna a criação de REA mais prática e eficiente (P10), 78,6% concordaram totalmente. Esses resultados podem estar relacionados ao fato de que o PREAS foi desenvolvido com características específicas às demandas particulares da área de Computação, tornando sua utilização eficaz.

Ao analisar P11 a P14, o PREAS é considerado uma abordagem eficaz para auxiliar na construção de REA. Quando questionados se utilizar um processo estruturado para criar REA seria uma boa ideia (P11), 71,4% dos participantes concordaram totalmente, enquanto 28,6% concordaram parcialmente. Quanto à motivação para adotar o processo no desenvolvimento de materiais educacionais, conforme P12, 42,9% estavam totalmente motivados, 35,7% concordaram parcialmente, 14,3% permaneceram neutros e 7,1% discordaram parcialmente. Sobre o uso do processo beneficiar professores e estudantes (P13), 85,7% concordaram totalmente e 14,3% concordaram parcialmente. Por fim, ao avaliar a ideia de aplicar um processo para guiar a criação de REA (P14), 64,3% concordaram totalmente, enquanto 35,7% concordaram parcialmente. A variação da resposta referente a motivação para implementá-lo pode sugerir que os envolvidos, que são estudantes, percebem o processo como algo mais voltado para os professores do que para o próprio aprendizado.

Em relação a P15 a P17, relacionadas à intenção de utilizar o PREAS, os seguintes resultados foram alcançados. Em relação à intenção de usar o processo para criar REA no futuro (P15), 28,6% discordaram parcialmente, 7,1% permaneceram neutros, 35,7% concordaram parcialmente e 28,6% concordaram totalmente. Sobre o interesse em explorar mais sobre o processo apresentado (P16), 28,6% discordaram parcialmente, 35,7% concordaram parcialmente, 28,6% concordaram totalmente e 7,1% permaneceram neutros. Por fim, ao serem questionados sobre recomendar o uso do processo para outros professores e criadores de conteúdos educacionais, como na P17, 78,6% dos participantes concordaram totalmente, 14,3% concordaram parcialmente e 7,1% permaneceram neutros. Apesar de existir certa hesitação em aderir totalmente ao processo, sua eficácia e capacidade de criar REAs sustentáveis são amplamente reconhecidas, principalmente em relação à sua recomendação para professores. Acredita-se que isso ocorreu porque os estudantes não demonstraram interesse imediato em criar um REA, mas eles reconhecem que o PREAS seria útil caso, no futuro, precisassem criar algum recurso educacional.

5.2 Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado com professores para validar o PREAS em um cenário mais próximo da implementação prática, assegurando que o processo corresponda às demandas dos professores na área de Computação.

5.2.1 Planejamento

Primeiramente, elaborou-se um plano estruturado para a avaliação, que inclui a especificação dos critérios a serem avaliados, tais como a clareza das fases do processo, a simplicidade de aplicação, a utilidade na criação de REA sustentáveis e possíveis obstáculos encontrados durante a execução.

Para tal, foi agendada uma primeira reunião *online*, onde foi apresentado resumidamente o PREAS, ressaltando suas fases, vantagens e uso na elaboração de REA sustentáveis. Nesta reunião, os professores foram convidados a participar do estudo, com a possibilidade de esclarecer dúvidas e entender de forma mais aprofundada a proposta

do estudo.

No formulário de avaliação¹⁴ estão inclusas perguntas relacionadas a dados sociodemográficos. Além disso, uma parte essencial da avaliação envolve identificar o tipo de REA que foi desenvolvido utilizando o PREAS (slides, simuladores, jogos, videoaulas). Além disso, busca-se identificar se o REA criado foi desenvolvido do zero ou foi adaptado de um recurso já existente. Posteriormente, um conjunto de perguntas que avaliam o processo PREAS, e por fim um *feedback* aberto composto de perguntas cujas respostas podem ser textos longos.

Os participantes foram questionados acerca dos benefícios oferecidos pelo PREAS. A questão possibilitou a escolha de múltiplas alternativas. Além das opções pré-estabelecidas, a opção Outros foi oferecida, possibilitando que os participantes adicionassem vantagens extras de acordo com suas vivências.

A parte final do questionário se concentrou em um *feedback*, possibilitando que os respondentes compartilhassem suas vivências de maneira mais minuciosa. Incluem perguntas relacionadas as principais dificuldades ao utilizar o PREAS e sugestões de melhorias. Além disso, um espaço para descrever um comentário adicional sobre a experiência com o PREAS, esta última sendo facultativa.

5.2.2 Execução

Depois da reunião, os professores que concordaram em participar receberam alguns recursos para fundamentar sua avaliação do PREAS: um guia de uso do PREAS e um vídeo instrutivo de como utilizá-lo. Este material consiste em um manual minucioso que detalha todas as etapas do processo, um vídeo que ilustra a implementação do PREAS, na prática, e um formulário de avaliação estruturado para recolher suas impressões e propostas de aprimoramento.

Os professores foram incentivados a usar o PREAS para criar um pequeno REA, tal como uma apresentação em slides ou outro, de sua preferência. Neste processo, é possível documentar obstáculos, aspectos positivos e propostas de melhoria. O formulário de avaliação possibilita um *feedback* sobre a clareza do processo, sua utilidade na ela-

¹⁴Disponível em: <https://tinyurl.com/2y8274p7>

boração de REA sustentáveis e sua aplicabilidade no ensino da Computação.

5.2.3 Resultados

Dos onze docentes entrevistados, 10 deles têm mais de dez anos de experiência no ensino, indicando experiência no ensino de conteúdos de Computação, enquanto somente 1 deles tem menos de 5 anos em docência.

Contudo, mesmo com essa experiência, 81,1% dos participantes afirmaram nunca ter utilizado uma metodologia estruturada para a criação de REA, enquanto 18,2% já utilizaram, destacando a necessidade de processos que orientem e auxiliem na elaboração desses materiais de maneira mais organizada.

As informações obtidas indicam que a maioria dos entrevistados (10 pessoas) optou por criar *slides* como formato de REA usando o PREAS, enquanto somente 1 optou por criar videoaulas. Este resultado sugere uma preferência por recursos visuais estruturados, provavelmente devido à simplicidade na criação e adaptação deste tipo de recurso para variados cenários de ensino.

Em relação às perguntas que avaliam o PREAS pode-se observar seus respectivos resultados na Figura 5.2.

Os resultados indicam que, de forma geral, os professores obtiveram uma percepção positiva sobre o PREAS. Nas perguntas P01 a P04, que tratam da facilidade de entendimento, aplicação, clareza e contribuição do PREAS para criação de REA, a maioria dos participantes concordou total ou parcialmente. Como na P01, na qual 6 professores concordaram parcialmente e 5 concordaram totalmente, enquanto na P02, 3 concordaram parcialmente e 7 totalmente. Somente uma parte se manteve neutra (1 pessoa em P02, P03 e P04), o que indica que o PREAS está bem estruturado e acessível. Essas características são essenciais para demonstrar que o PREAS facilita na criação de REA.

Já a pergunta P05 indicou uma divergência nas respostas. Enquanto 5 pessoas concordam parcialmente e 2 totalmente que é necessário material extra para compreender e utilizar o PREAS, 2 discordam totalmente e 1 parcialmente, e 1 pessoa neutra. Isso sugere haver espaço para melhorias na documentação auxiliar ou outros recursos que auxiliem melhor o usuário.

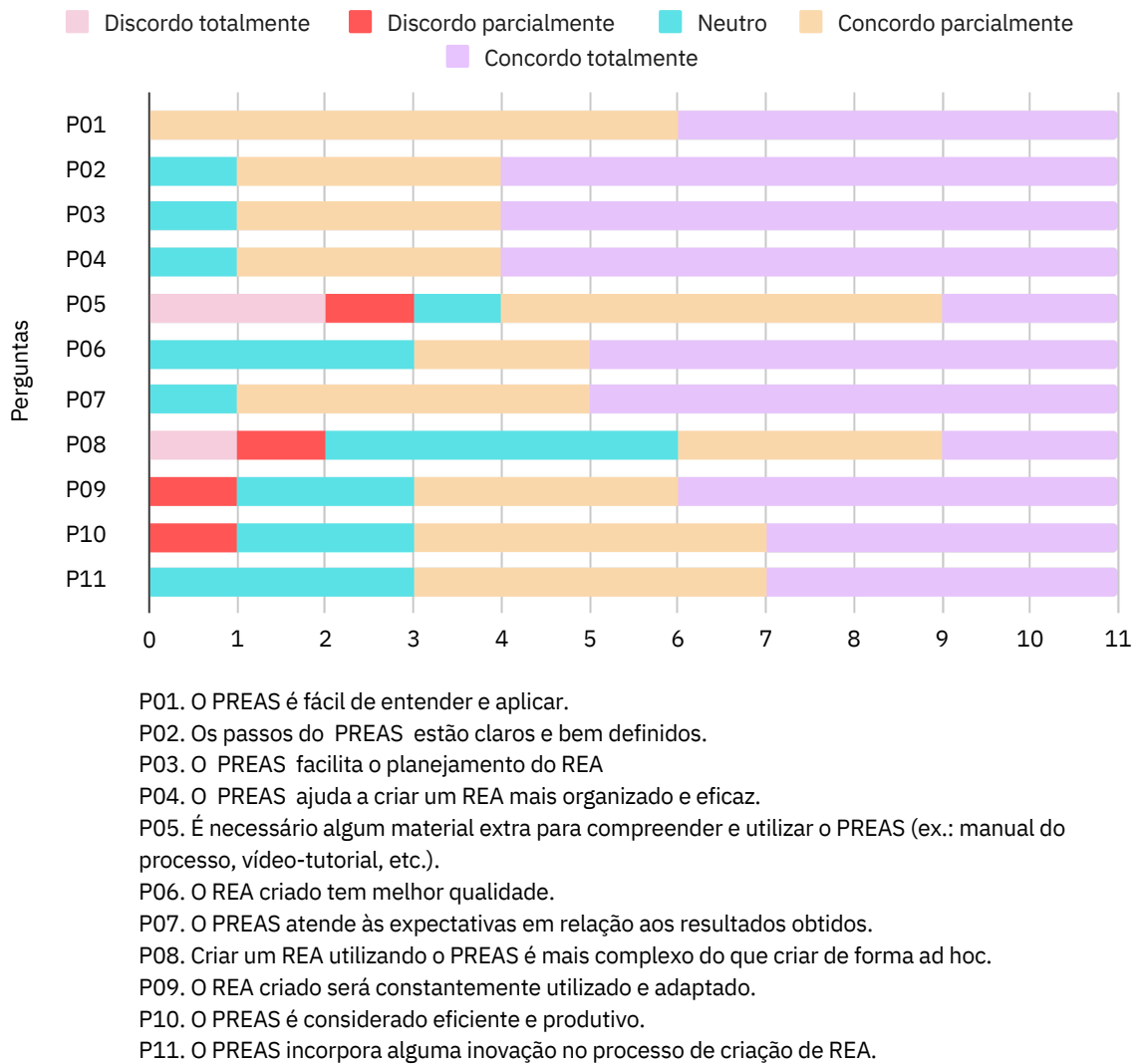


Figura 5.2: Resultados das Perguntas do Formulário

Em relação ao REA criado, as perguntas P06 e P07 demonstram que a maioria concorda que o PREAS contribui para a criação de um REA de melhor qualidade e que atenda às expectativas em relação aos resultados obtidos. Na P06, 2 pessoas concordaram parcialmente e 6 totalmente, enquanto na P07, 4 concordaram parcialmente e 6 totalmente. Isso reforça a eficácia do PREAS e sua capacidade de entregar melhores resultados. Em relação à P08, que questiona sobre a complexidade de criação do REA utilizando o PREAS em comparação com a forma ad hoc, as respostas se divergem: 1 pessoa discordou totalmente, 1 discordou parcialmente, 4 neutros, 3 concordaram parcialmente e 2 concordaram totalmente. Isso indica que pode ser um ponto a ser revisado para simplificar as etapas ou oferecer melhores orientações.

A pergunta P09 sugere que a maioria dos respondentes concorda que o REA criado

será constantemente utilizado e adaptado, com 3 pessoas concordando parcialmente e 5 totalmente, enquanto somente 1 discordou parcialmente e 2 se mantiveram neutras. Isso indica que o PREAS gera resultados duradouros e úteis. Finalmente, nas perguntas P10 e P11, que avaliam a eficiência, produtividade e inovação do PREAS, a maioria concorda ou concorda parcialmente. Na P10, 4 pessoas concordaram e 4 concordaram totalmente, assim como na P11. Isso reforça que o PREAS é visto como uma ferramenta moderna e eficaz para a criação de REA.

Em relação aos benefícios apresentados, a Figura 5.3 mostra que o benefício mais citado foi B01, com 8 seleções, seguido por B07, com 7 seleções. Esses dois pontos destacam a importância da sustentabilidade e melhoria contínua dos REA.

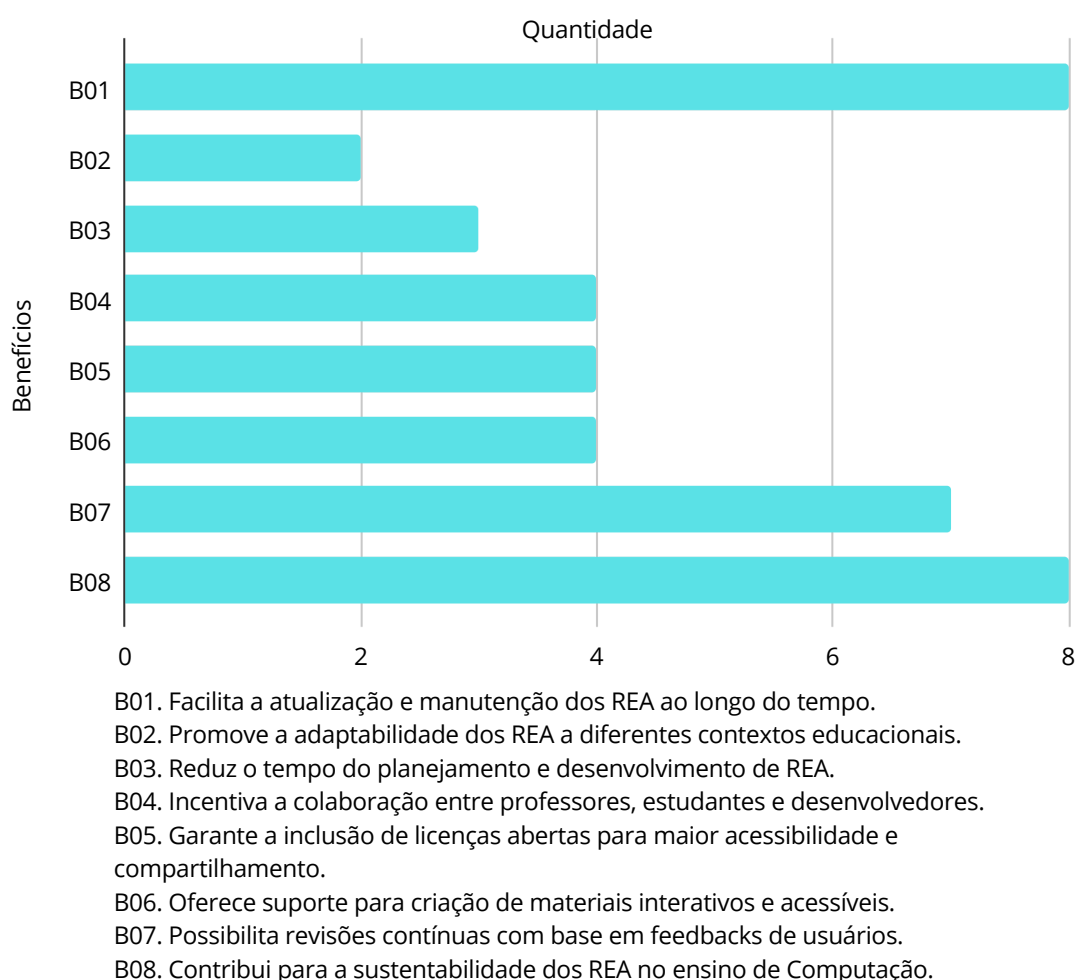


Figura 5.3: Benefícios da Utilização do PREAS

Outros benefícios, como B03, B04, B05 e B06 foram mencionados 3 ou 4 vezes cada, indicando que também são valorizados, mas em menor grau.

Já B02 foi selecionado somente 2 vezes, sugerindo que esse benefício pode não ter sido tão percebido. Além disso, houve 1 menção a “Outro”, indicando que um benefício não listado foi considerado relevante: quando sugere que o REA (em slide de aula, por exemplo) seja incentivado a ser avaliado pelo aluno e não somente esperar o “fracasso” vir após as aulas concluídas.

Em relação às perguntas de *feedback*, as principais dificuldades relatadas na utilização do PREAS envolvem a necessidade de uma aplicação mais real. Muitos professores não conseguiram seguir algumas etapas do processo, especialmente a colaboração direta com os alunos, devido à falta de tempo para coletar e analisar os *feedback* durante o desenvolvimento. A complexidade do processo também foi citada, pois exige mais organização e planejamento, o que pode causar certa dificuldade para quem costuma partir direto para a prototipação. Além disso, alguns mencionaram um esforço inicial para entender os passos, mas que serviu de aprendizado.

Já as sugestões para evoluir o PREAS envolvem tornar a definição do problema mais clara, especialmente quanto ao público do questionário inicial alunos ou professores, e repensar a maturidade dos alunos para auxiliar na escola do formato do REA. A avaliação também pode ser ajustada, com mais informações sobre testes A/B e formas de validar REA novos.

Outras recomendações se referem a fornecer melhores exemplos e mais concretos das etapas, simplificar a explicação do método com um guia mais direto, utilizar Inteligência Artificial para auxiliar na criação e envolver mais alunos no processo. No geral, o PREAS foi definido como bem estruturado, mas refinamentos na coleta de *feedback* e na adaptação a diferentes REA podem torná-lo ainda mais eficaz.

5.3 Considerações finais

Este capítulo discutiu as avaliações do PREAS, incluindo a análise preliminar feita com alunos e o estudo de caso realizado com professores. Os achados sugerem que o PREAS foi bem aceito, evidenciando simplicidade de uso, utilidade e potencial para contribuir na elaboração de REAs sustentáveis no campo da Computação. A avaliação realizada com os docentes proporcionou uma visão mais prática, destacando os aspectos positivos

e as possibilidades de melhoria do PREAS. Essas conclusões destacam a importância do processo e fornecem base para futuras modificações e aprimoramentos, assegurando sua efetividade e conformidade com as demandas educacionais.

6 Conclusão

Este trabalho final de curso (TCC) mostra que os REA têm um grande potencial para apoiar a Educação em Computação. A principal contribuição deste trabalho é a proposta de um processo estruturado para desenvolvimento, adaptação e atualização contínua dos REA, com foco na sustentabilidade e eficácia pedagógica. Isso não só torna o aprendizado mais acessível, mas também fomenta a inovação no ensino, permitindo que os REA sejam ajustados às necessidades específicas de diversos contextos e estilos de aprendizagem.

Mas a criação e a manutenção de REA para que eles se tornem sustentáveis ainda é um grande desafio. Ao criar esses recursos, é importante pensar na durabilidade e na qualidade do conteúdo. Isso inclui um processo cuidadoso para garantir que os REA sejam atualizados e pertinentes, a fim de se ajustarem às rápidas mudanças tecnológicas e às necessidades dos alunos. Além disso, a incorporação de REA na Educação em Computação deve ser acompanhada de um bom planejamento e colaboração eficaz entre professores, desenvolvedores e instituições. Para garantir a continuidade e a evolução desses recursos e para enfrentar os desafios que surjam, é necessário o apoio institucional e o financiamento adequado.

Os resultados obtidos com este trabalho já geraram contribuições para a comunidade acadêmica, com a aceitação de um artigo para publicação e apresentação no Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp)¹⁵, realizado pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), demonstrando a relevância do PREAS como processo estruturado para o desenvolvimento sustentável de REA na Educação em Computação.

Como trabalhos futuros, algumas possibilidades podem ser exploradas para melhorar e expandir a utilização do PREAS. Uma das opções possíveis seria uma validação ampliada do PREAS, aplicando em um número maior de casos e diferentes perfis dos professores. A realização de estudos de casos em diferentes contextos educacionais permite avaliar como um modelo que se adapta a diferentes necessidades e restrições institucionais. Além disso, será essencial coletar e analisar feedback qualitativo e quantitativo dos

¹⁵<https://www.educompbrasil.org/simposio/2025/>

professores envolvidos, possibilitando refinamentos contínuos no PREAS.

Outra direção seria automatizar o processo, mediante o desenvolvimento de uma plataforma digital ou uma ferramenta que auxilie na aplicação do PREAS, facilitando a criação, adaptação e atualização de REA, tornando o processo mais ágil e acessível. Essa ferramenta poderia integrar métricas de acompanhamento, sugerindo melhorias baseadas em boas práticas e na experiência de outros usuários.

Além disso, a análise do impacto e utilização dos REA criados com o PREAS poderia fornecer *insights* sobre sua eficiência, na prática. Podem ser conduzidos alguns estudos que para entender a acessibilidade desses recursos, a adaptação e a reutilização, permitindo ajustes para atender melhor as demandas. A criação de indicadores específicos para medir a sustentabilidade dos REA ao longo do tempo seria uma contribuição relevante para a área.

Essas opções representam chances de melhorar o impacto do PREAS, assegurando que os REA criados sejam de fato sustentáveis e benéficos para a comunidade educacional.

Por fim, os REA podem apoiar a Educação em Computação oferecendo novas formas de aprender e inovar. OS REA podem atender às necessidades atuais e contribuir para um futuro educacional mais inclusivo e sustentável se os problemas associados ao seu desenvolvimento e manutenção forem resolvidos.

Bibliografia

- AKHAVAN, P.; AREFI, M. Developing a conceptual framework for evaluation of e-content of virtual courses: e-learning center of an iranian university case study. *Akhavan, Peyman and Majid F. Arefi (2014), Developing a Conceptual Framework for Evaluation of E-Content of Virtual Courses: E-Learning Center of an Iranian University Case Study, Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, v. 10, n. 1, p. 53–73, 2014.
- ALMEIDA, J. S. de; CONCEIÇÃO, D. P. da; FERREIRA, A. de J.; RIOS, E. A.; LIMA, C.; DURÃES, G. M. et al. Sobre a necessidade de recursos educacionais para o ensino do pensamento computacional na educação básica brasileira: discussão e concepção de repositório educacional do pensamento computacional. In: SBC. *Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*. [S.l.], 2021. p. 39–40.
- ASSCHE, F. van; VUORIKARI, R. A framework for quality of learning resources. In: *Handbook on quality and standardisation in E-learning*. [S.l.]: Springer, 2006. p. 443–456.
- BALOIAN, N. A.; PINO, J. A.; HOPPE, H. U. A teaching/learning approach to cscl. In: IEEE. *Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.], 2000. p. 10–pp.
- BECKER, C.; CHITCHYAN, R.; DUBOC, L.; EASTERBROOK, S.; PENZENSTADLER, B.; SEYFF, N.; VENTERS, C. C. Sustainability design and software: The karlskrona manifesto. In: IEEE. *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering*. [S.l.], 2015. v. 2, p. 467–476.
- BELL, T.; LAMBERT, L. Teaching computer science majors about teaching computer science. In: *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 541–546.
- BRUSILOVSKY, P.; EDWARDS, S.; KUMAR, A.; MALMI, L.; BENOTTI, L.; BUCK, D.; IHANTOLA, P.; PRINCE, R.; SIRKIÄ, T.; SOSNOVSKY, S. et al. Increasing adoption of smart learning content for computer science education. In: *Proceedings of the Working Group Reports of the 2014 on Innovation & Technology in Computer Science Education Conference*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 31–57.
- BUCHNER, J.; KERRES, M. Applying instructional design principles on augmented reality cards for computer science education. In: SPRINGER. *Addressing Global Challenges and Quality Education: 15th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2020, Heidelberg, Germany, September 14–18, 2020, Proceedings 15*. [S.l.], 2020. p. 477–481.
- CAMILLERI, A. F.; EHLERS, U. D.; PAWLOWSKI, J. *State of the art review of quality issues related to open educational resources (OER)*. [S.l.]: Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.
- CASANOVA, H.; LEGRAND, A.; QUINSON, M.; SUTER, F. Smpi courseware: Teaching distributed-memory computing with mpi in simulation. In: IEEE. *2018 IEEE/ACM Workshop on Education for High-Performance Computing (EduHPC)*. [S.l.], 2018. p. 21–30.

- DAVIS, F. D. *User acceptance of information systems: The technology acceptance model (TAM)*. [S.l.], 1987.
- DIETRICH, S. W.; GOELMAN, D.; BORROR, C. M.; CROOK, S. M. An animated introduction to relational databases for many majors. *IEEE Transactions on Education*, IEEE, v. 58, n. 2, p. 81–89, 2014.
- DUTRA, R. L. de S.; TAROUÇO, L. M. R. Recursos educacionais abertos (open educational resources). *RENOTE*, v. 5, n. 1, 2007.
- FILHO, F. R. da S.; COUTINHO, E. F. Uma análise qualitativa sobre as disciplinas de fundamentos de programação e estrutura de dados com grounded theory. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 19, n. 1, p. 554–563, 2021.
- GARCIA, J.; IVKOVIC, I.; MEDVIDOVIC, N. A comparative analysis of software architecture recovery techniques. In: IEEE. *2013 28th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)*. [S.l.], 2013. p. 486–496.
- GRISSOM, S.; KNOX, D.; COPPERMAN, E.; DANN, W.; GOLDWEBER, M.; HARTMAN, J.; KUITTINEN, M.; MUTCHLER, D.; PARLANTE, N. Developing a digital library of computer science teaching resources. In: *Working Group reports of the 3rd annual SIGCSE/SIGCUE ITiCSE conference on Integrating technology into computer science education*. [S.l.: s.n.], 1998. p. 1–13.
- HAGEDORN, C.; SERTH, S.; MEINEL, C. The mysterious adventures of detective duke: How storified programming moocs support learners in achieving their learning goals. In: FRONTIERS MEDIA SA. *Frontiers in Education*. [S.l.], 2023. v. 7, p. 1016401.
- HAUGHEY, M.; MUIRHEAD, B. Evaluating learning objects for schools, e-journal of instructional science and technology, 8 (1). *University of Southern Queensland, Australia*, 2004.
- HENRY, J.; HERNALESTEEN, A.; COLLARD, A.-S. Teaching artificial intelligence to k-12 through a role-playing game questioning the intelligence concept. *KI-Künstliche Intelligenz*, Springer, v. 35, n. 2, p. 171–179, 2021.
- HIJON-NEIRA, R.; VELÁZQUEZ-ITURBIDE, Á.; PIZARRO-ROMERO, C.; CARRIÇO, L. Serious games for motivating into programming. In: IEEE. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. [S.l.], 2014. p. 1–8.
- HYLÉN, J. Open educational resources: Opportunities and challenges. OECD, 2021.
- JOHNSON, C.; MCGILL, M.; BOUCHARD, D.; BRADSHAW, M. K.; BUCHELI, V. A.; MERKLE, L. D.; SCOTT, M. J.; SWEEDYK, Z.; VELÁZQUEZ-ITURBIDE, J. À.; XIAO, Z. et al. Game development for computer science education. In: *Proceedings of the 2016 iticse working group reports*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 23–44.
- JOSHI, A.; KALE, S.; CHANDEL, S.; PAL, D. K. Likert scale: Explored and explained. *British journal of applied science & technology*, v. 7, n. 4, p. 396–403, 2015.
- KERN, E.; HILTY, L. M.; GULDNER, A.; MAKSIMOV, Y. V.; FILLER, A.; GRÖGER, J.; NAUMANN, S. Sustainable software products—towards assessment criteria for resource and energy efficiency. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier, v. 86, p. 199–210, 2018.

- KITCHENHAM, B.; MADEYSKI, L.; BUDGEN, D. Segress: Software engineering guidelines for reporting secondary studies. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, v. 49, n. 3, p. 1273–1298, 2022.
- KOCAK, S. A. Green software development and design for environmental sustainability. In: *11th International Doctoral Symposium an Empirical Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2013.
- KOOHANG, A.; HARMAN, K. *Learning objects and instructional design*. [S.l.]: Informing Science, 2007. v. 3.
- KURHILA, J.; MIETTINEN, M.; NOKELAINEN, P.; FLORÉEN, P.; TIRRI, H. Peer-to-peer learning with open-ended writable web. *ACM SIGCSE Bulletin*, ACM New York, NY, USA, v. 35, n. 3, p. 173–177, 2003.
- KURILOVAS, E.; BIRENIENE, V.; SERIKOVIENE, S. Methodology for evaluating quality and reusability of learning objects. *Electronic Journal of e-Learning*, v. 9, n. 1, p. pp39–51, 2011.
- LEACOCK, T. L.; NESBIT, J. C. A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. *Journal of Educational Technology & Society*, JSTOR, v. 10, n. 2, p. 44–59, 2007.
- MAKSIMENKOVA, O.; PODBELSKIY, V. On practice of using open data in construction of training and assessment tasks for programming courses. In: IEEE. *2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*. [S.l.], 2015. p. 233–236.
- MALMI, L. *COMPUTING EDUCATION RESEARCH The new normal of teaching computer science*. [S.l.]: ACM New York, NY, USA, 2020. 17–19 p.
- MASETTO, M. T. Desafios para a docência no ensino superior na contemporaneidade. *Didática e Prática de Ensino: Diálogos sobre a Escola e Formação de Professores e a Sociedade*. Fortaleza: EdUECE, p. 00779–00795, 2015.
- MEKTEROVIĆ, I.; BRKIĆ, L.; MILAŠINOVIĆ, B.; BARANOVIĆ, M. Building a comprehensive automated programming assessment system. *IEEE access*, IEEE, v. 8, p. 81154–81172, 2020.
- MOON, J.; DO, J.; LEE, D.; CHOI, G. W. A conceptual framework for teaching computational thinking in personalized oers. *Smart Learning Environments*, Springer, v. 7, p. 1–19, 2020.
- NELSON, G. L.; KO, A. J. On use of theory in computing education research. In: *Proceedings of the 2018 ACM conference on international computing education research*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 31–39.
- OCONNOR, T. Helo darkside: Breaking free from katas and embracing the adversarial mindset in cybersecurity education. In: *Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education-Volume 1*. [S.l.: s.n.], 2022. p. 710–716.
- OMATA, K.; IMAI, S. Practice of programming education using finger robot. *J. Robotics Netw. Artif. Life*, v. 6, n. 4, p. 262–264, 2020.

- PASCHOAL, L. N.; BIAZOTTO, J. P.; SPENGLER, A. C.; OLIVEIRA, M. M. de; FELIZARDO, K.; NAKAGAWA, E. Y. Towards an educational simulator to support the cpu scheduling algorithm education. In: IEEE. *2019 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*. [S.l.], 2019. p. 1–6.
- PELÁEZ, A. R.; PULLAGUARI, N. P.; CARO, E. T. Quality model proposal for educational material production in ocw sites. In: IEEE. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.], 2011. p. 1074–1080.
- PENZENSTADLER, B.; BAUER, V.; CALERO, C.; FRANCH, X. Sustainability in software engineering: A systematic literature review. IET, 2012.
- PRASHANT, M.; ANKIT, D.; KUMAR, S. M.; KUMAR, A.; SASIKUMAR, M. Building a knowledge repository of educational resources using dynamic harvesting. In: IEEE. *2010 International Conference on Technology for Education*. [S.l.], 2010. p. 157–163.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. *Engenharia de software-9*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2021.
- SALAS, R. P. Reusable learning objects: an agile approach. In: IEEE. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.], 2020. p. 1–6.
- SERTH, S.; TEUSNER, R.; MEINEL, C. Impact of contextual tips for auto-gradable programming exercises in moocs. In: *Proceedings of the Eighth ACM Conference on Learning@ Scale*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 307–310.
- SERTH, S.; TEUSNER, R.; RENZ, J.; UFLACKER, M. Evaluating digital worksheets with interactive programming exercises for k-12 education. In: IEEE. *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.], 2019. p. 1–9.
- SHON, J. G.; KIM, B. W. Design and implementation of a content model for m-learning. *Journal of Information Processing Systems*, Korea Information Processing Society, v. 10, n. 4, p. 543–554, 2014.
- SPIELER, B.; GRANDL, M.; EBNER, M.; SLANY, W. "computer science for all": Concepts to engage teenagers and non-cs students in technology. *arXiv preprint arXiv:1908.06637*, 2019.
- STRACKE, C.; SGOUROPOULOU, C.; VASSILIADIS, B.; KAMEAS, A.; TEIXEIRA, A.; PINTO, M. d. C. T. Fostering quality in moocs: A european approach. In: ACPIL. *European Conference on E-Learning (ECEL 2018)*. [S.l.], 2018. p. 533–538.
- STUURMAN, S.; EEKELEN, M. van; HEEREN, B. A new method for sustainable development of open educational resources. In: *Proceedings of Second Computer Science Education Research Conference*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 57–66.
- TAROUÇO, L. M. R.; COSTA, V. M. d.; AVILA, B. G.; BEZ, M. R.; SANTOS, E. F. d. *Objetos de aprendizagem: teoria e prática*. Evangraf, 2014.
- TOIVONEN, T.; JORMANAINEN, I. Using js-eden to introduce the concepts of reinforcement learning and artificial neural networks. In: *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 165–169.

- TOSCHI, M. S. Linguagens midiáticas em sala de aula e a formação de professores. *Didática e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- TOVAR, E.; CHAN, H.; REISMAN, S. Promoting merlot communities based on oers in computer science and information systems. In: IEEE. *2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*. [S.l.], 2017. v. 2, p. 700–706.
- TSENG, T.; DAVIDSON, M. J.; MORALES-NAVARRO, L.; CHEN, J. K.; DELANEY, V.; LEIBOWITZ, M.; BEASON, J.; SHAPIRO, R. B. Co-ml: Collaborative machine learning model building for developing dataset design practices. *ACM Transactions on Computing Education*, ACM New York, NY, v. 24, n. 2, p. 1–37, 2024.
- TURNER, S. A.; PÉREZ-QUINONES, M. A.; EDWARDS, S. H. minimuml: A minimalist approach to uml diagramming for early computer science education. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, ACM New York, NY, USA, v. 5, n. 4, p. 1–es, 2005.
- VENTERS, C. C.; CAPILLA, R.; BETZ, S.; PENZENSTADLER, B.; CRICK, T.; CROUCH, S.; NAKAGAWA, E. Y.; BECKER, C.; CARRILLO, C. Software sustainability: Research and practice from a software architecture viewpoint. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 138, p. 174–188, 2018.
- VLADOIU, M.; CONSTANTINESCU, Z. Towards assessment of open educational resources and open courseware based on a socio-constructivist quality model. In: SPRINGER. *OTM Confederated International Conferences"On the Move to Meaningful Internet Systems"*. [S.l.], 2013. p. 684–693.
- WILEY, D. A. Learning object design and sequencing theory. Brigham Young University, 2000.
- XIAOJUN, W.; XU, S.; ZHE, H.; HUIJUAN, L. Research on the construction of resource sharing platform based on microservice. In: IEEE. *2017 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA)*. [S.l.], 2017. p. 713–717.
- ZABALZA, M. A. *O ensino universitário*. [S.l.]: Artmed Editora, 2009.
- ZHANG, H.; SU, H. A collaborative system for software engineering education. In: IEEE. *31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007)*. [S.l.], 2007. v. 2, p. 313–318.
- ZHIMING, Q.; WEI, H. Application of network learning theory and design principle in cai based on clustering algorithm and rough set. In: IEEE. *2009 Second International Conference on Education Technology and Training*. [S.l.], 2009. p. 167–170.