

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESIGN
MESTRADO EM DESIGN

JONATA FELIPE DE SOUSA DA SILVA

COCRIAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS (REA)
PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: RECOMENDAÇÕES DA
ERGONOMIA PARTICIPATIVA E DESIGN COLABORATIVO

SÃO LUÍS

2026

JONATA FELIPE DE SOUSA DA SILVA

**COCRIAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS (REA)
PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: RECOMENDAÇÕES DA
ERGONOMIA PARTICIPATIVA E DESIGN COLABORATIVO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Design, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Campus Bacanga, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Design.

Linha de Pesquisa: Design e ergonomia.

Eixo temático: Ergonomia, Design de Produtos e Sistemas.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Lívia Flávia Campos de Albuquerque.

Coorientador(a): Prof.^a Dr.^a Fabiane Rodrigues Fernandes.

SÃO LUÍS - MA

2026

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

da Silva, Jonata Felipe de Sousa.

Cocriação de recursos educacionais abertos rea para a
educação ambiental : recomendações da ergonomia
participativa e design colaborativo / Jonata Felipe de
Sousa da Silva. - 2026.

186 f.

Coorientador(a) 1: Fabiane Rodrigues Fernandes.

Orientador(a): Livia Flávia Campos de Albuquerque.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Design/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2026.

1. Recursos Educacionais Abertos. 2. Codesign. 3.
Ergonomia Participativa. 4. Educação Ambiental. 5.
Gestão de Resíduos Sólidos. I. de Albuquerque, Livia
Flávia Campos. II. Fernandes, Fabiane Rodrigues. III.

JONATA FELIPE DE SOUSA DA SILVA

**COCRIAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS (REA)
PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: RECOMENDAÇÕES DA
ERGONOMIA PARTICIPATIVA E DESIGN COLABORATIVO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós
Graduação em Design, Universidade Federal
do Maranhão - UFMA, Campus Bacanga,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de mestre em Design.

Aprovado em: 22/06/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Lívia Flávia Campos de Albuquerque (Orientadora)

Doutora em Design
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Dr.^a Ivana Márcia Oliveira Maia

Doutora em Engenharia Mecânica
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Harvey Alexander Villa Velez

Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos
Universidade Federal do Maranhão

Prof.^a Dr.^a Gabrielle da Fonseca Hartmann Grimm (Membro Externo)

Doutora em Design
Centro Universitário Senac

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por me conceder a vida, a saúde e a oportunidade de chegar até aqui. Por iluminar meus caminhos, fortalecer minha fé e renovar minhas forças nos momentos de dificuldade.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo financiamento do projeto de pesquisa no qual esta dissertação se insere (Proc. 408786/2023-0). O apoio recebido foi essencial para viabilizar o desenvolvimento deste trabalho e contribuir para o avanço da pesquisa científica em nosso país.

À FAPEMA (Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão), pela confiança e pelo apoio concedido por meio do fomento a esta pesquisa. O incentivo oferecido é fundamental para a concretização deste trabalho e para o fortalecimento da produção científica no estado do Maranhão.

Aos professores de educação ambiental de São Luís pela participação e colaboração na pesquisa.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Lívia Flávia Campos de Albuquerque e à minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Fabiane Rodrigues Fernandes, pela orientação dedicada, pelas valiosas contribuições acadêmicas e pelo incentivo constante durante o desenvolvimento desta pesquisa.

*"A educação não é apenas a preparação para a vida;
é a própria vida em sua plenitude"*

John Dewey, 1859-1952

RESUMO

O movimento da Educação Aberta e dos Recursos Educacionais Abertos ainda enfrenta desafios sociais, culturais e tecnológicos que limitam sua incorporação às práticas educacionais. Embora a literatura reconheça o potencial dos REA para ampliar o acesso, a adaptação e o compartilhamento de materiais didáticos, observa-se a carência de abordagens estruturadas que apoiem professores na sua criação de forma colaborativa, especialmente em contextos de Educação Ambiental. Diante dessa lacuna, esta dissertação teve como objetivo propor e avaliar um framework para a cocriação de REA, integrando princípios do Design Colaborativo e recomendações da Ergonomia Participativa para apoiar educadores no desenvolvimento de recursos contextualizados e alinhados às suas necessidades pedagógicas. A pesquisa buscou responder como um framework de codesign poderia contribuir para superar barreiras sociais e tecnológicas relacionadas à produção de REA por professores. Para isso, adotou-se o método Design Science Research (DSR), organizado em (1) descoberta, (2) proposição do artefato, (3) avaliação do artefato e (4) aprendizagem. A fase 1 teve o objetivo de identificar e justificar o problema a ser estudado, envolvendo revisão bibliográfica e identificação das necessidades dos usuários. A fase 2 contemplou o desenvolvimento do artefato, caracterizado como um framework para a cocriação de REA, operacionalizado por meio de um toolkit de codesign e de templates virtuais colaborativos. Na fase 3, a avaliação do framework ocorreu por meio de estudo de caso que buscou verificar se o artefato poderia ser utilizado para resolver o problema identificado; contou, assim, com a participação de professores de Educação Ambiental de uma escola pública de São Luís, no Maranhão. Os resultados possibilitaram refinar o framework, que foi consolidado em quatro momentos; (1) Planejar, (2) Cocriar, (3) Avaliar e (4) Compartilhar, que orientaram a cocriação de um REA em formato de jogo de tabuleiro sobre gestão de resíduos sólidos. Na etapa 4 do DSR, os achados evidenciaram que o uso combinado do Design Colaborativo e da Ergonomia Participativa favoreceu o engajamento docente, a tomada de decisão coletiva e a adaptação dos recursos às demandas do contexto escolar. Além disso, o toolkit e os templates mostraram-se adequados para apoiar atividades síncronas e assíncronas, contribuindo para a autonomia dos participantes durante o processo de criação. Conclui-se que o framework proposto apresenta potencial para apoiar processos de cocriação de REA, contribuindo para a superação de barreiras identificadas na literatura e promovendo práticas pedagógicas mais participativas. Os resultados reforçam a relevância da integração entre Design Colaborativo, Ergonomia Participativa e Educação Ambiental, oferecendo subsídios teóricos e práticos para o desenvolvimento de recursos educacionais abertos em diferentes contextos. A etapa final, também inclui a divulgação dos resultados por meio de publicação de artigos científicos em periódicos e anais de congressos, bem como a disponibilização da dissertação no repositório institucional, compartilhando com a comunidade o conhecimento gerado.

Palavras-chave: recursos educacionais abertos; codesign; ergonomia participativa; educação ambiental; gestão de resíduos sólidos.

ABSTRACT

The Open Education movement and Open Educational Resources (OER) still face social, cultural, and technological challenges that limit their incorporation into educational practices. Although the literature recognizes the potential of OER to broaden access, adaptation, and sharing of instructional materials, there is a lack of structured approaches that support teachers in their collaborative creation, especially in Environmental Education contexts. In response to this gap, this dissertation aimed to propose and evaluate a framework for the co-creation of OER, integrating principles of Collaborative Design and recommendations from Participatory Ergonomics to support educators in developing contextualized resources aligned with their pedagogical needs. The research sought to answer how a codesign framework could help overcome social and technological barriers related to teachers' production of OER. For this purpose, the Design Science Research (DSR) method was adopted, organized into (1) problem identification, (2) artifact proposition, (3) artifact evaluation, and (4) learning. Phase 1 aimed to identify and justify the problem to be studied, involving a literature review and identification of user needs. Phase 2 covered the development of the artifact, characterized as a framework for OER co-creation, operationalized through a codesign toolkit and collaborative virtual templates. In Phase 3, the framework was evaluated through a case study that sought to verify whether the artifact could be used to address the identified problem; the study involved Environmental Education teachers from a public school in São Luís, Maranhão. The results enabled refinement of the framework, which was consolidated into four stages: (1) Plan, (2) Co-create, (3) Evaluate, and (4) Share, which guided the co-creation of an OER in the form of a board game about solid waste management. In DSR Phase 4, findings evidenced that the combined use of Collaborative Design and Participatory Ergonomics fostered teacher engagement, collective decision-making, and adaptation of resources to the demands of the school context. Moreover, the toolkit and templates proved suitable to support synchronous and asynchronous activities, contributing to participants' autonomy during the creation process. It is concluded that the proposed framework has potential to support OER co-creation processes, helping to overcome barriers identified in the literature and promoting more participatory pedagogical practices. The results underscore the relevance of integrating Collaborative Design, Participatory Ergonomics, and Environmental Education, offering theoretical and practical contributions for the development of open educational resources in diverse educational contexts. The final stage also includes dissemination of the results through publication of scientific articles in journals and conference proceedings, as well as making the dissertation available in the institutional repository, sharing the generated knowledge with the community.

Keywords: open educational resources; codesign; participative ergonomics; environmental education; solid waste management

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Delimitação do referencial teórico	25
Figura 2 -	Ciclo da Ergonomia Participativa	42
Figura 3 -	Ciclo de Vida REA	51
Figura 4 -	Fluxo REA Proposto por Okada e Leslie (OER Flow Spiral)	53
Figura 5 -	Níveis de Reutilização e Formas de Reutilizar REA	54
Figura 6 -	Dimensões de qualidade LORI	61
Figura 7 -	Visão geral do Método	72
Figura 8 -	Resultados da Revisão de literatura.	90
Figura 9 -	Representação Gráfica do Toolkit de Codesign	115
Figura 10 -	Templates do Toolkit no Google Slides	118
Figura 11 -	Visão Geral do Framework de Cocriação de REA	123
Figura 12	Protótipos gerados no momento cocriar	129
Figura 13 -	Protótipo do Jogo de Tabuleiro Jornada dos Resíduos Sólidos	131
Figura 14 -	Etapas do momento compartilhar	139
Figura 15 -	Representação Gráfica final do Framework	141

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 -	Modelos de Codesign com Educadores	39
Quadro 2 -	Categorização dos Objetos de Fronteira	47
Quadro 3 -	Modelos Colaborativos de REA	52
Quadro 4 -	Materiais e Formatos de REA	59
Quadro 5 -	Métodos de Avaliação de Qualidade REA	61
Quadro 6 -	CrITÉrios de avaliação de REA	62
Quadro 7 -	Barreiras Sociais e Técnicas no Desenvolvimento REA	65
Quadro 8 -	RBS Roadmap.	75
Quadro 9 -	Quadro teórico Design Colaborativo	91
Quadro 10 -	Quadro teórico Ergonomia Participativa	92
Quadro 11 -	Quadro Teórico Modelos REA	92
Quadro 12 -	Frameworks REA encontrados	94
Quadro 13 -	Requisitos REA gerados na Revisão Bibliográfica	96
Quadro 14 -	Recomendações da Ergonomia Participativa e Design Colaborativo	100
Quadro 15 -	Perfil dos Participantes	102
Quadro 16 -	Práticas Colaborativas Identificadas	106
Quadro 17 -	Requisitos para Design Colaborativo com Educadores	108
Quadro 18 -	Estrutura do framework	111
Quadro 19 -	Conteúdo do Toolkit de Codesign	116
Quadro 20	Recursos Educacionais Abertos analisados	126
Quadro 21	Síntese da Análise SWOT	127
Quadro 22 -	Perfil dos Participantes da Avaliação	134
Quadro 23 -	Resultados sobre percepções e considerações dos Especialistas	136

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DSR	Design Science Research
EA	Educação Ambiental
EP	Ergonomia Participativa
LORI	Learning Object Review Instrument
OA	Objetos de Aprendizagem
ONU	Organização das Nações Unidas
OER	Open Educational Resources
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
REA	Recurso Educacional Aberto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Contextualização: Alinhamento de conceitos.....	15
1.2 Questão de pesquisa.....	20
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Geral.....	21
1.3.2 Específicos.....	21
1.4 Justificativa, Relevância e Contribuição social da pesquisa.....	21
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1. Principais conceitos.....	25
2.1.1 Cocriação.....	25
2.1.2 Colaboração.....	26
2.1.3 Envolvimento.....	26
2.1.4 Comunicação.....	27
2.2 Design, colaboração e cocriação.....	28
2.2.1 Abordagens colaborativa e cocriativas.....	29
2.2.2 A colaboração na construção de soluções ergonômicas.....	31
2.2.3 Colaboração e conectividade.....	33
2.2.4 Métodos e técnicas cocriativas.....	34
2.2.5 Modelos colaborativos com educadores.....	36
2.2.6 Síntese dos conceitos e estratégias.....	38
2.3 Ergonomia participativa: conceitos e aplicações.....	39
2.3.1 Ferramentas e métodos da ergonomia participativa.....	44
2.4. Conceitos e abordagens dos Recursos educacionais.....	48
2.4.1 Ciclo de Vida REA.....	50
2.4.2 Modelos e guias para a criação de REA.....	51
2.4.2.1 Guias e repositórios para disseminação dos REAs.....	55
2.4.2.2 Tipos de Recursos Educacionais Abertos.....	57
2.4.3 Como avaliar um REA.....	60
2.5 Educação Aberta e Educação Ambiental.....	63
2.5.1 Desafios e Barreira no uso e produção de REA na educação.....	65
2.5.1.1 Desafios pedagógicos da Educação Ambiental.....	66
2.5.1.2 Gestão Resíduos sólidos no contexto da educação ambiental.....	67
3. MÉTODOS E TÉCNICAS.....	70
3.1 Caracterização da pesquisa.....	70
3.2 Seleção do método.....	70
3.3 Etapas e Procedimentos.....	72
3.3.1 Fase 1: Descoberta.....	73
3.3.2 Fase 2: Proposição do Artefato.....	82
3.3.3 Fase 3: Avaliação do Artefato.....	86
3.3.4 Fase 4: Aprendizagem.....	88

3.3.5 Questões Éticas.....	88
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	90
4.1 Resultado da fase 1 do DSR - Descoberta.....	90
4.1.1 Revisão Bibliográfica Narrativa (RBN).....	90
4.1.2 Revisão Bibliográfica Sistemática.....	94
4.1.3 Recomendações da Ergonomia participativa e Design colaborativo.....	98
4.2 Resultados da Pesquisa de Campo.....	101
4.2.1 Dados do Questionário online.....	101
4.2.2 Resultados das Entrevista semiestruturada.....	104
4.2.3 Requisitos gerados na pesquisa de campo.....	106
4.3 Resultado da Fase 2 do DSR - Proposição do artefato.....	110
4.3.1 Proposta de Framework.....	110
4.4 Resultado da Fase 3 - Avaliação do Artefato.....	120
4.5 Resultados da Etapa 4 do DSR - Aprendizagem.....	123
4.5.1 Momento (01) - Planejar.....	124
4.5.2 Momento (02) - Cocriar.....	129
4.5.3 Momento (03) - Avaliar.....	133
4.5.4 Momento (04) Compartilhar.....	139
4.6 Divulgação dos resultados.....	140
5. CONCLUSÕES.....	142
REFERÊNCIAS.....	144
APÊNDICES.....	152

1. INTRODUÇÃO

Este estudo parte da perspectiva do design orientado ao impacto social, campo que busca promover mudanças sociais por meio de práticas colaborativas e participativas. De acordo com Manzini (2017), o design para a inovação social configura-se como uma abordagem que reconhece e potencializa as capacidades humanas de cooperação, criatividade e cuidado coletivo, possibilitando o desenvolvimento de soluções sustentáveis e inclusivas para o enfrentamento de desafios complexos.

Nesse sentido, Amatullo *et al.* (2021) ampliam essa perspectiva ao demonstrar, por meio de estudos de caso internacionais, que o design orientado ao impacto social não constitui uma prática isolada, mas um campo plural e situado, cujas intervenções se materializam em diferentes contextos culturais, políticos e econômicos. Os autores argumentam que o campo atravessa um processo de maturação no qual a sustentabilidade das práticas, entendida como a capacidade de continuidade e de geração de impacto, depende de sua legibilidade, dos resultados percebidos e da legitimidade construída junto aos diferentes atores envolvidos.

Para Manzini (2017), essa abordagem caracteriza-se como uma mudança no modo como indivíduos e comunidades atuam para resolver problemas ou criar novas oportunidades. Dessa forma, o design para a inovação social atua como catalisador de “novas ideias, produtos, serviços e modelos que atendam às necessidades sociais, ao mesmo tempo em que promovem novas relações e colaborações” entre os atores envolvidos (Manzini, 2008, p. 62). Nesse contexto, o papel do designer também se transforma, deixando de atuar apenas na criação de produtos ou identidades visuais, características da prática tradicional, para assumir uma função voltada à inovação social (Meroni, 2008).

O desenvolvimento desta pesquisa apresenta potencial de impacto social ao propor a cocriação de Recursos Educacionais Abertos (REA) em parceria com docentes da educação ambiental. Essa abordagem colaborativa busca promover a construção coletiva de soluções, a valorização dos saberes e experiências dos participantes e a elaboração de alternativas sustentáveis e contextualizadas para a comunidade escolar. A pesquisa também contribui para o fortalecimento das

relações entre os atores envolvidos e para a ampliação das discussões sobre metodologias colaborativas de design aplicadas ao contexto da educação pública, estimulando práticas pedagógicas inclusivas e contextualizadas.

Ao abordar a educação ambiental por meio de recursos educacionais abertos em um contexto escolar específico, este estudo se alinha às iniciativas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) voltadas à difusão e ao fortalecimento dos REA. O estudo também dialoga com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente no que se refere à educação de qualidade (ODS 4) e às ações contra as mudanças climáticas (ODS 13).

A investigação contribui ainda para ampliar a compreensão sobre as potencialidades dessa abordagem no fomento à inovação pedagógica e no acesso equitativo ao conhecimento, aspectos relacionados à construção de uma educação mais aberta e democrática. Desde a Declaração de Paris sobre REA (UNESCO, 2012), a organização tem incentivado os Estados-membros a adotarem políticas públicas voltadas à produção, ao uso e à adaptação de REA, com base em princípios de abertura, interoperabilidade e colaboração.

Em documentos mais recentes, como a Recomendação da UNESCO sobre Recursos Educacionais Abertos (2019), são reforçados os compromissos com o aprimoramento de tecnologias, métodos e conteúdos educacionais, bem como com a formação de educadores e o desenvolvimento de capacidades locais voltadas à sustentabilidade e à qualidade desses recursos. Essas iniciativas reafirmam o papel dos REA na promoção de uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, além de evidenciar a relevância de estudos que investiguem sua aplicação em contextos educacionais específicos, como a educação ambiental (ODS Brasil, 2021).

1.1 Contextualização: Alinhamento de conceitos

Entre as questões presentes na sociedade contemporânea, a sustentabilidade ocupa posição de destaque nas discussões sobre o futuro das cidades. O crescimento populacional e a expansão urbana intensificaram os desafios socioambientais, entre os quais se destaca a Gestão de Resíduos Sólidos (GRS). A destinação adequada desses resíduos relaciona-se à preservação

ambiental, à saúde pública e ao desenvolvimento sustentável dos espaços urbanos (Jacobi e Besen, 2011).

Apesar dos avanços normativos e da implementação de políticas públicas voltadas à promoção de práticas mais responsáveis e sustentáveis, parcela significativa da população ainda enfrenta dificuldades na compreensão e adoção de procedimentos adequados para a separação, o descarte e a reutilização dos resíduos. Estudos indicam que essa lacuna está associada a diferentes barreiras, como a falta de conhecimento, fatores culturais, dificuldades de adaptação das rotinas e a percepção de que o processo demanda esforço excessivo, aspectos que limitam a participação dos cidadãos (Pedersen; Manhice, 2020; Hu *et al.*, 2021., 2021; Wu *et al.*, 2020).

Esse cenário aponta para a necessidade de estratégias educativas e colaborativas que aproximem os indivíduos das práticas sustentáveis, promovendo conscientização, autonomia e engajamento coletivo na busca de soluções para esse problema. Na cidade de São Luís, surgiram iniciativas públicas voltadas à sensibilização ambiental e ao incentivo de práticas adequadas de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Entre essas ações, destaca-se o projeto Peixe Pet, composto por uma lixeira destinada à coleta de resíduos plásticos e de alumínio, com o objetivo de estimular a população a separar e destinar corretamente materiais recicláveis, como papel, vidro e plástico. Entretanto, mesmo diante dessas iniciativas, ainda persistem desafios relacionados à baixa adesão da população, à insuficiência de infraestrutura para a coleta seletiva e à fragilidade de processos educativos contínuos.

Nesse contexto, a Educação Ambiental (EA) assume papel estratégico ao promover conscientização, informação e engajamento em práticas sustentáveis (Loureiro, 2019). A Educação Ambiental constitui um processo permanente no qual indivíduos e comunidades desenvolvem consciência acerca de sua relação com o meio ambiente e adquirem conhecimentos, habilidades, experiências e valores que favorecem ações individuais e coletivas voltadas à solução de problemas ambientais presentes e futuros (UNESCO, 1987).

No Brasil, a educação ambiental é reconhecida como componente da formação de cidadãos capazes de atuar de maneira crítica e responsável diante dos desafios socioambientais. Segundo a Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, essa prática deve estar presente em todos os níveis de ensino e também em espaços não formais, com o objetivo de desenvolver atitudes, habilidades e valores relacionados à sustentabilidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa perspectiva ao incorporar a educação ambiental de forma transversal aos componentes curriculares, especialmente nas áreas de Ciências da Natureza, Ciências Humanas e no Ensino Fundamental e Médio. O documento estabelece que os estudantes devem ser estimulados a analisar problemas socioambientais, refletir sobre suas causas e consequências e participar de ações voltadas à preservação ambiental e à sustentabilidade, promovendo a integração entre conhecimento científico e prático.

Entretanto, os processos educativos tradicionais passaram por transformações significativas, sobretudo após a pandemia de COVID-19, conforme apontado pelo relatório TIC Educação 2020 (NIC.BR|CETIC.BR, 2021). Os dados indicam que tecnologias e recursos digitais, como aplicativos, plataformas interativas e jogos digitais, passaram a integrar de forma mais intensa o cotidiano escolar, ampliando o uso de ambientes digitais para fins pedagógicos e favorecendo novas práticas educativas e recursos educacionais.

Contudo, para que esses recursos apresentem resultados adequados, é necessário que estejam alinhados ao contexto local e às condições reais dos agentes educacionais, conforme aponta o relatório especial da UNESCO (2021) sobre o impacto da pandemia na educação global. O documento destaca que a implementação de tecnologias nas escolas deve considerar as necessidades e competências dos professores, permitindo não apenas o uso das ferramentas digitais, mas também sua configuração, adaptação e integração às práticas pedagógicas e educacionais.

Nesse processo, os Recursos Educacionais Abertos (REA) apresentam potencial para apoiar práticas pedagógicas por meio de processos colaborativos e de inovação. Definidos pela UNESCO (2012) como materiais de ensino,

aprendizagem e pesquisa disponibilizados em formato aberto, os REA ampliam as possibilidades de acesso, uso e adaptação dos conteúdos.

O caráter “aberto” desses recursos abrange tanto o aspecto legal, relacionado às licenças que permitem uso, adaptação, remixagem e redistribuição dos materiais, quanto o aspecto técnico, referente ao emprego de formatos acessíveis que possibilitam a edição, atualização e contextualização dos conteúdos por professores, pesquisadores e estudantes.

Segundo Wiley (2014), essa abertura é descrita a partir dos chamados 5Rs, que representam as liberdades associadas aos REA: reter (fazer e possuir cópias), reutilizar (utilizar o material em diferentes contextos), revisar (adaptar ou modificar o conteúdo), remixar (combinar materiais para criar novas versões) e redistribuir (compartilhar cópias originais ou adaptadas).

A natureza flexível e colaborativa dos REA os torna adequados para projetos de educação ambiental, uma vez que permitem a adaptação dos conteúdos às especificidades locais e às experiências dos participantes no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, seu ciclo de vida depende da construção coletiva e da participação de diferentes atores, como educadores, estudantes e designers. O uso contínuo, a adaptação de ideias, conteúdos e tecnologias e a colaboração entre participantes também se mostram relevantes para a construção de recursos educacionais (Okada *et al.*, 2013).

Dessa forma, o próprio processo de concepção de um REA evidencia a necessidade de métodos colaborativos e participativos que estimulem o engajamento comunitário, promovam mudanças comportamentais e integrem diferentes atores sociais na construção de soluções sustentáveis. Nesse campo, o design para impacto social e a inovação social, conforme Manzini (2017), contribuem para a mobilização de comunidades e para a criação de alternativas colaborativas voltadas a problemas socioambientais complexos, como a gestão de resíduos.

Nesse panorama, o desenvolvimento de recursos educacionais voltados à Educação Ambiental deve considerar tanto as limitações estruturais das escolas quanto a capacitação dos educadores. Uma abordagem pertinente para esse

desafio é o design colaborativo, que estimula a participação de diferentes atores na criação e no desenvolvimento de soluções (Sanders; Stappers, 2008). Para além dos aspectos didático-pedagógicos, essas iniciativas precisam contemplar fatores organizacionais e tecnológicos relacionados à sua viabilidade e aplicação em diferentes realidades escolares.

A ergonomia, enquanto campo de estudo voltado à interação entre indivíduos, atividades e tecnologias, fornece subsídios para a organização da cooperação online entre educadores, buscando reduzir dificuldades inerentes ao teletrabalho e favorecer a interação entre agentes humanos e ferramentas digitais (Iida; Buarque, 2021).

A Ergonomia Participativa, por seu caráter multidisciplinar e colaborativo, envolve trabalhadores e gestores locais e valoriza o conhecimento prático na identificação e resolução de problemas ergonômicos. Essa abordagem incorpora as experiências dos participantes no processo de design, buscando desenvolver soluções compatíveis com suas necessidades e competências tecnológicas, favorecendo autonomia e apropriação dos resultados pelas comunidades envolvidas (Kogi, 2006).

Para Tuhkala (2020), embora a aprendizagem dos estudantes constitua o objetivo final da educação, as perspectivas dos professores não devem ser desconsideradas, especialmente diante da introdução de novas tecnologias ou ambientes de aprendizagem. No design participativo e colaborativo com docentes, reconhece-se que os professores atuam como agentes centrais da mediação pedagógica e detêm conhecimentos situados sobre os contextos, rotinas, limitações e oportunidades presentes em suas salas de aula. Esse conhecimento contextual, muitas vezes não percebido por designers externos, contribui para que soluções educacionais sejam significativas, aplicáveis e sustentáveis no cotidiano escolar.

Com base nesse entendimento, a presente pesquisa propõe aplicar abordagens de design colaborativo e ergonomia participativa para envolver professores da rede pública de São Luís (MA) na co-criação de Recursos Educacionais Abertos (REA) voltados à Educação Ambiental. Enquanto o design colaborativo favorece a integração do conhecimento pedagógico e das práticas dos

educadores ao processo de criação, a ergonomia participativa contribui para que as soluções desenvolvidas possam ser implementadas em contextos reais de ensino, considerando limitações materiais, demandas curriculares e condições de trabalho (Damodaran, 1996; Iida; Buarque, 2021).

1.2 Questão de pesquisa

Apesar dos avanços nas políticas públicas e da ampliação do uso de tecnologias digitais no campo educacional, observa-se que a criação de recursos digitais ainda apresenta limitações quanto ao alinhamento às realidades locais das escolas e à participação docente ao longo do processo de desenvolvimento. Uma revisão sistemática publicada na revista *Computers and Education* identificou que, entre 352 estudos analisados, apenas 30% envolveram professores como participantes e somente 24% engajaram diferentes partes interessadas no desenvolvimento das tecnologias (Tuhkala, 2020).

Esses dados indicam que parte significativa dos produtos tecnológicos educacionais é desenvolvida sem considerar adequadamente as necessidades, dificuldades e contextos reais de trabalho dos professores. Como consequência, muitas soluções chegam às escolas desconectadas das práticas pedagógicas vigentes nas instituições, apresentando limitações relacionadas à usabilidade, à relevância pedagógica e à implementação, sobretudo em contextos de infraestrutura limitada (UNESCO, 2021).

Observa-se também a escassez de pesquisas que articulem metodologias de design colaborativo e ergonomia participativa no desenvolvimento de recursos digitais. A integração dessas abordagens pode ampliar a participação docente para além da condição de informante, reconhecendo os professores como agentes cocriadores e contribuindo para o desenvolvimento de artefatos mais contextualizados, adaptáveis e aplicáveis ao ambiente escolar.

Diante desse cenário, emerge a seguinte questão de pesquisa: como o design e a ergonomia podem contribuir para o desenvolvimento de Recursos Educacionais voltados à Educação Ambiental, de modo que sejam adaptáveis, contextualizados e alinhados às práticas educativas?

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Para responder a questão de pesquisa, o objetivo geral deste trabalho é: elaborar e avaliar um *framework* focado na cocriação de REA fundamentado nas recomendações da Ergonomia Participativa e Design Colaborativo.

1.3.2 Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Sistematizar o referencial teórico-metodológico da Ergonomia Participativa e do Design Colaborativo, identificando e categorizando princípios, técnicas e ferramentas relevantes para a cocriação de REA.
2. Identificar e classificar as principais dificuldades e barreiras relatadas por docentes ao participar da cocriação de REA em contextos de educação ambiental.
3. Propor e descrever mecanismos de um *framework* que visa minimizar as barreiras da cocriação de REA entre professores, designers e especialistas, apontando procedimentos e responsabilidades.
4. Verificar o *framework* em um estudo de caso, avaliando a integração de metodologias e modelos de REA por meio de evidências qualitativas
5. Cocriar um REA com professores de educação ambiental e avaliar sua qualidade e adequação pedagógica por meio de instrumentos de avaliação.

1.4 Justificativa, Relevância e Contribuição social da pesquisa

O presente estudo parte do princípio de que os Recursos Educacionais Abertos (REA) possuem natureza colaborativa, cujo ciclo de vida depende da construção coletiva e da participação ativa de educadores, estudantes, designers e demais comunidades envolvidas.

Conforme destaca Okada *et al.* (2013), o processo contínuo de uso e adaptação de ideias, conteúdos e tecnologias por diferentes participantes constitui um aspecto relevante para a construção de REA. Nesse sentido, sua concepção demanda processos e métodos colaborativos e participativos adequados.

Além dessa perspectiva relacionada ao desenvolvimento dos REA, a presente pesquisa justifica-se por sua relevância acadêmica e científica, social e prática, bem como por sua pertinência pessoal e institucional, conforme descrito a seguir:

a) Relevância acadêmica/científica

A pesquisa insere-se nos esforços da UNESCO voltados à difusão dos Recursos Educacionais Abertos (REA) e ao aprimoramento de tecnologias, métodos e conteúdos educacionais. Apesar do crescente interesse pelo uso de tecnologias digitais e de REA no contexto educacional, observa-se uma lacuna na literatura quanto à integração entre design colaborativo e ergonomia participativa no desenvolvimento de materiais educativos contextualizados.

Poucos estudos investigam de que modo a participação ativa de professores na cocriação de recursos digitais pode contribuir para sua aplicabilidade, adaptabilidade e adequação pedagógica em escolas públicas, especialmente no campo da Educação Ambiental. Nesse sentido, o presente estudo busca contribuir para a ampliação das discussões sobre metodologias colaborativas aplicadas ao desenvolvimento de soluções educacionais.

b) Relevância social/prática

Sanders e Stappers (2008; 2014) defendem que o *codesign* não deve ser compreendido apenas como um método de projeto, mas como uma prática social que envolve comunidades de criadores na construção de soluções relacionadas às suas realidades. Nessa perspectiva, a pesquisa apresenta potencial de contribuição para o campo da Educação Ambiental em São Luís (MA), ao promover a cocriação de recursos digitais voltados ao apoio de docentes e discentes na compreensão e na prática do descarte adequado de resíduos sólidos.

Ao considerar o contexto local, as limitações estruturais das escolas e as competências dos professores, os resultados pretendem contribuir para o fortalecimento das práticas pedagógicas, o incentivo a hábitos sustentáveis e o apoio às políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos. A criação

colaborativa de REA também favorece a disseminação de práticas educacionais e sua adaptação a outros contextos escolares semelhantes.

c) Pertinência pessoal e institucional

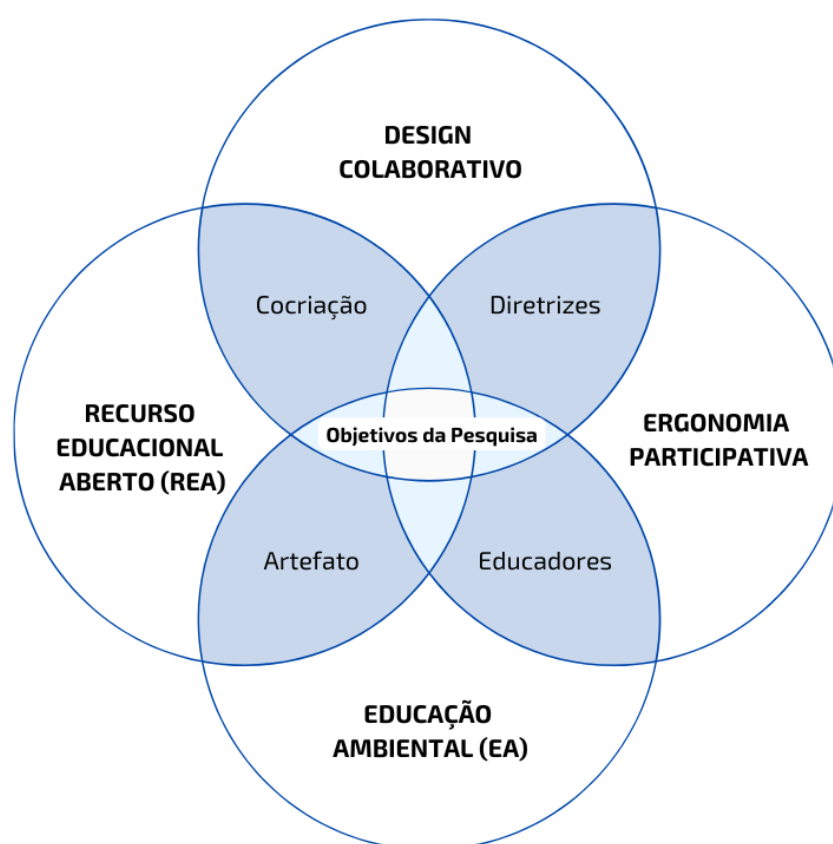
Manzini (2008) destaca que o design pode atuar na formulação de respostas para desafios contemporâneos, como mudanças climáticas, desigualdade social e escassez de recursos naturais. Nesse contexto, esta pesquisa integra o projeto “Contribuições do Design à Educomunicação Ambiental em São Luís – MA”, cujo objetivo consiste em compreender como o design e suas metodologias podem contribuir para soluções relacionadas à educação ambiental no município.

A dissertação busca contribuir para a produção de conhecimento acadêmico e para o desenvolvimento de metodologias e ferramentas aplicáveis ao contexto escolar, alinhando-se às metas institucionais voltadas à pesquisa aplicada, à inovação e à sustentabilidade nas áreas de design e educação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica da pesquisa e tem como objetivo discutir os conceitos, práticas e implicações relacionados aos eixos temáticos definidos para o desenvolvimento do estudo. O referencial teórico está estruturado em quatro eixos principais (Figura 1), que representam áreas centrais para o alcance dos objetivos da pesquisa: a colaboração e seus conceitos associados à Educação Ambiental, os Recursos Educacionais Abertos (REA) e a interseção entre essas temáticas.

Figura 1 - Delimitação do Referencial Teórico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O primeiro eixo concentra-se nos fundamentos do *codesign*, ou design colaborativo (Chiu, 2002; Kleinsmann, 2006; Sanders e Stappers, 2014; Heemann, 2015), contemplando conceitos como cocriação, colaboração, comunicação e envolvimento de usuários no processo de design. O segundo eixo aborda os conceitos e práticas da ergonomia participativa (Wisner, 1987; Weerdmeester, 2008;

lida; Buarque, 2021), com ênfase na colaboração entre diferentes atores no desenvolvimento de soluções ergonômicas.

Por fim, o terceiro e o quarto eixos discutem, respectivamente, os aspectos técnicos e didáticos relacionados à criação de Recursos Educacionais Abertos (REA) e à sua aplicação na Educação Ambiental. A fundamentação teórica se completa com a articulação entre esses campos no contexto da pesquisa e com uma síntese dos fundamentos que orientaram a criação do artefato de design.

2.1. Principais conceitos

Antes de se aprofundar na análise dos eixos temáticos deste trabalho, previamente apresentados, é necessário compreender os conceitos que sustentam e articulam as discussões propostas. Assim, este subtópico dedica-se à exploração preliminar dos fundamentos teóricos relacionados à colaboração, à cocriação, ao envolvimento e à comunicação, conceitos essenciais para a compreensão das dinâmicas que orientam as práticas analisadas ao longo desta pesquisa.

2.1.1 Cocriação

Conforme Nielsen (2010), é possível encontrar diferentes definições para o termo cocriação, uma vez que seu sentido varia conforme o contexto em que é empregado. Neste trabalho, considera-se a cocriação na perspectiva do design, sendo, portanto, sinônimo de *codesign*. Entende-se por cocriação o processo colaborativo em que diferentes atores, como professores, alunos, pesquisadores e membros da comunidade, compartilham saberes, experiências e responsabilidades no desenvolvimento de recursos educacionais.

Na perspectiva do design, Sanders e Stappers (2008) definem a cocriação, ou *codesign*, como uma abordagem que envolve a participação ativa das pessoas em todas as etapas do processo de design, desde a geração de ideias até a implementação de soluções. Para os autores, a cocriação desloca o papel dos usuários de meros informantes para coautores do processo, reconhecendo o valor dos saberes cotidianos e das experiências individuais na criação coletiva.

Além disso, a cocriação se alinha aos princípios da Educação Aberta, pois estimula a colaboração, o compartilhamento e a adaptação de recursos

educacionais. Nessa perspectiva, a educação aberta e as redes digitais de aprendizagem favorecem processos de coaprendizagem e cocriação, ampliando a participação de professores, estudantes e comunidades na produção de conhecimento e no desenvolvimento de soluções para problemas reais (Okada; Rosa; Souza, 2020).

Dessa forma, a cocriação, articulada aos princípios da Educação Aberta e aos fundamentos dos REA, representa não apenas uma metodologia inovadora, mas também um princípio ético e social que promove a democratização do conhecimento, o fortalecimento das comunidades de aprendizagem e a construção de uma educação mais participativa, significativa e sustentável.

2.1.2 Colaboração

No contexto atual do design, em que usuários e stakeholders assumem papel mais ativo na cocriação de produtos e serviços, a colaboração é considerada condição para o desenvolvimento de soluções inovadoras e adequadas. O design colaborativo e suas abordagens interativas envolvem a participação de múltiplos atores no desenvolvimento das soluções, com a finalidade de integrar conhecimentos e experiências diversas para desenvolver relações mútuas, alcançar metas, realizar tarefas ou solucionar problemas (Heemann *et al.*, 2008).

Para Chiu (2002), a colaboração está relacionada a grupos de pessoas que trabalham juntas para realizar uma tarefa acordada e implica relações duradouras e forte compromisso comum. A autora complementa que o design colaborativo depende da participação de indivíduos para organizar tarefas e recursos e compartilhar informações.

2.1.3 Envolvimento

Embora o termo “envolvimento dos usuários” seja mais recorrente na literatura, a colaboração com usuários na área de projetos de tecnologia e design apresenta diferentes níveis de participação, que expressam a relação entre os usuários e o papel que desempenham nas diferentes fases do projeto.

Damodaran (1996) propõe três níveis de envolvimento dos usuários em projetos de *codesign*: (1) envolvimento informativo, no qual os usuários apenas fornecem ou recebem informações; (2) envolvimento consultivo, no qual os usuários participam para comentar um serviço ou conjunto de componentes predefinidos; e (3) envolvimento participativo, no qual os usuários influenciam decisões relativas a todo o sistema.

No nível de envolvimento informativo, Scariot, Heemann e Padovani (2012) descrevem o usuário como a principal fonte de informação. Nesse caso, o designer deve recorrer a técnicas de coleta de dados, como entrevistas, questionários, grupo focal, observação e demais procedimentos voltados ao levantamento de informações relevantes para o desenvolvimento do projeto.

De modo semelhante, no nível de envolvimento consultivo, os autores apontam que o designer pré-define as soluções e envolve os usuários para coletar suas impressões e opiniões sobre as propostas apresentadas (Scariot, Heemann e Padovani, 2012). Nesse nível, podem ser utilizadas as mesmas técnicas do nível anterior, bem como testes de usabilidade e teste piloto, para avaliar e aprimorar a solução proposta pelo designer.

O envolvimento participativo atribui maior poder ao usuário sobre as decisões relativas ao projeto como um todo. No entanto, requer maior planejamento e organização, ao utilizar técnicas de troca de experiências e geração de ideias, entre as quais Scariot, Heemann e Padovani (2012) citam oficinas de *storytelling*, *card sorting*, *brain drawing* e diário.

2.1.4 Comunicação

Para Chiu (2002), a comunicação é fundamental para a colaboração, não apenas no que se refere à comunicação humana entre os envolvidos, mas também à comunicação de dados, redes, arquivos, formatos e nomenclaturas. A autora destaca que a colaboração eficaz requer que os indivíduos compartilhem não apenas informações, mas também intenções, objetivos e contextos. Para isso, a comunicação precisa ser contínua, reflexiva e adaptativa, de modo a favorecer o alinhamento entre os participantes quanto às tarefas e aos papéis desempenhados.

A comunicação em processos de design colaborativo pode ocorrer de forma síncrona ou assíncrona, abrangendo diferentes níveis, individual, grupal e projetual. Isso significa que, em projetos colaborativos, não é necessário que os usuários estejam fisicamente presentes junto aos designers e desenvolvedores, uma vez que a interação pode ser mediada por ambientes virtuais de colaboração ou por plataformas digitais de trabalho remoto (Chiu, 2002).

Vendramini e Heemann (2015) destacam que a comunicação no design é multissensorial e multimodal, articulando dimensões práticas, experienciais, artísticas e emocionais. Essa diversidade amplia o potencial criativo das equipes e favorece a integração de perspectivas distintas, aspecto central para o desenvolvimento de soluções inovadoras e socialmente relevantes.

2.2 Design, colaboração e cocriação

Segundo Kleinsmann (2006), a colaboração no contexto do design configura-se como um processo complexo, que envolve o compartilhamento de conhecimento, a coordenação de atividades e a integração entre os diversos atores engajados no desenvolvimento de um produto. Esse processo requer a definição de objetivos coletivos e a construção de um entendimento mútuo tanto sobre os recursos disponíveis quanto sobre as tarefas necessárias para alcançá-los. Assim, torna-se essencial que os participantes desenvolvam uma visão comum e compartilhada acerca de todos os aspectos do projeto, criando uma base consistente para a tomada de decisões conjuntas.

Kleinsmann (2006) enfatiza que a colaboração é, antes de tudo, uma atividade coletiva que valoriza a experimentação e a diversidade de experiências provenientes de diferentes áreas do conhecimento. Para a autora, a efetividade dessa prática depende da participação ativa dos indivíduos nos processos de pensamento uns dos outros, o que promove uma experiência compartilhada. O alinhamento de visões, objetivos, compreensões e métodos é, portanto, fundamental para a gestão das diferenças de expertise e para a mediação de conflitos que podem emergir ao longo do processo de criação.

Complementando essa perspectiva, Kleinsmann e Valkenburg (2008) compreendem a colaboração no design como um processo no qual atores de

disciplinas variadas compartilham conhecimentos sobre o conteúdo e o processo de design, buscando construir um entendimento comum. Esse entendimento compartilhado possibilita a integração efetiva de saberes e a convergência de esforços em direção a um propósito único e coletivo, a criação de um novo produto ou solução para uma questão.

2.2.1 Abordagens colaborativa e cocriativas

Nos estudos sobre Recursos Educacionais, identifica-se um elemento fundamental para que ocorra a transformação esperada na educação: a possibilidade de estudantes, docentes e comunidade participarem ativamente da produção do conhecimento. Alinhadas a esses objetivos de uma educação aberta, a **cocriação** e a **colaboração** emergem como estratégias essenciais para promover essa transformação (Okada *et al.*, 2013).

Nesse cenário, as abordagens colaborativas no campo do design consolidam-se como práticas fundamentais para a construção coletiva do conhecimento e a democratização dos processos de criação. Essas abordagens deslocam o foco do designer, antes entendido como único especialista, para uma perspectiva em que usuários, comunidades e stakeholders atuam como agentes centrais, capazes de contribuir ativamente para a definição de problemas e a construção de soluções (Sanders; Stappers, 2008; Manzini, 2017).

De acordo com Paoliello e Heemann (2022), para que se alcance êxito e assertividade na construção colaborativa de soluções de design, ou mesmo de soluções educacionais, é essencial formar uma equipe na qual a colaboração entre os diferentes atores ocorra de maneira coordenada, valorizando as experiências individuais de cada participante. No contexto educacional, segundo Okada *et al.* (2014), uma equipe de cocriação de REAs pode ser composta por estudantes, professores, gestores, especialistas e demais comunidades envolvidas.

A formação dessas equipes multidisciplinares e diversas exige maior coordenação, mas amplia a possibilidade de assertividade do projeto. Essa perspectiva evidencia a importância de adotar uma abordagem colaborativa alinhada tanto às possibilidades dos usuários quanto às necessidades do projeto, de modo a potencializar a efetividade do processo de criação, conforme destacam Paoliello e

Heemann (2022), ao enfatizarem que a composição da equipe deve favorecer a integração de competências, a troca de saberes e a tomada de decisões compartilhadas.

Abordagens colaborativas podem ser úteis para promover aumento na possibilidade de êxito de um projeto social, pois ativa o público alvo como participante dos processos, dando voz à realidade em que estão inseridos, fazendo com que os projetos sejam executados de maneira mais realista (Paoliello; Heemann, 2022, p. 40).

Para Okada et al. (2013), a cocriação está alinhada aos princípios da Educação Aberta, pois estimula a colaboração, o reuso e a adaptação de recursos, ampliando seu impacto e fortalecendo uma cultura de inovação e aprimoramento das práticas pedagógicas. Além disso, a autora destaca que a cocriação em ambientes digitais potencializa o desenvolvimento de competências colaborativas, críticas e criativas, permitindo que professores e estudantes se tornem protagonistas no design de recursos educacionais.

Conforme Nielsen (2010), é possível encontrar diferentes definições para o termo cocriação, pois seu sentido depende do contexto em que se insere. Neste trabalho, considera-se a cocriação na perspectiva do design, sendo, portanto, sinônimo de *codesign*. Na perspectiva do design, Sanders e Stappers (2008, p. 1) definem a cocriação como uma abordagem que envolve a participação ativa das pessoas em todo o processo de design, desde a geração de ideias até a implementação.

O *codesign* caracteriza-se como uma prática colaborativa na qual designers e não designers atuam conjuntamente na formulação de soluções. Nesse contexto, o papel dos designers é o de facilitadores do processo, orientando e apoiando os participantes em suas contribuições, como defende Manzini (2008). Ainda segundo o autor, o co-design pode ser compreendido sob duas perspectivas: aberta e fechada. O co-design fechado ocorre em contextos em que o processo de cocriação é delimitado e controlado por especialistas, geralmente em ambientes estruturados, como laboratórios de pesquisa, workshops ou equipes de design previamente definidas.

Nesse modelo, os participantes externos, usuários ou outros atores sociais, colaboram de maneira orientada, seguindo parâmetros e métodos previamente estabelecidos pelos designers. Assim, a participação é mediada e possui limites claros, o que assegura maior controle sobre o resultado final, embora com menor abertura à espontaneidade e à diversidade de contribuições. Por outro lado, o *codesign* aberto caracteriza-se pela ampla participação e pela flexibilidade na construção das soluções, permitindo que atores sociais diversos, inclusive não especialistas, tenham papel ativo e autônomo no processo de concepção.

Em um processo de cocriação, as demandas se adaptam aos atores envolvidos, ao mesmo tempo em que o processo se torna mais complexo. Conforme Manzini (2017), à medida que os usuários contribuem, os papéis se alteram: o usuário, ou público, passa a ser considerado codesigner/coautor do processo, e os designers/pesquisadores passam a atuar também como facilitadores, além de delegar novas funções, o que demanda outras habilidades e competências; essa visão também é enfatizada por Nielsen (2010):

O usuário participa da coleta de conhecimento, da geração de ideias e do desenvolvimento de conceitos. O designer/pesquisador fornece ferramentas para a ideação e projeta o processo de inovação. O designer/pesquisador e o usuário colaboram no desenvolvimento das ferramentas de ideação. Finalmente, o designer/pesquisador dá forma às ideias (Nielsen, 2010, p.1).

Arimoto *et al.* (2016) complementa essa visão projetual ao afirmar que dentre outras funções desempenhadas, o designer deve modelar os conteúdos produzidos e sua relação com as atividades de aprendizagem, ferramentas, papéis envolvidos na intervenção de aprendizagem e os resultados de aprendizagem; este pode também atuar criador da mídia, ao selecionar e criar a mídia apropriada ao contexto do REA, garantindo sua precisão, consistência e organização.

2.2.2 A colaboração na construção de soluções ergonômicas

A colaboração em Design desempenha um papel essencial na criação de soluções ergonômicas, ao compartilhar conhecimentos, ideias, recursos e responsabilidades entre os indivíduos, de modo a assegurar que produtos, espaços e sistemas sejam adaptados às reais necessidades dos usuários. Ao reunir especialistas e usuários no processo de design, essa abordagem promove inovação,

inclusão e qualidade de vida, fortalecendo a relação entre ergonomia e experiência humana (Chiu, 2002).

Nessa perspectiva, o design tradicional assume caráter multidisciplinar no desenvolvimento de projetos e tem sido cada vez mais incorporado pelas organizações para o tratamento de temáticas emergentes, em contextos complexos e heterogêneos, por articular de forma colaborativa o *know-how* e a expertise de diferentes áreas e especialistas (Scariot, Heemann e Padovani, 2012).

Seguindo essa visão, na qual todos podem ser potenciais colaboradores, o designer passa a atuar no apoio e, em certos casos, como facilitador dos processos criativos. Manzini (2017) ressalta que esse “todos” não se refere apenas a indivíduos, mas também a organizações, entidades e governos, que podem atuar em colaboração na criação de produtos e serviços.

Como exposto anteriormente, a ergonomia busca adaptar produtos e ambientes às características físicas e cognitivas dos usuários. O design colaborativo potencializa essa missão ao incorporar experiências e conhecimentos diversos, de modo que as soluções ergonômicas se tornem mais eficazes e alinhadas às demandas reais dos usuários.

Na abordagem do design clássico, o pesquisador tende a assumir um papel mais passivo, limitando-se à observação do usuário e à realização de entrevistas como principal meio de obtenção de informações para o desenvolvimento de soluções. Em contrapartida, no *codesign*, ou design colaborativo, os papéis de pesquisador e usuário tornam-se mais concomitantes, à medida que o usuário é inserido ativamente no processo de criação, articulando seu conhecimento prático e sua experiência aos saberes técnicos e especializados do pesquisador.

Embora os papéis se tornem mais fluidos nas práticas de *codesign*, os designers continuam a desempenhar papel central nas equipes colaborativas, uma vez que aportam conhecimentos especializados que, em geral, não estão ao

alcance dos demais participantes. Segundo Manzini (2008), cabe aos designers facilitar a integração entre os diversos parceiros envolvidos na geração de ideias e soluções. Meroni (2008) destaca que esse profissional se torna um “designer social”, engajado em processos que estimulam a autonomia coletiva.

2.2.3 Colaboração e conectividade

A conectividade proporcionada pela internet, impulsionada pelos avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tem impactado significativamente os processos de design para a inovação social. Essa transformação ocorre porque tais tecnologias ampliam as possibilidades de participação e colaboração entre pessoas e organizações, permitindo o desenvolvimento conjunto de soluções em ambientes on-line e assíncronos.

Para que a colaboração se desenvolva de maneira efetiva, é indispensável a existência de um ambiente físico ou virtual que favoreça a comunicação entre os participantes e estimule o pensamento coletivo e o trabalho em conjunto (Chiu, 2002). Esses ambientes devem disponibilizar recursos e ferramentas que viabilizem o intercâmbio de informações, o diálogo contínuo e a construção de entendimentos compartilhados (Hargrove, 1998). Benkler (2006) demonstra que a organização de coletivos on-line tem gerado impactos significativos na mobilização cívica, na inteligência coletiva e nas dinâmicas de aprendizagem colaborativa, evidenciando o papel das redes digitais como mediadoras da inovação e da transformação social.

As plataformas digitais de colaboração têm se consolidado como espaços estratégicos capazes de articular diferentes atores sociais, como escolas, organizações da sociedade civil, governos locais e empreendimentos sociais, em torno da resolução colaborativa de desafios sociais, econômicos e ambientais. De acordo com Nemiro (2008), esses ambientes virtuais se caracterizam por promover maior produtividade, flexibilidade e efetividade colaborativa entre indivíduos geograficamente dispersos, favorecendo atividades criativas remotas.

Atualmente, há disponibilidade de inúmeras ferramentas digitais, como Figma, Miro e Mural, que exemplificam esse tipo de ambiente colaborativo voltado a

designers e especialistas, pois permitem a criação visual, o compartilhamento de ideias e a interação entre participantes em tempo real ou de forma assíncrona, ao viabilizar o registro e a troca de conteúdos diversos, como anotações, imagens, vídeos, áudios e documentos, acessíveis a todos os envolvidos no processo. Entretanto, essas plataformas podem ser de difícil utilização para não designers, o que influencia negativamente o processo de cocriação.

A cocriação parte do princípio de colaboração plena; por isso, para os educadores, é fundamental dispor de recursos técnicos adequados e de condições que garantam comunicação fluida e compartilhamento eficiente de informações (Nemiro, 2008). Para tanto, deve-se considerar as ferramentas colaborativas já utilizadas no contexto educacional ou, ainda, plataformas criadas exclusivamente para cocriação com educadores.

Um exemplo relevante no contexto brasileiro é a plataforma Criar Junto, que conecta professores, estudantes e organizações no desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas por meio do *crowdsourcing*, ou colaboração coletiva. Essa iniciativa é voltada à cocriação com um grande número de comunidades e usuários, fortalecendo práticas de coaprendizagem, engajamento social e inovação educacional, e demonstrando o potencial das tecnologias colaborativas na promoção de uma cultura de design e impacto social.

2.2.4 Métodos e técnicas cocriativas

Para que ocorra a cocriação plena, deve-se partir do princípio da colaboração entre indivíduos em busca de um objetivo comum. Conforme Heemann *et al.* (2010) a colaboração em seus diferentes níveis de envolvimento necessita de planejamento, de definição de metas e uma execução colaborativa, e para isto é necessário coordenação. Sanders e Stappers (2008) afirmam que a colaboração em design se desdobra de diferentes formas de acordo com a experiência e forma de pensar dos participantes, incitando a criatividade coletiva aplicada durante todo o processo de design.

A criatividade não é tratada como atributo individual, mas como capacidade emergente das interações entre participantes com diferentes saberes e experiências, que é o que Steen (2013) descreve como um processo de

investigação conjunta e imaginação compartilhada, no qual problema e solução se constroem simultaneamente. Mattelmäki e Visser (2011) reforçam essa perspectiva ao identificar que o *codesign* se caracteriza justamente por abordagens criativas e colaborativas que pressupõem o envolvimento ativo de não-designers como contribuintes legítimos do processo, desde que providos de ferramentas e condições adequadas à sua participação.

No *codesign*, conforme destaca Manzini (2017), o designer especialista atua como facilitador dos processos cocriativos, devendo dominar técnicas que estimule e engaje os outros participantes na atividade criativa. Sanders e Stappers (2014) sobre o processo de *codesign* exploram três abordagens fundamentais para colaboração e criatividade que podem ser aplicadas com participantes não especialistas (não-designers), seja de forma individual ou em pequenos grupos, facilitando sua contribuição ao longo das etapas do projeto.

O primeiro deles é a sondagem, que é um conjunto de ferramentas propostos pelos projetistas ou designers e enviados aos usuários finais e outras partes interessadas a fim de coletar insights subjetivos dos participantes. Conforme os autores, as sondas podem assumir uma grande variedade de formatos, como diários, cadernos de exercícios, câmeras com instruções, jogos, etc (Sanders e Stappers, 2014. p. 9)

O segundo método explorados pelos autores é o kit de ferramentas (*Toolkit* ou *toolbox*), que se trata de conjunto de ferramentas, guias e diretrizes que buscam oferecer aos não-designers um meio de participar como codesigners no processo de design. Essas técnicas devem facilitar a realização de tarefas e permitir aos participantes criar e comunicar suas ideias, facilitando a exploração de soluções de design de forma colaborativa tanto em nível individual quanto com pequenos grupos (Sanders e Stappers, 2014. p. 9)

No âmbito do design colaborativo-participativo, Scariot, Heemann e Padovani (2012) recomendam a utilização de técnicas de experimentação e externalização de ideias, como oficinas de *storytelling*, *card sorting*, *brain drawing*, *brainstorming* e diários reflexivos. Além disso, é possível citar outras técnicas já consolidadas nos processos colaborativos e criativos, como mapa mental, mapa conceitual, painel semântico, mapa de empatia, proto-persona e persona.

Haag e Marsden (2019), por sua vez, examinaram o uso de personas como método para desenvolver empatia em equipes de design formadas por estudantes sem experiência prévia em design, evidenciando que a construção e o uso contínuo de personas ao longo do processo favorecem a perspectiva centrada no usuário e ampliam a qualidade das decisões de design.

O terceiro e último método explorado por Sanders e Stappers (2014, p. 9) é chamado de Protótipos, tratando-se dos modelos tangíveis ou digitais que representam ideias ou conceitos, permitindo a avaliação e interação das soluções propostas. Os protótipos podem variar desde esboços iniciais, que representam apenas a ideia geral da solução, até versões de baixa ou alta fidelidade, mais próximas do resultado final e, em alguns casos, funcionalmente operacionais. Os autores listam uma grande variedade de protótipos que podem ser desenvolvidos a partir de uma ampla variedade de materiais, como argila, espuma, madeira, plástico, além de elementos digitais e componentes eletrônicos simples.

Quanto ao processo de prototipagem, Kleinsmann e Ten Bhömer (2020), ao investigarem os papéis de protótipos em processos de cocriação com múltiplos atores de diferentes formações, apontam que protótipos de baixa fidelidade funcionam como objetos geradores de discussão e plataformas de análise colaborativa, permitindo que participantes sem histórico compartilhado de trabalho conjunto explorem e avaliem direções de design sem que a execução técnica se sobreponha à intenção conceitual

2.2.5 Modelos colaborativos com educadores

Conforme Okada *et al.* (2013), a cocriação de REA depende da participação de diferentes atores, como educadores, estudantes e especialistas. Nessa direção, Tuhkala (2021), em estudos sobre design participativo com docentes, demonstrou que o envolvimento ativo desses profissionais é indispensável para a construção de soluções educacionais significativas, usáveis e sustentáveis. O autor observa que esses profissionais detêm um conhecimento situado sobre dinâmicas de sala, limitações estruturais, demandas curriculares e práticas sociais, conhecimentos esses inacessíveis a designers e especialistas externos.

Assim, a cocriação com educadores revela-se um caminho viável para a criação de REA em contextos mais específicos. A literatura científica apresenta

alguns modelos de *codesign* voltados à criação de recursos educacionais abertos e outros materiais educacionais envolvendo a participação de educadores, estes métodos são advindos de diferentes áreas como design universal, design instrucional e engenharia do conhecimento

Hutchins e Biswas (2024) relatam um processo de *codesign* com professores para a cocriação de tecnologia de suporte pedagógico, com mapeamento do fluxo de trabalho e análise dos papéis dos participantes. Os autores investigaram de que modo processos estruturados de *codesign*, mediados por ferramentas visuais, influenciam a qualidade pedagógica dos recursos produzidos.

Ainda no contexto do design, Kennedy *et al.* (2026) propõem um *framework* de design participativo para a cocriação de materiais didáticos com professores em contextos de baixa infraestrutura tecnológica, destacando a escuta ativa e a iteração como condições para o engajamento docente. De modo semelhante, Kim (2018) propõe um *framework* para integrar o uso de recursos educacionais abertos às atividades de design de materiais educacionais desenvolvidas por professores.

Zeivots *et al.* (2024) examinaram práticas de *codesign* no desenvolvimento curricular do ensino superior e observaram que processos colaborativos bem estruturados elevam a qualidade pedagógica das soluções produzidas e ampliam o desenvolvimento dos participantes. Ao mesmo tempo, os autores apontam que a qualidade e a eficácia do *codesign* variam conforme o perfil dos atores envolvidos e a abordagem adotada. O Quadro 1 demonstra o foco e as principais características dos três modelos apresentados.

Quadro 1 - Modelos de Codesign com Educadores

Autores	Foco	Características
Kim (2018)	Integração de REA em atividades de design de aulas na formação de professores	<i>Framework</i> fundamentado nas teorias da cognição distribuída e da aprendizagem baseada em exemplos; integração de REAs ao planejamento de aulas como estratégia para fortalecer o desenvolvimento profissional docente; compreensão da aprendizagem em níveis individual e sistêmico-cognitivo;

Hutchins e Biswas (2024)	Relatar e sistematizar uma abordagem de <i>codesign</i> com professores para cocriação de tecnologias educacionais	Fluxo de trabalho colaborativo para <i>codesign</i> de tecnologias educacionais em contextos de PBL para apoiar processos colaborativos entre pesquisadores e professores experientes e iniciantes; valorização do alinhamento entre tecnologia, estratégias pedagógicas e contexto escolar; suporte à integração de <i>feedback</i> docente na criação e implementação de tecnologias educacionais
Kennedy <i>et al.</i> (2026)	Integração entre <i>codesign</i> e pesquisa de implementação para formação docente em contextos de crise e baixa infraestrutura tecnológica	Modelo centrado na cocriação com educadores locais em contextos de conflito e crise; busca a promoção de espaços colaborativos online, híbridos e offline para participação ativa de professores em todas as etapas do processo, desde o design até a avaliação; valorização do conhecimento local e adaptação às necessidades contextuais; incentivo à formação de capacidades investigativas docentes por meio de abordagens de ciência cidadã; ênfase em acessibilidade digital, flexibilidade metodológica e sustentabilidade de iniciativas educacionais colaborativas

Fonte: produzido pelo autor (2026)

2.3.6 Síntese dos conceitos e estratégias

O referencial teórico acerca da colaboração e do *codesign* revelou-se fundamental para elucidar diversos aspectos estratégicos que nortearam o desenvolvimento desta dissertação. Contribuiu significativamente para o aprofundamento conceitual necessário à consecução dos objetivos propostos, tanto no processo de concepção do artefato quanto nas decisões de natureza projetual.

Esse embasamento teórico permitiu compreender de maneira mais ampla a relevância do design colaborativo/*codesign* para a presente investigação, uma vez que se configura como um processo dinâmico no qual diferentes atores compartilham conhecimentos, construindo coletivamente um entendimento comum. Essa construção conjunta visa à integração de saberes diversos com o propósito de alcançar um objetivo coletivo: o desenvolvimento de um recurso educacional aberto para educação ambiental (Kleinsmann, 2006).

Além da colaboração entre profissionais de distintas áreas de atuação, destaca-se, no âmbito do design colaborativo, a importância da inclusão ativa dos usuários finais no processo de criação. Conforme argumentam Sanders e Stappers (2008), a participação dos usuários deve transcender o papel de meras fontes de

informação, sendo essencial sua atuação como coautores do processo de design, especialmente nas etapas de geração, reflexão e discussão de ideias.

No entanto, para que a colaboração entre os diversos atores obtenha êxito é necessário que haja certo nível de planejamento, definição de metas e uma execução colaborativa, e para tanto é necessário coordenação que pode ser facilitada por uma liderança que desempenha um papel crucial na condução do processo colaborativo ao promover o envolvimento e as constantes trocas de ideias entre os indivíduos da equipe de desenvolvimento (Heemann *et al*, 2010).

No design colaborativo é crucial a criação de uma equipe multidisciplinar que abrange diversos conhecimentos e vivências importantes para o processo, no entanto, a colaboração com um grupo diversificado envolve diversos aspectos, incluindo barreiras de comunicação e interação, quanto à resistência ao compartilhamento de informações. Chiu (2002), considera a comunicação fundamental para a colaboração, devendo ser contínua, reflexiva e adaptativa, facilitando o alinhamento entre os participantes.

Para que a comunicação entre os participantes da equipe ocorra de forma contínua, reflexiva e adaptativa, os integrantes do grupo devem dispor de espaço físico ou virtual adequado, conforme sugere Hargrove (1998). No caso de uma colaboração de maneira síncrona, os integrantes devem dispor de dispositivos tecnológicos adequados e espaços virtuais interativos que facilitem a comunicação e criação, mas que sejam condizentes com suas capacidades técnicas e estruturais.

2.3 Ergonomia participativa: conceitos e aplicações

A ergonomia é uma disciplina científica e multidisciplinar que estuda a relação entre o ser humano e os elementos do seu ambiente de trabalho, com o objetivo de otimizar o bem-estar e a eficiência. Conforme definição da ABERGO (2023):

Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema.

Nesta perspectiva, o foco está na adaptação das condições laborais às características fisiológicas, psicológicas e cognitivas das pessoas, com vistas à promoção de segurança, conforto e produtividade, considerando suas características físicas, cognitivas e psicossociais, bem como suas capacidades, limitações e necessidades.

De acordo com as quatro aplicações da ergonomia propostas por Wisner (1987), ergonomia de concepção, correção, conscientização e participação, lida e Buarque (2021) destacam a ergonomia de participação por sua natureza colaborativa, na qual os trabalhadores são envolvidos de forma mais ativa na busca de soluções para o problema, com realimentação de informações para as fases de conscientização, correção e concepção.

Conforme Tappin (2008), o termo ergonomia participativa (EP) foi cunhado por Kageyo Noro e Andrew Imada na década de 1980, mais especificamente em 1984, e rapidamente passou a figurar como tema central em diversos artigos científicos e encontros acadêmicos, assumindo papel de destaque no campo da ergonomia. Sua relevância e aplicabilidade foi amplamente reconhecida, por exemplo, no Congresso da Associação Internacional de Ergonomia (IEA), realizado em Paris, em 1991.

Posteriormente, Noro (1994) consolidou o conceito ao definir a EP como “uma nova tecnologia para a disseminação da ergonomia”, enfatizando seu potencial de ampliação e democratização das práticas ergonômicas. Essa abordagem tem sido particularmente apropriada no contexto da macroergonomia, em razão de seu foco em sistemas sociotécnicos complexos e em processos organizacionais colaborativos mais amplos.

Diversas explicações têm sido apresentadas para a emergência e consolidação da EP. Imada (1991), por exemplo, associa sua origem ao desenvolvimento da macroergonomia, entendida como a terceira geração da ergonomia, caracterizada pela ampliação do foco de análise para além do posto de trabalho, com a incorporação de dimensões organizacionais, culturais e sociais.

Segundo Iida e Buarque (2021), a macroergonomia constitui um desenvolvimento voltado à interação entre homem, máquina, ambiente e organização, ocorrendo de baixo para cima, do nível micro para o macro. Nessa perspectiva, a macroergonomia baseia-se na análise de um sistema de trabalho ou de uma organização, que deve ser conduzida de forma holística, exigindo compreensão global dos processos e de suas inter-relações.

Partindo desse conceito, a macroergonomia busca projetar sistemas de trabalho compatíveis com princípios de sistemas sociotécnicos, assegurando que a integração entre os elementos humanos, tecnológicos e organizacionais seja equilibrada e eficaz. Em termos mais específicos, Wojcikiewicz (2018) afirma que a macroergonomia aborda questões como:

[...] comunicação, gerenciamento de recursos de equipe (ou recursos humanos), design de trabalho, design de horários de trabalho, trabalho em equipe, design participativo, ergonomia participativa, trabalho cooperativo, além de novos paradigmas de trabalho, organizações virtuais, teletrabalho e gerenciamento de qualidade (Wojcikiewicz, 2018, p. 27)

Concretizando este pensamento Iida e Buarque (2021) enfatizam que a ergonomia participativa é uma abordagem que envolve os trabalhadores ativamente no processo de solução de problemas relacionados às condições de trabalho, promovendo melhorias na saúde, segurança e eficiência:

Esse princípio é baseado na crença de que os usuários possuem um conhecimento prático, cujos detalhes podem passar despercebidos ao analista ou projetista. Além disso, muitos sistemas ou produtos são utilizados de modo não formal, ou seja, diferente daquele idealizado pelos projetistas, podendo provocar erros e acidentes (Iida; Buarque, 2021, p. 19).

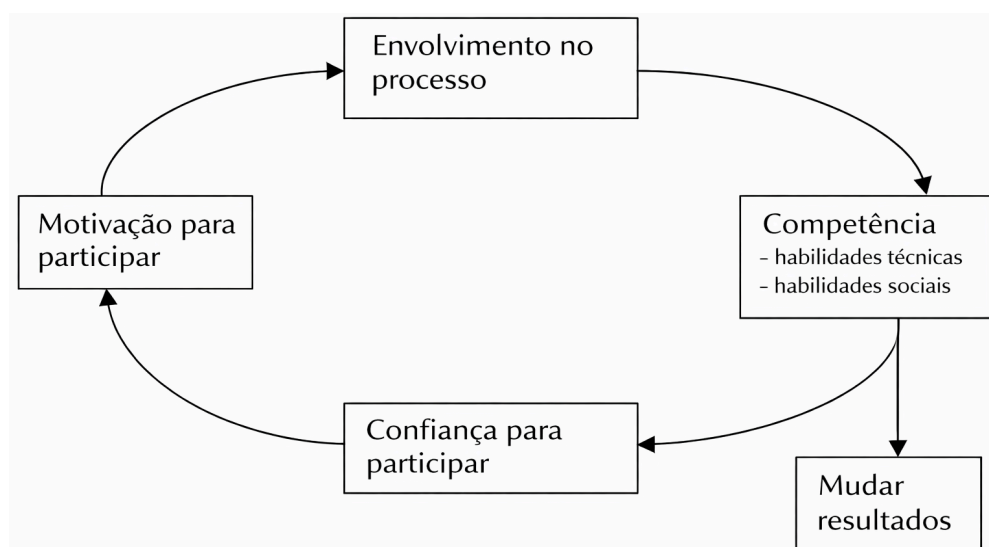
A Ergonomia Participativa (EP) é definida por Wilson (1995) como o envolvimento das pessoas no planejamento e no controle de uma parte significativa de suas atividades laborais, com conhecimento e poder suficientes para influenciar tanto os processos quanto os resultados, a fim de alcançar os objetivos desejados. Esse enfoque baseia-se em um método participativo, no qual o público envolvido no processo de trabalho contribui para intervenções mais assertivas.

A inclusão dos trabalhadores em todas as fases do processo de melhoria ergonômica é enfatizada por Weerdmeester (2008), que reconhece esses sujeitos como especialistas em suas próprias tarefas e, portanto, aptos a fornecer informações valiosas para a identificação de problemas e a proposição de soluções.

Além do aspecto técnico, a ergonomia participativa assume uma dimensão democrática, na medida em que valoriza a voz dos participantes e reconhece o caráter ético e político da distribuição do poder decisório ao longo do processo de design.

Haines *et al.* (2002) afirmam que o fato de a EP poder operar em vários níveis organizacionais e envolver diversas abordagens torna desafiador o estudo dos programas de EP descritos na literatura. Wilson (2005) representa o ciclo da ergonomia participativa por meio de um diagrama que evidencia seu caráter processual e o acúmulo progressivo de benefícios ao longo do tempo (Figura 2).

Figura 2 - Ciclo da Ergonomia Participativa



Fonte: Wilson (2005)

O ciclo proposto por Wilson (2005) é concebido como um processo contínuo, dinâmico e iterativo, no qual os trabalhadores e demais atores envolvidos participam ativamente da identificação de problemas, da construção coletiva de soluções e da avaliação dos resultados, contribuindo não apenas com seus

conhecimentos técnicos sobre o trabalho, mas também com habilidades sociais, como comunicação, cooperação, negociação e tomada de decisão.

Para Falzon (2007), a ergonomia participativa caracteriza-se como um processo no qual os usuários participam ativamente da análise e da transformação de seu próprio ambiente de trabalho, buscando modificar práticas, ferramentas e contextos organizacionais de modo a promover, simultaneamente, eficiência e bem-estar. Essa perspectiva destaca a centralidade da experiência dos trabalhadores e reforça a ideia de que melhorias ergonômicas eficazes devem emergir da interação contínua entre usuários e projetistas.

Contudo, Sundin *et al.* (2004) ampliam essa discussão ao afirmar que não basta aprimorar apenas os locais de trabalho e os sistemas de produção; é igualmente necessário considerar as etapas anteriores do processo produtivo, sobretudo aquelas que influenciam diretamente a forma como o trabalho será executado. Para os autores, o projeto do produto constitui um elemento fundamental, pois determina não apenas características funcionais e técnicas, mas também os requisitos físicos, cognitivos e organizacionais que impactarão os trabalhadores durante a fabricação, o uso e a manutenção.

Sundin *et al.* (2004) defendem que as intervenções ergonômicas convencionais, geralmente restritas à adaptação do posto de trabalho, tornam-se inadequadas diante dessa perspectiva integrada e antecipatória. Dessa reflexão surge o termo “design ergonômico participativo”, criado pelos autores para descrever métodos nos quais trabalhadores, ergonomistas, projetistas e outros interessados participam ativamente das etapas de concepção e desenvolvimento.

Essa forma de atuação busca assegurar que soluções ergonômicas sejam incorporadas desde o início, antecipando potenciais problemas e promovendo produtos e sistemas mais seguros, eficientes e alinhados às necessidades reais dos usuários. Assim, ergonomia e design deixam de ser etapas isoladas e passam a constituir um processo colaborativo e iterativo, coerente com uma visão sistêmica da atividade.

A proposta de Sundin et al. (2004) de integrar ergonomia e participação alinha-se à lógica dos objetos de fronteira, descrita por Broberg, Andersen e Seim (2011). De acordo com esses autores, artefatos compartilhados, como protótipos, mapas conceituais e guias de cocriação, atuam como mediadores que organizam o diálogo entre os diversos participantes durante o processo de design, promovendo compreensão mútua e decisões coletivas.

Essa visão também se conecta com as dimensões apontadas por Haines et al. (2002) no âmbito da ergonomia participativa, que enfatizam a necessidade de alinhar foco, envolvimento, recursos e suporte organizacional para que processos colaborativos sejam eficazes e duradouros.

2.3.1 Ferramentas e métodos da ergonomia participativa

Para Wisner (1987), a ergonomia constitui um campo de conhecimento científico voltado à compreensão das interações entre os seres humanos e os sistemas com os quais se relacionam, tendo como objetivo a concepção de artefatos, ambientes e processos que promovam conforto, segurança e eficácia no desempenho das atividades humanas. Essa perspectiva é reforçada por Montmollin (1990), ao destacar o papel da ergonomia na melhoria das condições de vida e de trabalho a partir da aplicação sistemática do conhecimento científico.

Nesse contexto, a ergonomia caracteriza-se por uma metodologia predominantemente qualitativa, sustentada por abordagens sistêmica e antropocêntrica, nas quais o sujeito da atividade ocupa posição central no processo de análise e de projeto (Moraes e Mont'Alvão, 2009). Essa orientação metodológica reconhece que o trabalho humano não pode ser compreendido de forma fragmentada, exigindo a consideração simultânea dos aspectos físicos, cognitivos, organizacionais, sociais e culturais que permeiam a atividade real.

A ergonomia participativa emerge, assim, como um desdobramento coerente desses fundamentos teóricos e metodológicos, ao incorporar de maneira explícita a participação ativa dos usuários, trabalhadores ou demais atores envolvidos nos processos de análise, concepção e avaliação de sistemas. Dessa forma, os métodos e técnicas ergonômicos não se limitam à coleta de dados, mas

tornam-se dispositivos mediadores do diálogo, da reflexão coletiva e da construção compartilhada de soluções (Moraes e Mont'Alvão, 2009;).

A literatura aponta que a prática ergonômica se apoia em um amplo repertório de métodos e técnicas, incluindo observações in loco, entrevistas individuais e em grupo, questionários, levantamentos físicos, registros sistemáticos da atividade, checklists, heurísticas, análises e avaliações de tarefas e sistemas ; Moraes e Mont'Alvão, 2009; Oliveira e Mont'Alvão, 2015). Quando articulados a abordagens participativas, esses instrumentos ampliam seu potencial ao favorecer a explicitação dos saberes tácitos dos participantes e a incorporação de suas experiências concretas no processo.

Com base na abordagem de participação em ergonomia discutida por Wilson (1991, 1995), existem diversas maneiras de aplicar a participação, incluindo formas consultivas ou representativas, nas quais os usuários ou seus representantes expressam ideias e opiniões enquanto a gerência mantém a decisão final. Neste trabalho, entretanto, enfatizam-se métodos de participação direta, em que os trabalhadores têm maior nível de influência sobre as decisões relativas às mudanças no local de trabalho.

Kogi (2006) argumenta que os métodos participativos de ergonomia são eficazes porque envolvem ativamente trabalhadores e gestores locais na identificação e resolução de problemas, favorecendo soluções de baixo custo, adaptadas ao contexto e focadas em melhorias graduais nas condições de trabalho. Esses métodos promovem um ciclo contínuo de aprendizagem e melhoria em aspectos organizacionais, no ambiente físico, no manuseio de materiais e no desenho de postos de trabalho, valorizando o conhecimento prático dos usuários.

Nessa perspectiva, a participação favorece a autonomia dos trabalhadores na construção de um trabalho mais centrado no ser humano, conforme também enfatizado por Imada (2000), ao discutir ergonomia participativa e redesenho organizacional. Entre os métodos participativos frequentemente associados à abordagem de Kogi (2006) e Imada (2000), destacam-se:

- 1) Oficinas participativas de análise do trabalho, com trabalhadores e gestores.
- 2) Listas de verificação e guias ilustrados construídos com os trabalhadores, como checklists participativos e action checklists.
- 3) Grupos de melhoria ou comitês de ergonomia locais que planejam e acompanham mudanças no posto de trabalho.
- 4) Projetos de redesenho de tarefas, layout ou equipamentos com coautoria dos usuários, em casos de ergonomia participativa e organizational design relatados por Imada.
- 5) Pequenos projetos-piloto de melhorias de baixo custo, implementados e avaliados pelos próprios trabalhadores, conforme descrito por Kogi.

No âmbito da ergonomia participativa, diversos autores ressaltam a relevância de ferramentas que favoreçam o diálogo, a construção de entendimentos compartilhados e a elaboração coletiva de soluções entre sujeitos com diferentes formações, repertórios e experiências. Entre essas ferramentas, destacam-se os chamados objetos intermediários ou objetos de fronteira, que atuam como mediadores no processo de interação entre especialistas e não especialistas, possibilitando que distintos tipos de conhecimento sejam expressos, traduzidos e articulados de maneira acessível (Vinck, 1996; Star e Griesemer, 1989).

O conceito de objetos de fronteira tem origem nos Estudos de Ciência e Tecnologia e refere-se a artefatos que são suficientemente “plásticos” para se adaptarem às necessidades locais e às formas de compreensão de diferentes grupos sociais, mas, ao mesmo tempo, suficientemente “robustos” para manterem uma identidade comum entre eles (Star e Griesemer, 1989).

Em consonância com a proposta de Star e Griesemer (1989), ainda que sem empregar exatamente os mesmos termos, Carlile (2002) aprofunda essa discussão ao identificar três categorias de objetos de fronteira no contexto do desenvolvimento de produtos. O Quadro 2 apresenta uma categorização dos objetivos de fronteira conforme propõe Broberg *et al.* (2011).

Quadro 2 - Categorização dos Objetos de Fronteira

Tipo de objeto	Registrado em processo de Ergonomia Participativa
Repositórios	Nenhum

Formulários e métodos padronizados	• Documentos • Blue print Ergonômico • Questionários • Relatórios de lesões • Listas de resultados e problemas • Inventário • Diagrama de layout • Esboços à mão livre • Desenhos • Diagramas • Tabelas • Relatórios de reuniões • Diagrama de Pareto • Diagrama de relações • Diagrama de árvore Pensamento inovador Testes de usabilidade Entrevistas em grupo focal
Objetos, modelos e mapas	Protótipos Teste de estações de trabalho e equipamentos Apresentação de slides com fotos do ambiente de trabalho CAD Visualização por computador, • 2D, • 3D, • Animação, • Manequim, • Ambiente virtual Maquetes em escala ou em tamanho real Jogos de produção Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe) Quadro de avisos sobre ergonomia
Discursos	Situação de questionamento Situação de ação típica Autoconfrontação Gravações em vídeo do trabalho Modelo de diálogo
Processos	Prototipagem Teste de novas formas de trabalho Visitar outros departamentos ou locais de trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Broberg *et al.* (2011).

A primeira refere-se aos repositórios, como bancos de dados de custos, sistemas CAD/CAM e bibliotecas de componentes, que organizam e disponibilizam informações compartilháveis entre diferentes áreas.

A segunda categoria engloba formulários e métodos padronizados, como padrões para relatar resultados, métodos de resolução de problemas e formulários de alteração de engenharia, os quais estruturam a comunicação e favorecem a comparabilidade entre perspectivas distintas. Por fim, a terceira categoria diz

respeito a objetos, modelos e mapas, incluindo esboços, desenhos de montagem, protótipos, maquetes, simulações computacionais, diagramas e mapas de processos, que materializam ideias e permitem sua manipulação coletiva.

Em síntese, os objetos de fronteira desempenham um papel fundamental no processo de design ao atuarem como mediadores da comunicação e da coordenação entre diferentes grupos sociais, como projetistas, designers, ergonomistas e usuários. Esses objetos possibilitam a construção de uma linguagem compartilhada, capaz de articular saberes distintos e promover a negociação de significados entre os envolvidos.

Por meio deles, os usuários podem desenhar, esboçar e externalizar suas ideias e perspectivas, tornando explícitos conhecimentos que frequentemente permanecem implícitos. Assim, os objetos de fronteira permitem que o conhecimento tácito dos trabalhadores influencie diretamente as decisões projetuais, permitindo testar ideias e prototipar soluções antes mesmo que elas se tornem definitivas e caras (Broberg *et al.* 2011).

2.4. Conceitos e abordagens dos Recursos educacionais

Na década de 1990, com o advento de melhores sistemas computacionais e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), emergiram novos conceitos e nomenclaturas. Nesse contexto, o conceito de objetos de aprendizagem surgiu como resposta à crescente demanda do aprendizado eletrônico (*e-learning*). Conforme Wiley (2003) o primeiro termo amplamente utilizado para caracterizar recursos educacionais digitais (REDs) foi “objeto de aprendizagem” (*Learning Object*).

Para Mendes, Almeida, Catapan, (2020) os OA são ferramentas de apoio ao professor, sendo seu uso dependente dos objetivos pedagógicos que este deseja alcançar. Para Wiley (2003) estes objetos podem ser comparados às peças do brinquedo infantil Lego, nas quais pequenos blocos encaixáveis podem ser unidos e reutilizados em diferentes combinações. De maneira análoga, podem também ser comparados a átomos, que, assim como os blocos de Lego, podem se combinar de diversas formas para originar novas estruturas.

Para Carneiro e Silveira (2014) os OA são:

[...] quaisquer materiais eletrônicos (como imagens, vídeos, páginas web, animações ou simulações), desde que tragam informações destinadas à construção do conhecimento (conteúdo autocontido), explicitem seus objetivos pedagógicos e estejam estruturados de tal forma que possam ser reutilizados e recombinaados com outros objetos de aprendizagem (Carneiro e Silveira, 2014, p. 239).

Desde o surgimento desses modelos e conceitos tecnológicos, inúmeros avanços têm sido observados na utilização de recursos digitais na educação. Mais recentemente, ganhou destaque o movimento que caracterizou e divulgou o Recursos Educacionais Abertos (REA), conhecidos internacionalmente como *Open Educational Resources* (OER), mais recentemente no Brasil o ministério da educação (MEC), tem utilizado o termo Recursos educacionais digitais (REDs) em suas plataformas e repositórios, e os classificam como materiais de apoio ao processo de ensino e aprendizagem disponibilizados em formato digital.

Inicialmente definidos pela UNESCO (2002) como quaisquer recursos educacionais baseados em tecnologia, disponíveis para consulta, utilização e adaptação por uma comunidade de usuários para fins não comerciais, pois fundamenta-se em dois princípios centrais: (i) a adoção de licenças que garantam flexibilidade e uso legal dos materiais didáticos; e (ii) a abertura técnica, que envolve o uso de formatos que possibilitem a adaptação e a redistribuição dos conteúdos.

Dessa forma, os REA referem-se a recursos educacionais de acesso livre e gratuito, que podem ser utilizados, modificados e compartilhados por diferentes públicos, favorecendo a colaboração e a disseminação do conhecimento. Depois de adotado pela UNESCO (2002) o termo REA foi descrito mais recentemente como:

[...] materiais de aprendizagem, ensino e pesquisa em qualquer formato e meio que residem no domínio público ou estão sob direitos autorais que foram liberados sob uma licença aberta, que permite o acesso sem custo, reutilização, adaptação e redistribuição por terceiros (UNESCO, 2019).

Ao aprofundar o conceito de abertura (*openness*) aplicado aos Recursos Educacionais Abertos (REA), Wiley (2003) propôs um conjunto de características consideradas desejáveis, denominado “os 4R dos REA”. Posteriormente, em 2014, o

autor ampliou essa concepção, incorporando um quinto elemento e consolidando o que passou a ser conhecido como “os 5R dos REA”. São eles:

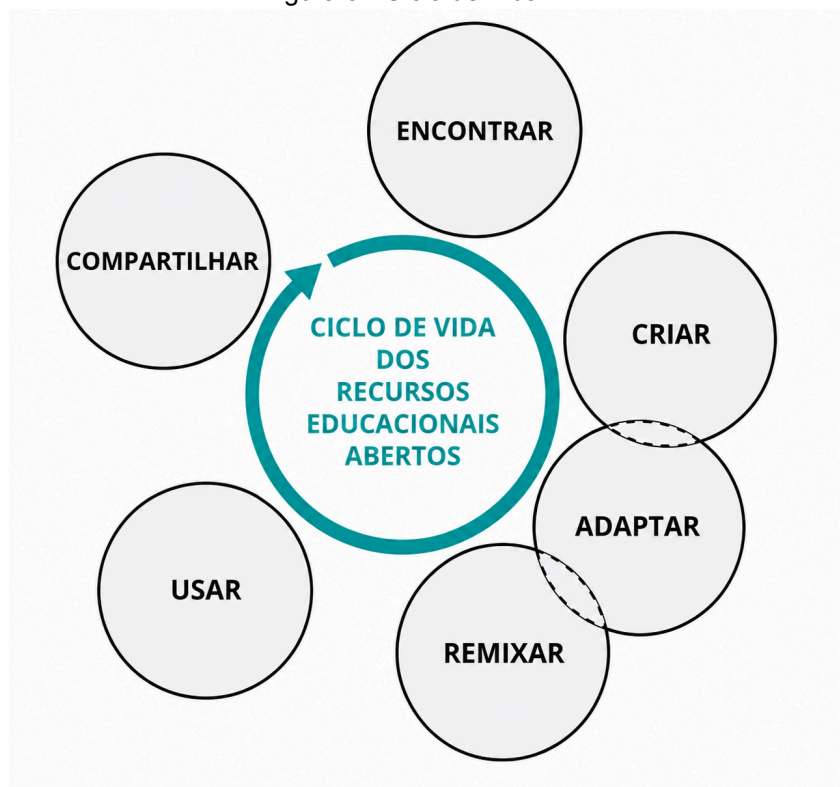
- Reúso – liberdade de utilizar o conteúdo em diferentes formas e contextos;
- Remix – liberdade de combinar, misturar ou integrar o REA a outros recursos para criar novos materiais;
- Revisão – liberdade de adaptar, ajustar, modificar ou alterar o REA de acordo com necessidades específicas;
- Redistribuição – liberdade de compartilhar cópias do REA original, bem como suas versões revisadas ou remixadas, com outras pessoas;
- Retenção – liberdade de fazer, possuir e controlar cópias do REA em qualquer dispositivo pessoal.

2.4.1 Ciclo de Vida REA

Grimm (2024) destaca que os 5R's da abertura, propostos por Wiley (2003), estabelecem as bases para que os Recursos Educacionais Abertos (REA) possam ser utilizados, reutilizados, revisados, remixados e redistribuídos de acordo com diferentes contextos educacionais, sendo continuamente complementados e compartilhados. Para a autora, o ciclo de vida dos REA apresenta uma dinâmica cíclica e um fluxo de aprimoramento contínuo, o que implica que esses recursos devem permanecer em constante movimento, de modo a expandir o acervo disponível e garantir tanto a qualidade quanto a aplicabilidade em múltiplos contextos de ensino e aprendizagem.

Esse ciclo intermitente dos REA, conforme definido pela Educação Aberta (2013), inicia-se a partir de uma necessidade — geralmente a busca por um material que possa contribuir para determinado momento educativo. A partir dessa demanda, configuram-se diferentes possibilidades de ação: encontrar, criar, adaptar, remixar, utilizar e compartilhar os recursos (Figura 3), etapas que expressam o caráter colaborativo e evolutivo inerente à filosofia dos REA.

Figura 3 - Ciclo de Vida REA



Fonte: Educação aberta (2013)

2.4.2 Modelos e guias para a criação de REA

Na literatura acerca do contexto brasileiro, destacam-se três modelos de desenvolvimento REA que envolvem a cocriação com educadores, com foco na criação e disseminação. O primeiro deles é o modelo de Arimoto *et al.* (2016), que apresenta abordagens sistemáticas e, ao mesmo tempo, flexíveis para apoiar e ajudar os professores a fazerem escolhas informadas em termos de criação de intervenções de aprendizagem pedagogicamente eficazes. prioriza a cooperação e a colaboração de todos os envolvidos no processo.

Outro modelo de desenvolvimento REA mais recente, foi proposto por Grimm (2024), que sistematizou um modelo de design colaborativo (*framework*) de REAs aplicado com participantes de diferentes perfis, identificando lacunas metodológicas relacionadas à participação assíncrona e à autonomia dos educadores no processo criativo.

Além disso, a autora (Grimm, 2024, p. 227), ao explorar desdobramentos de sua pesquisa, vislumbra o desenvolvimento de um artefato facilitador do design colaborativo de recursos educacionais, que vá além de um modelo colaborativo

complexo e facilite o desenvolvimento de materiais, orientando o docente por meio de ferramentas que favoreçam e motivem a troca de informações e documentos, bem como a manutenção de uma comunicação aberta entre os participantes.

Ainda no contexto brasileiro, destaca-se o modelo de Zancanaro (2015), que propõe um *framework* para a produção de REAs com foco na disseminação do conhecimento e na produção de REAs, ou na coordenação de sua produção, de forma individual ou em equipe interdisciplinar.

Nessas produções, a colaboração é ressaltada como elemento essencial para cocriação de REA, e são sugeridas ferramentas, embora o processo seja tratado de maneira intuitiva, como algo que ocorre naturalmente pela ação de contribuir (Grimm, 2021). O Quadro 3 a seguir apresenta o foco e as principais características de cada modelo.

Quadro 3 - Modelos Colaborativos de REA

Autores	Foco	Características
Zancanaro (2015)	Disseminação do conhecimento REA	Modelo busca a estruturação de um ciclo de produção composto pelas fases de análise e design, codificação, uso e avaliação e publicação; proposição de requisitos para produção de REAs; validação com especialistas e não especialistas; aplicação prática em equipe interdisciplinar; ênfase na reutilização, revisão, recontextualização e disseminação do conhecimento por meio de REA
Arimoto <i>et al.</i> , (2016)	Planejamento e gerenciamento de projetos REA	Modelo baseado em métodos ágeis, como SCRUM e XP, métodos que se concentram nos processos colaborativos e flexíveis de desenvolvimento, com foco na melhoria de qualidade e produtividade. O REA – AM-OER incorpora práticas de Design Instrucional visando a qualidade e facilitar a reutilização e adaptação dos REA.
Grimm (2024)	Colaboração e ciclo de vida dos REAs	Modelo desenvolvido com base em revisão bibliográfica, entrevistas com participantes de projetos REA e processos de cocriação; avaliação do artefato por especialistas e workshops colaborativos; incentivo à participação de diferentes perfis em processos síncronos e assíncronos; produção e compartilhamento do modelo e guia metodológico

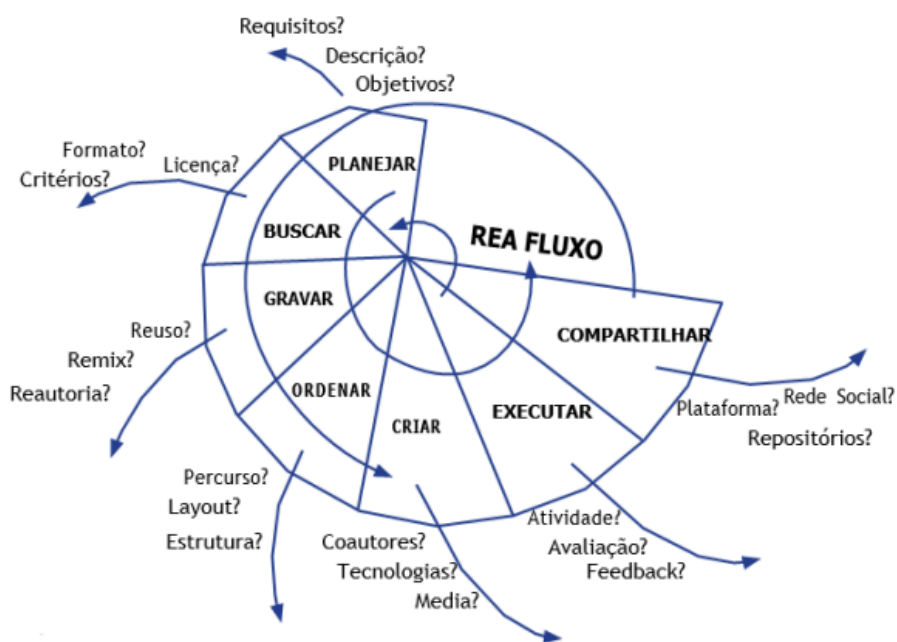
Fonte: produzido pelo autor (2026)

Para propor um modelo de colaborativo de REA, Grimm (2024) analisa e sistematiza diferentes modelos e ciclos de criação de Recursos Educacionais Abertos (REA), seu estudo evidenciou uma grande pluralidade de abordagens existentes e diferentes potenciais para fortalecer práticas educacionais mais

colaborativas, abertas e sustentáveis. A autora ressalta que esses modelos funcionam como guias metodológicos que apoiam educadores, designers e comunidades na prática, planejamento, desenvolvimento, implementação e aprimoramento de materiais educacionais de maneira participativa.

Entre os modelos discutidos, destaca-se a proposta de Okada (2013), que apresenta uma estrutura em espiral denominada Fluxo REA (Okada & Leslie, 2012). Essa estrutura é composta por sete etapas voltadas à concepção de recursos com foco no “reuso” ou reutilização. O processo inicia-se com o planejamento, no qual são definidos os requisitos, as descrições e os objetivos do material, permitindo que, posteriormente, possam buscar conteúdos de acordo com critérios previamente estabelecidos, como formatos e tipos de licença.

Figura 4 - Fluxo REA Proposto por Okada e Leslie (OER Flow Spiral)



Fonte: Okada *et al.* (2012).

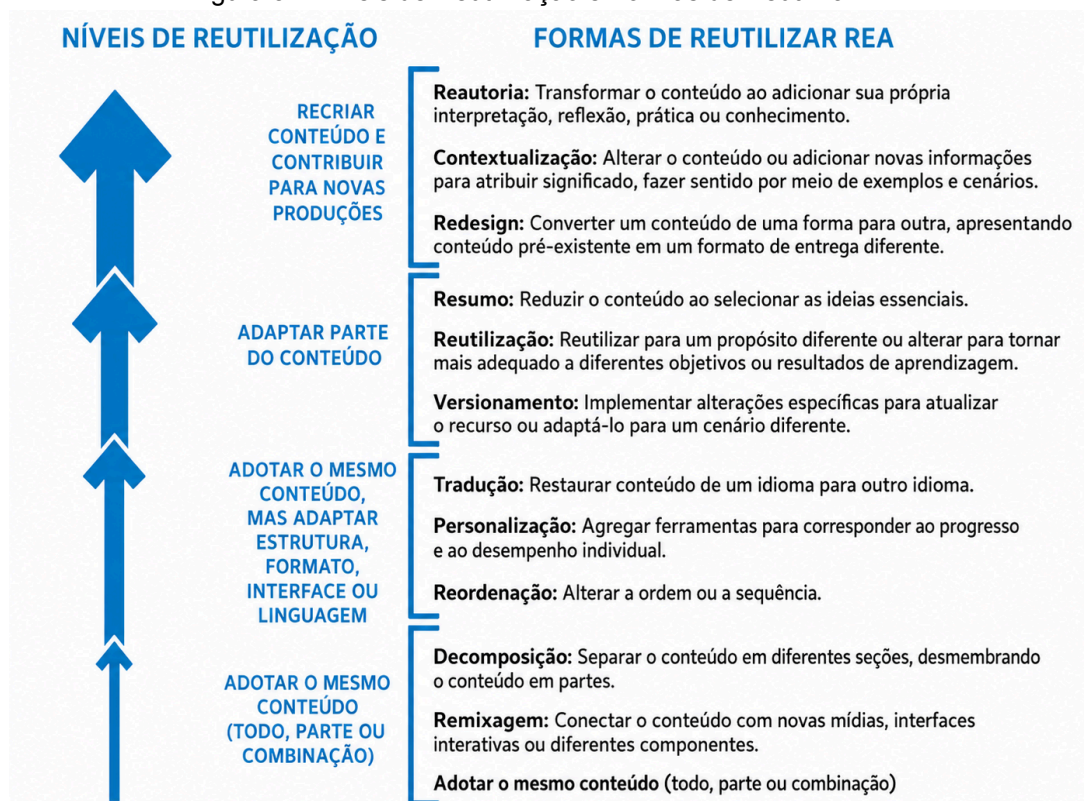
As etapas seguintes, gravar, ordenar e criar, concentram-se nos aspectos mais técnicos e produtivos do processo, envolvendo decisões diretamente relacionadas à elaboração do recurso. Já as fases finais incluem a execução, que contempla momentos de avaliação e incorporação de feedbacks, e o compartilhamento, etapa em que o REA é disponibilizado para a comunidade. Esse percurso evidencia o compromisso do modelo com a coaprendizagem, a colaboração distribuída e a construção coletiva do conhecimento (Okada, 2013).

Além disso, a abordagem valoriza os participantes como sujeitos ativos do processo, reconhecendo-os como coautores e estimulando práticas criativas abertas, bem como a reutilização crítica de conteúdos, tecnologias e metodologias. Nesse sentido, o Fluxo REA se destaca por articular práticas colaborativas a estratégias pedagógicas voltadas ao desenvolvimento de competências digitais e à formação de comunidades de aprendizagem conectadas.

Para Grimm (2024) quanto mais autores utilizam e compartilham REA, mais o fluxo se expande, configurando um movimento em espiral que fortalece os processos de reutilização, reautoria, coautoria e coaprendizagem, incorporando um conjunto mais amplo de estratégias e questionamentos orientadores para os autores ao longo do processo de criação.

Segundo Okada *et al.* (2013) a reutilização é um conceito-chave para educadores e estudantes criarem e disseminarem Recursos Educacionais Abertos (REA) e para designers de REA, considera de suma importância pois permite criar conteúdos com maior facilidade e flexibilidade para sua adoção e/ou adaptação. Assim, o processo de reutilização de REA possui diferentes níveis (Figura 5).

Figura 5 – Níveis de Reutilização e Formas de Reutilizar REA



Fonte: Okada *et al.* (2013).

Além de contemplar diferentes níveis e formas de reutilização que variam desde intervenções mínimas até processos mais complexos, nos quais o conteúdo se transforma em uma nova produção, o reuso envolve uma série de aspectos que precisam ser investigados e desenvolvidos de maneira articulada.

Essa necessidade torna-se ainda mais evidente diante da ausência de uma cultura consolidada de reutilização no contexto educacional. Entre esses aspectos, destaca-se a relevância do ciclo de desenvolvimento de conteúdos, que abrange dimensões pedagógicas, técnicas, legais e sociais, evidenciando que a reutilização não se restringe a uma ação meramente operacional, mas constitui um processo formativo, colaborativo e contextualizado (Okada *et al.*, 2013).

2.4.2.1 Guias e repositórios para disseminação dos REAs

Uma etapa fundamental do ciclo de vida dos Recursos Educacionais Abertos (REA) refere-se à possibilidade de localizá-los, acessá-los e compartilhá-los. Para que esses recursos alcancem seu pleno potencial educacional, especialmente no que se refere à adaptação, reutilização e redistribuição, é necessário que estejam disponíveis em ambientes que favoreçam sua circulação e disseminação.

Nesse contexto, os repositórios assumem papel central como espaços de armazenamento, organização e disseminação de REA. Essas plataformas podem assumir diferentes formatos, incluindo repositórios institucionais, repositórios abertos, catálogos colaborativos e portais multilíngues (Educação Aberta, 2011; Okada *et al.*, 2013; Furtado e Amiel, 2019; Grimm, 2024).

Furtado e Amiel (2019), no Guia de Bolso da Educação Aberta publicado pela Fiocruz, destacam iniciativas como o site da Iniciativa Educação Aberta e o Mapa Global de REA, além de portais nacionais como o MEC-RED, a RELiA e a plataforma REMAR, voltada à criação e ao compartilhamento de jogos educativos. Os autores também mencionam repositórios de uso mais amplo, como Vimeo, Wikimedia Commons e Internet Archive, que, embora não sejam exclusivos de REA, funcionam como espaços importantes de disponibilização de conteúdos abertos.

Ortiz e Dorneles (2022) ressaltam repositórios de reconhecimento internacional, como MERLOT e MIT OpenCourseWare, ao lado de plataformas brasileiras como CIÊNSAÇÃO, MEC-RED (Plataforma Integrada do MEC) e PROEDU, repositório da Rede de Educação Profissional e Tecnológica. Outras iniciativas mencionadas incluem o Portal Mapeamento REA (Brazil Program), hospedado na Wikiversidade, o portal UNIREDE e ambientes de compartilhamento de conteúdos diversos, como SoundCloud e SlideShare.

Santos (2013) apresenta um amplo inventário de iniciativas, contemplando repositórios institucionais como BibVirt e LabVirt (USP), o RIVED, o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), o Portal Domínio Público, o Portal do Professor, o repositório LUME (UFRGS) e o Portal Ciência à Mão. A autora também inclui cursos da FGV Online e o projeto REA Dante, além de experiências internacionais como UCT Open Content, iTunes U, OpenLearn UK, Connexions (cnx.org) e a African Virtual University.

Okada *et al.* (2013), por sua vez, destacam o *LabSpace*, da *Open University* do Reino Unido, o projeto OpenScout e sua Tool-Library, além de repositórios colaborativos como Jorum, Globe e ARIADNE. Somam-se a essas iniciativas plataformas amplamente utilizadas no movimento REA, como o OER Commons, biblioteca digital de recursos educacionais abertos, e o LibreTexts, que disponibiliza livros didáticos, avaliações e materiais abertos em diversas áreas do conhecimento. No Apêndice E encontra-se uma relação completa das plataformas e repositórios listados pelos autores, com possibilidades de recursos e tipos de materiais que cada plataforma abriga.

Para além dos repositórios institucionais e dos repositórios abertos, Butcher (2015) destaca outras possibilidades relevantes de produção e disponibilização de Recursos Educacionais Abertos. Uma delas é a criação de REA diretamente na internet, em ambientes que estimulam os próprios usuários a desenvolver e publicar seus materiais on-line. Essas plataformas funcionam, ao mesmo tempo, como espaços de autoria e de compartilhamento, favorecendo a colaboração e a construção coletiva do conhecimento. Um exemplo representativo desse modelo é o WikiEducator, que permite a criação, adaptação e disseminação de conteúdos educacionais de forma aberta.

Outra possibilidade apontada por Butcher (2015) refere-se à produção e circulação de REA por meio das redes sociais. O crescimento dessas plataformas e sua ampla adoção ampliaram significativamente as formas de publicação e difusão de materiais educacionais na internet. Algumas redes sociais oferecem recursos que permitem aos usuários compartilhar conteúdos com diferentes tipos de licenças, viabilizando práticas alinhadas aos princípios da educação aberta. Entre os exemplos mais conhecidos estão o YouTube, o Facebook e o Instagram, que, embora não sejam plataformas educacionais em sua essência, tornaram-se espaços relevantes para a divulgação e o acesso a recursos educacionais abertos.

Jensen e Kimmons (2022) desenvolveram Guias de Aprendizagem Abertos (GAA) que orientam o desenvolvimento e a avaliação REA em diferentes contextos escolares, buscando desenvolver recursos flexíveis e práticos. No cenário brasileiro destaca-se o Guia de bolso para criar e avaliar a qualidade de Recursos Educacionais Abertos desenvolvido pela Fiocruz, que aborda de forma abrangente o ciclo de vida desses recursos, incluindo conceitos, produção, avaliação e aspectos de licenciamento (Fiocruz, 2020).

No cenário internacional, destaca-se outra a iniciativa o *OER Creation Toolkit*, desenvolvido na Universidade da Regina; neste caso trata-se de um toolkit *codesign* que organiza os processos de cocriação em etapas iterativas como localizar, adaptar, criar e aplicar REA no ensino. Contudo, o modelo é voltado a uma produção individualizada, com consultas constantes a especialistas e outros profissionais para a criação de REA (COOL4ED, 2015).

Ambos os modelos contribuem significativamente para a disseminação da cultura de REA no cenário nacional e internacional, sobretudo ao sistematizar conhecimentos técnicos e orientar boas práticas. No entanto, esses materiais tendem a assumir uma abordagem predominantemente instrucional e individualizada, priorizando a transmissão de conteúdos e procedimentos em detrimento da mediação de processos colaborativos situados.

2.4.2.2 Tipos de Recursos Educacionais Abertos

Recursos Educacionais Abertos (REA) têm se consolidado como uma estratégia relevante para a democratização do acesso ao conhecimento e para a

promoção de práticas pedagógicas colaborativas no campo da Educação. De modo geral, compreendem materiais de ensino, aprendizagem e pesquisa disponibilizados em domínio público ou sob licenças abertas, que permitem seu uso, adaptação e redistribuição. Essa lógica dialoga diretamente com princípios como justiça cognitiva, bem comum e construção coletiva do saber ambiental (Santos, 2013).

O conceito de REA abrange uma ampla gama de objetos de aprendizagem, incluindo materiais de aula, referências e leituras, simulações, experiências e demonstrações, bem como planos de estudo, currículos e guias para professores. Mais do que a simples disponibilização de conteúdos, os REA se distinguem por incorporarem processos de abertura que possibilitam não apenas o acesso, mas também a adaptação, a remixagem e a redistribuição dos materiais. Tais características favorecem a produção colaborativa do conhecimento e ampliam as possibilidades de apropriação pedagógica dos recursos (Fiocruz, 2019).

No contexto brasileiro, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima reconhece os Recursos Educacionais Abertos como uma das principais ferramentas para democratizar o acesso ao conhecimento ambiental e promover práticas educativas inovadoras e contextualizadas. Esses recursos incluem materiais didáticos, vídeos, seminários, cursos e glossários desenvolvidos a partir das diretrizes do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) e orientados pelos princípios da educação ambiental crítica e transformadora (Brasil, 2013).

Conforme a Fiocruz (2019), existem diversos suportes e ferramentas disponíveis para a criação de Recursos Educacionais Abertos, assim como a possibilidade de utilizar materiais já existentes, adaptando-os ao contexto desejado ou incorporando melhorias conforme as necessidades pedagógicas. O guia inclui textos, estudos de caso, situações-problema, narrativas textuais, histórias em quadrinhos, áudios, fotonovelas, jogos, infográficos, quizzes, vídeos, animações e até cursos completos.

Essa diversidade de linguagens e suportes amplia as possibilidades de uso pedagógico dos recursos, favorecendo diferentes estilos de aprendizagem e

estratégias didáticas. A seguir, apresenta-se o Quadro 4, que sintetiza as diversas possibilidades de materiais que podem ser produzidos e disponibilizados como Recursos Educacionais Abertos, segundo o portal internacional *Open Education Resource (OER) Foundation* (2011) e o Guia REA da Fiocruz (2019).

Quadro 4 . Materiais e Formatos de REA

OER Foundation (2011)	Fiocruz (2019)
• Cursos completos • Materiais didáticos • Módulos, • Manuais, • Vídeos, • Testes, • Softwares, • Jogos • Simulações	• Cursos completos • Estudo de casos • Situações-problema • Narração textual • História em quadrinhos • Áudio • Fotonovela • Jogos • Infográficos • Quiz • Vídeos e Animações • Texto

Fonte: produzido pelo autor (2025)

Dessa forma, a construção de Recursos Educacionais Abertos (REA) envolve desafios e questões específicas, mas também oferece uma ampla gama de possibilidades de criação. Entre essas possibilidades, destacam-se fluxos e modelos de desenvolvimento que se caracterizam por robustez e flexibilidade, como o OER Flow Spiral (Okada e Leslie, 2012), o Ciclo de Vida dos REA (Educação Aberta, 2013) e os 5R dos REA (Wiley, 2003). Estes modelos contribuem para estruturar processos de criação mais abertos, iterativos e adaptáveis.

No âmbito da presente pesquisa, que investiga o uso de abordagens colaborativas e de princípios da ergonomia no desenvolvimento de produtos digitais voltados à Educação Ambiental, a criação de um Recurso Educacional Aberto configura-se como uma alternativa viável e coerente com seus pressupostos teórico-metodológicos. Sua natureza aberta favorece a construção de soluções de forma colaborativa, permitindo o alinhamento às necessidades específicas de professores e estudantes, bem como a contextualização dos conteúdos às realidades socioambientais locais.

Grimm (2024) entende que a possibilidade de adaptação contínua dos materiais tende a potencializar a sensibilização e o engajamento com temas

ambientais, fortalecendo práticas pedagógicas mais participativas, críticas e orientadas à sustentabilidade. Entre as vantagens pedagógicas dos REA articulados à Educação Ambiental, destaca-se a possibilidade de remixar recursos já utilizados em contextos semelhantes, o que permite ajustar conteúdos a diferentes realidades socioambientais e ampliar seu alcance e impacto educativo.

2.4.3 Como avaliar um REA

Segundo Arimoto *et al.*, (2016) a avaliação de um REA é realizada desde o início e de forma contínua ao longo de todo o processo de desenvolvimento, portanto para se desenvolver e avaliar um REA, além de métodos ágeis e contextualizado, é necessário a criação de uma equipe multidisciplinar, a fim de reunir os atores com habilidades necessárias para criar e avaliar.

Também é necessário, delegar funções dentro desta equipe formada. A equipe de desenvolvimento de REA deve conceber e criar os conteúdos e atividades, tais como edição de conteúdo, sequência de atividades de aprendizagem e integração de componentes multimídia. O revisor ou avaliador, deve implementar e executar as atividades de validação e verificação para garantir a qualidade do REA cocriado, este pode ser um dos cocriadores ou um especialista externo, dependendo do tipo de avaliação a ser empregada (Arimoto *et al.*, 2016).

De acordo com o Guia REA "Como criar e avaliar a qualidade de Recursos Educacionais Abertos", a qualidade dos REA constitui inquietação central para a comunidade educativa e para as instituições das redes de ensino, dadas as múltiplas dimensões envolvidas em sua criação e uso. A avaliação da qualidade é uma atividade multidimensional presente em todas as etapas do ciclo de produção do recurso, adotando enfoques processuais e interdisciplinares e envolvendo diversos atores internos e externos ao processo colaborativo (Fiocruz, 2015).

Entende-se qualidade de REA como uma propriedade atribuída ao recurso com base em um conjunto pré-estabelecido de dimensões e critérios; por isso, a avaliação requer conhecimento prévio dos métodos disponíveis, de suas vantagens, limitações e instrumentos de verificação (Fiocruz, 2015). O guia recomenda diferentes estratégias de validação: análises grupais (workshops, grupos

focais) com a equipe produtora, avaliação por especialistas e testes com usuários no contexto real de uso.

Quadro 5 - Métodos de Avaliação de Qualidade REA

Método	Aplicado por	Vantagens	Desvantagens
Guías	Equipe de produção	Auxiliam a equipe no desenvolvimento	Não há participação de pessoas externas (especialistas e usuários)
Avaliação por especialistas	Editores especialistas no tema	Incorporam melhorias o recurso, incentiva o trabalho colaborativo	Custo alto
Avaliação por usuário	Usuários e alunos	Sugestão de melhorias, adaptações, incentiva o trabalho colaborativo	Conflito de interesses

Fonte: adaptado de Fiocruz (2015)

No caso da avaliação, o processo deve ser transparente e contínuo segundo determinadas dimensões de qualidade. Tendo como referência a proposta Leacock e Nesbit (2007), apresenta-se os nove critérios aos quais podem ser utilizados para avaliar a qualidade técnica e pedagógica de um REA. A Figura 6 mostra as nove dimensões da avaliação do modelo LORI.

Figura 6 - Dimensões de qualidade LORI



Fonte: adaptado de Leacock e Nesbit (2007)

O instrumento de avaliação permite avaliar tanto as potencialidades pedagógicas quanto os aspectos interativos do recurso analisado, com base em uma escala Likert de 1 a 5, sendo cinco a pontuação máxima atribuída a cada critério. Assim, o modelo LORI (Learning Object Review Instrument), apresentado no Quadro 6, fornece algumas explicações sobre cada uma dessas 9 dimensões.

Quadro 6 - Critérios de avaliação de REA

Critério	Descrição
Qualidade do conteúdo	Avalia a precisão, confiabilidade e consistência das informações apresentadas no recurso, considerando a ausência de erros conceituais, omissões relevantes e vieses. Examina também se o conteúdo é atualizado, pertinente e adequado ao nível de conhecimento do público-alvo.
Alinhamento com os objetivos de aprendizagem	Verifica o grau de coerência entre os objetivos educacionais propostos, as atividades de aprendizagem e os instrumentos de avaliação presentes no recurso. Analisa se as atividades contribuem para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades necessários ao alcance dos resultados pretendidos.
Feedback e adaptação	Avalia a capacidade do recurso de fornecer retorno ao usuário sobre seu desempenho e progresso, bem como de adaptar conteúdos, estratégias ou formas de apresentação às características individuais dos aprendizes, incluindo idioma, contexto cultural e necessidades específicas.
Motivação	Examina o potencial do recurso para despertar e manter o interesse do usuário, considerando sua relevância, atratividade e adequação ao nível de conhecimento e às necessidades do público-alvo. Inclui elementos que favoreçam o engajamento e a continuidade do uso.
Design de apresentação	Refere-se à qualidade da organização visual e comunicacional do recurso, abrangendo clareza textual, legibilidade, coerência gráfica e uso adequado de elementos multimídia. Avalia se a apresentação facilita a compreensão e evita distrações ou sobrecarga cognitiva.
Usabilidade de interação	Analisa a facilidade de navegação e uso do recurso, considerando a consistência do layout, a intuitividade dos comandos e a eficiência na execução das tarefas propostas. Inclui a verificação de problemas técnicos que possam comprometer a experiência do usuário.
Acessibilidade	Avalia o grau em que o recurso atende a diferentes perfis de usuários, incluindo pessoas com deficiência, por meio da oferta de alternativas de acesso ao conteúdo, como descrições textuais, áudio e legendas.
Reusabilidade	Examina o potencial do recurso para ser utilizado em diferentes contextos educacionais, disciplinas ou níveis de ensino, considerando aspectos como modularidade, flexibilidade e possibilidade de adaptação.
Conformidade com padrões	Verifica se o recurso atende a normas técnicas e educacionais reconhecidas, especialmente quanto à estruturação de metadados, possibilitando sua catalogação, recuperação, interoperabilidade e integração em ambientes digitais.

Fonte: Leacock e Nesbit (2007)

Essa abordagem possibilita uma avaliação sistemática e comparativa dos objetos de aprendizagem, o que é fundamental para orientar o desenvolvimento de soluções digitais mais eficazes, alinhadas às necessidades dos usuários e aos objetivos educacionais propostos. Os resultados obtidos serão organizados em quadros comparativos que destacam os aspectos positivos e negativos de cada recurso avaliado, servindo como base para a definição dos principais requisitos a serem incorporados no modelo a ser desenvolvido.

2.5 Educação Aberta e Educação Ambiental

A convergência entre Educação Aberta e Educação Ambiental oferece um contexto propício a práticas pedagógicas colaborativas, inclusivas e orientadas à transformação socioambiental. Enquanto a Educação Aberta promove o acesso livre a recursos, saberes e ferramentas, incentivando a cocriação e a circulação do conhecimento (Okada *et al.*, 2013), a Educação Ambiental enfatiza a compreensão crítica das relações entre sociedade e ecossistemas, a promoção de valores de cuidado e a mobilização em prol da sustentabilidade (Loureiro, 2004).

A interseção dessas áreas, por meio do *codesign*, amplia o papel do educador como mediador e facilitador — não apenas transmitindo conteúdos, mas articulando processos participativos que valorizam saberes locais, abordagens interdisciplinares e tecnologias abertas. Arimoto *et al.* (2016) consideram os educadores usuários centrais, que, além de utilizar os REA, colaboram no desenvolvimento dos recursos ao indicar problemas, necessidades e características essenciais do material. Segundo os autores, os usuários de REA podem desempenhar as seguintes funções:

O educador oferece suporte na determinação dos componentes relevantes do REA. Desempenha um papel fundamental como criador e consumidor do REA, auxiliando no desenvolvimento e validação dos conteúdos e atividades; [...] É incentivado a se envolver em todo o projeto do REA para obter feedback desde o início e orientar o desenvolvimento (Arimoto *et al.* 2016, p. 212).

O Ministério da Educação (MEC), em documentos como o Guia de Materiais Didáticos para Recomposição das Aprendizagens (2025), concebe o professor como agente e usuário responsável por selecionar, adaptar ou produzir materiais, contando com suporte metodológico para sua integração. Para o MEC, esses materiais incluem livros didáticos e paradidáticos, além de recursos

educacionais digitais capazes de mobilizar e consolidar conhecimentos e habilidades dos estudantes e de viabilizar uma educação aberta (Brasil, 2025).

Os Recursos Educacionais Abertos (REA) fazem parte do escopo da Educação Aberta, abordagem reconhecida por sua contribuição à democratização do conhecimento e à promoção da aprendizagem colaborativa. A Educação Aberta articula a tradição de partilha de boas práticas entre educadores com a cultura digital contemporânea, fundamentando-se em colaboração, interatividade e inovação pedagógica.

No âmbito da Agenda 2030 e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4, a Organização das Nações Unidas (ONU) considera a Educação Aberta uma estratégia para assegurar educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Essa abordagem estimula o uso, a adaptação, a combinação e a redistribuição de recursos educacionais por meio de tecnologias abertas, priorizando softwares livres e formatos abertos, elementos que ampliam a autonomia e a participação dos sujeitos no processo (UNESCO, 2019).

Segundo Grimm (2024), a construção de projetos educacionais abertos requer a promoção de práticas pedagógicas fundamentadas na colaboração, na descoberta e na criação compartilhada de conhecimento. A autora destaca que o desenvolvimento de um Recurso Educacional Aberto (REA) deve partir da premissa de sua natureza essencialmente colaborativa, compreendendo que seu ciclo de vida “depende da construção coletiva por meio da participação ativa de educadores, estudantes, designers, desenvolvedores, entre outros” (Grimm, 2024, p. 25).

Segundo Amiel (2012), os REA representam não apenas objetos digitais acessíveis, mas também uma prática social que reflete valores de compartilhamento e colaboração no campo educacional. Para Santos (2013), a educação aberta e os REA configuram uma nova ecologia do saber, centrada na inclusão, acessibilidade, equidade e ubiquidade, alinhando-se às metas globais de desenvolvimento sustentável e às demandas da sociedade em rede.

2.5.1 Desafios e Barreira no uso e produção de REA na educação

Kennedy *et al.* (2026), ao estudarem a colaboração com educadores na implementação de cursos on-line abertos (MOOCs) de baixa infraestrutura, consideram que o contexto social, cultural, econômico, político, jurídico e físico desempenha papel decisivo na definição de qualquer política, programa ou prática educacional implementada.

Grimm, Padovani e Heemann (2024), em análise recente das necessidades dos diferentes usuários de REA, destacam a importância de compreender necessidades sociais, técnicas, institucionais e jurídicas para a produção desses recursos e para o envolvimento de educadores em processos colaborativos de produção de REA nas áreas de Educação e Design, necessidades que também devem ser consideradas no campo da educação ambiental.

No desenvolvimento desses recursos, os autores, com base em estudos da OECD (2008) e em entrevistas com participantes dessas áreas, identificam a existência de variadas barreiras no cenário educacional brasileiro que contribuem para os diversos desafios relacionados ao uso e à criação de REA. O Quadro 7 a seguir mostra como Grimm, Padovani e Heemann (2024) dividem e categorizam essas barreiras em sociais e técnicas.

Quadro 7 - Barreiras Sociais e Técnicas no Desenvolvimento REA

Barreiras Sociais	Barreiras Técnicas
Obstáculos Culturais e de Compartilhamento: Existe uma resistência cultural em relação ao compartilhamento e ao uso de recursos desenvolvidos por terceiros. Conflitos Interpessoais e Ego: O desenvolvimento colaborativo é dificultado por diferenças pessoais, conflitos, comparações e o "ego" dos envolvidos. Muitas vezes, o trabalho ocorre de forma autocentrada, sem que os processos pessoais sejam compartilhados com a equipe. Falta de Reconhecimento: Há uma barreira crítica no reconhecimento da autoria. Participantes relatam que professores que desenvolvem o conteúdo, por vezes, julgam que apenas eles devem receber os créditos, excluindo designers e revisores que atuaram na construção do recurso.	Domínio de Tecnologias e Softwares: Uma barreira central é a ausência de habilidades para utilizar certas tecnologias. Designers, por exemplo, enfrentam dificuldades em migrar de softwares proprietários para softwares livres. Abertura Técnica e Formatos: Para ser um REA, o recurso deve possuir "abertura técnica", utilizando formatos que permitam a adaptação e redistribuição, o que nem sempre é de domínio dos criadores. Produção de Mídias Específicas: Existe uma grande dificuldade em saber qual o software apropriado para cada tipo de mídia (como podcasts, vídeos ou animações) e como organizar o conteúdo de forma lógica. Gestão de Licenças e Direitos Autorais:

Dificuldade de Engajamento: Mobilizar voluntários e despertar o interesse acadêmico para o movimento de educação aberta é um desafio constante. Diferenças de Conhecimento: A disparidade nos "níveis de saberes" sobre REA entre os membros de uma equipe pode tornar o desenvolvimento complexo.	O conhecimento limitado sobre as leis de direitos autorais e sobre como aplicar as licenças (como <i>Creative Commons</i>) é uma barreira técnica e jurídica recorrente. Qualidade e Curadoria: Encontrar REA de alta qualidade para incorporar em novos projetos e acessar repositórios oficiais que ofereçam retorno aos desenvolvedores são desafios técnicos e logísticos citados.
--	---

Fonte: Grimm, Padovani e Heemann (2024)

Segundo a OECD (2008), as barreiras sociais no desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos (REA) abrangem desde a ausência de habilidades para utilizar determinadas tecnologias até obstáculos culturais relacionados ao compartilhamento e à utilização de materiais criados por terceiros. Esses obstáculos culturais envolvem a resistência de docentes e instituições em usar recursos que não foram desenvolvidos por eles mesmos.

A OECD (2008) ainda relata que, em diversos estudos de caso, a barreira social demonstra ser mais significativa para o sucesso de um projeto do que as barreiras técnicas, econômicas, políticas ou jurídicas. Além disso, a organização destaca a necessidade de enfrentar questões filosóficas sobre a natureza da propriedade e a validade do conhecimento, bem como promover conceitos como o altruísmo e os bens coletivos. Compreender essa perspectiva social é considerado fundamental para incentivar indivíduos e instituições a usar, produzir e distribuir REA de forma colaborativa.

2.5.1.1 Desafios pedagógicos da Educação Ambiental

Segundo Okada, Rosa e Souza (2020), a Educação Aberta em Rede, associada ao uso de tecnologias digitais e a novas abordagens pedagógicas, constitui uma estratégia relevante para preparar as atuais gerações de cidadãos para enfrentar desafios locais e globais cada vez mais complexos. Os autores destacam que questões sociocientíficas contemporâneas, como o aquecimento global, a degradação ambiental e o surgimento de novas doenças pandêmicas, a exemplo da COVID-19.

Diante da complexidade dos impactos socioambientais decorrentes da gestão inadequada de resíduos sólidos, a Educação Ambiental (EA) configura-se como campo estratégico para a formação de sujeitos capazes de compreender criticamente essas problemáticas e atuar de modo responsável em seus contextos de vida. Mais do que transmitir informações sobre preservação, a Educação ambiental envolve processos formativos que articulam valores, atitudes e práticas sociais, promovendo reflexão sobre os modos de produção, consumo e descarte que caracterizam a sociedade contemporânea (Pedersen; Manhice, 2020; Hu *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2017).

Nas escolas, a Educação Ambiental é reconhecida como tema transversal e interdisciplinar, devendo perpassar diferentes áreas do conhecimento e dialogar com a realidade dos estudantes, as competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Entre os objetivos da EA estão a tomada de consciência, a aquisição de conhecimentos, a mudança de comportamento, o desenvolvimento de aptidões e o estímulo à participação de indivíduos e coletivos (UNESCO, 1997).

Para Loureiro (2004), a Educação Ambiental parte do entendimento de que o ser humano é simultaneamente natural e social, cuja identidade se constrói na existência e na relação com o outro, ou seja, na alteridade. Nessa perspectiva, a EA tem por finalidade a transformação social, alcançando indivíduos e diferentes grupos sociais e orientando-se para a construção de novas estruturas institucionais.

Ao contribuir para a formação de sujeitos críticos e socialmente responsáveis, a Educação Ambiental identifica na gestão de resíduos sólidos um campo temático apropriado para articular experiências cotidianas e discussões sobre cidadania e sustentabilidade. Essa abordagem requer o desenvolvimento de recursos pedagógicos contextualizados, participativos e abertos, como os Recursos Educacionais Abertos (REA), capazes de dialogar com diferentes realidades e favorecer práticas educativas mais críticas e colaborativas.

2.5.1.2 Gestão Resíduos sólidos no contexto da educação ambiental

Jacobi e Besen (2011) assinalam que um dos desafios contemporâneos é o aumento da geração de resíduos sólidos e a dificuldade de estabelecer formas

ambientalmente seguras para seu descarte. A preocupação global com os resíduos sólidos, especialmente de origem domiciliar, intensificou-se em função do crescimento da produção, da gestão inadequada e da escassez de locais apropriados para destinação final. Nessa perspectiva, Xu *et al.* (2022) destacam que a gestão de resíduos sólidos, no âmbito da globalização, torna-se elemento relevante para a continuidade da sobrevivência humana.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determina que a gestão integrada de resíduos seja acompanhada por ações de educação ambiental. A PNRS e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) utilizam a educação para orientar instituições geradoras e a população sobre meios de reaproveitamento e descarte, constituindo base para o planejamento da coleta seletiva pelos municípios.

O marco legal que legitima os resíduos sólidos como materiais passíveis de separação, reciclagem e reutilização foi instituído pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada em 2010. A Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, define resíduos sólidos como sendo:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Em consonância com essa abordagem, Bensen *et al.* (2010), apud Jacobi e Besen (2011), evidenciam as consequências decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos. Os autores ressaltam que a gestão ineficiente desses materiais provoca diversos impactos socioambientais relevantes, conforme exposto a seguir:

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final. (Bensen *et al.*, 2010 *apud* Jacobi; Besen, 2011, p. 135).

Apesar dos avanços em políticas públicas e normas voltadas à promoção de práticas sustentáveis, parte da população ainda apresenta dificuldades para compreender e adotar procedimentos corretos de separação e descarte de resíduos. Barreiras como falta de conhecimento, obstáculos culturais, dificuldades na adaptação de rotinas e a percepção de que o processo é trabalhoso são frequentemente apontadas como entraves à participação cidadã (Pedersen; Manhice, 2020; Hu *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2017; Hou, 2020).

Estudos recentes indicam que a má gestão e o descarte inadequado de resíduos sólidos produzem impactos socioambientais significativos, tais como degradação do solo, comprometimento de corpos d'água, aumento da ocorrência de enchentes, poluição atmosférica e proliferação de vetores de doenças em áreas urbanas (Wu *et al.*, 2020; Besen *et al.*, 2010). Xu *et al.* (2022). Jacobi e Besen (2011) ressaltam que o crescimento populacional, o aumento da expectativa de vida, a intensificação da urbanização e a expansão do consumo de novas tecnologias contribuem para a geração de volumes crescentes de resíduos sólidos.

Fatores como nível socioeconômico, acesso à informação, educação ambiental, normas sociais e percepção de controle sobre o próprio comportamento influenciam a intenção e a prática da separação de resíduos (Padilha; Trujillo, 2018; Tang *et al.*, 2023; Knickmeyer, 2020; Wang, 2021). A adesão plena ainda não foi alcançada, o que indica a necessidade de estratégias que ultrapassem a normatização, incorporando ações de educação continuada (Pedersen; Manhice, 2020; Hu *et al.*, 2021; Xu *et al.*, 2017; Knickmeyer, 2020).

3. MÉTODOS E TÉCNICAS

3.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo adota caráter exploratório e qualitativo, o que implica um planejamento flexível, sensível às condições emergentes do campo de investigação e orientado, ao mesmo tempo, para a identificação de caminhos de proposição de soluções aplicáveis. A pesquisa fundamenta-se na abordagem qualitativa, na qual, segundo Creswell (2014), a investigação ocorre em seu contexto natural, com o pesquisador como instrumento central de coleta e análise dos dados, e com ênfase na construção de significados junto aos participantes.

Entre as possibilidades de desenho qualitativo descritas por Creswell (2014), este estudo se aproxima de um estudo de caso de caráter exploratório, pois busca compreender em profundidade um fenômeno delimitado, a cocriação de recursos digitais para a educação ambiental com educadores de uma escola pública de São Luís (MA). Assim, mais do que generalizar resultados, pretende-se gerar conhecimento situado, articulando compreensão teórica e proposição de soluções aplicáveis ao contexto investigado.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso configura-se como uma estratégia metodológica apropriada para investigar fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente delineados. Neste estudo utilizou-se uma metodologia qualitativa de estudo de caso para abordar as questões de pesquisa e desvendar as práticas e experiências dos participantes: (1) Questionário online, (2) Entrevistas semiestruturadas individuais e (3) Workshop cocriativo.

3.2 Seleção do método

A presente pesquisa adota como método norteador o *Design Science Research (DSR)*. De acordo com Dresch *et al.* (2015), trata-se de um método voltado à ciência do design, cujo propósito é compreender fenômenos e a partir dessa compreensão identificar, construir e avaliar soluções para problemas reais. Sua estrutura fundamenta-se em etapas iterativas, que permitem a construção progressiva e a avaliação contínua de artefatos.

No contexto deste estudo, o DSR será empregado no desenvolvimento de um recurso digital educativo, elaborado de forma colaborativa com professores da rede pública de São Luís (MA), com foco na conscientização e no ensino da gestão adequada de resíduos sólidos. O método foi escolhido por se apresentar como uma abordagem eficaz para investigações no campo do design e da educação, pois possibilita não apenas a criação de artefatos inovadores, mas também a produção de conhecimento científico aplicável à realidade investigada.

Segundo Simon (1996), um artefato pode ser entendido como qualquer entidade não natural, concebida pelo ser humano para melhorar a eficiência organizacional, a qualidade de vida ou a coesão social. March e Smith (1995) complementam essa compreensão ao indicar que os artefatos podem assumir múltiplas formas, como modelos, métodos, constructos ou instâncias, a depender da natureza da solução. Nesta pesquisa os artefatos gerados assumiram as formas de um *framework* (modelo de *codesign*) e *Toolkit* (conjuntos de técnicas).

Para Hevner *et al.* (2004), o DSR deve atender simultaneamente a dois requisitos centrais: relevância e rigor. A relevância diz respeito à resposta a problemas concretos e socialmente significativos, enquanto o rigor refere-se à necessidade de ancoragem em bases teóricas sólidas e em processos sistemáticos de avaliação dos artefatos desenvolvidos. Esses princípios evidenciam que a construção de artefatos deve estar vinculada a problemas reais, relevantes para a sociedade e para o campo científico.

Além disso, os princípios de Hevner *et al.* (2004) reforçam que o processo de design (desenvolvimento) deve ser conduzido de forma iterativa e comunicável, isto é, estruturado em ciclos de construção, avaliação e refinamento, com resultados claramente disseminados tanto para a comunidade acadêmica quanto para os profissionais da área de aplicação. Essa orientação é especialmente relevante para pesquisas em educação e design, pois assegura que o artefato desenvolvido seja não apenas tecnicamente sólido, mas também socialmente útil e compreensível para seus usuários finais.

3.3 Etapas e Procedimentos

As fases do método DSR podem variar conforme a abordagem e finalidade, no entanto há consenso sobre a estrutura básica do processo, tais fases garantem a articulação entre o rigor científico e a relevância prática, dois pilares fundamentais do DSR defendidos por Hevner *et al.* (2004).

Neste trabalho, adota-se o modelo proposto por Dresch, Lacerda e Antunes (2015), cuja estrutura apresentada na Figura 7 é composta por quatro grandes fases: (1) DESCOBERTA, (2) PROPOSIÇÃO DO ARTEFATO, (3) AVALIAÇÃO DO ARTEFATO e (4) APRENDIZAGEM.

Figura 7 - Visão geral do Método



Fonte: elaborado pelo autor (2026)

O levantamento teórico possibilitou identificar lacunas e oportunidades relacionadas à produção colaborativa de recursos educacionais com professores da educação ambiental. Durante a pesquisa, esses achados são articulados aos dados produzidos no campo por meio da triangulação das informações, fortalecendo a formulação das contribuições e recomendações apresentadas.

Cabe ressaltar que, na aplicação do método DSR em atenção aos múltiplos aspectos da colaboração com educadores, foram propostos dois artefatos orientadores do processo de cocriação de recursos educacionais para a Educação Ambiental. O primeiro consiste em um *framework* que fornece uma estrutura lógica e

organiza o fluxo de cocriação de REA com educadores, desde as fases preliminares até sua indexação e disseminação.

O segundo artefato consiste em um *toolkit* de *codesign*, entendido como um conjunto de ferramentas de design selecionadas pelo designer-pesquisador e organizadas em um template virtual para viabilizar a cocriação remota com os educadores. O uso desses artefatos permitiu gerar um protótipo de REA com a participação de três professores, cujas avaliações e resultados são descritos nos capítulos subsequentes.

Grimm (2024) destaca, como possibilidade de aprimoramento de modelos de design colaborativo para REA, a incorporação de hiperligações que conectem as etapas do processo a tarefas específicas, exemplos e conteúdos de apoio. Essa recomendação busca tornar os modelos mais operacionais e orientados à ação, reduzindo o nível de abstração recorrente em representações processuais.

Em consonância com essa perspectiva, o presente estudo desenvolve um artefato estruturado como guia navegável, no qual as fases do processo de cocriação são associadas a instrumentos práticos, templates e recursos digitais, de modo a facilitar sua aplicação por professores no contexto da Educação Ambiental.

3.3.1 Fase 1: Descoberta

Para o atendimento desses objetivos, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: (a) Revisão Bibliográfica Narrativa (RBN); (b) Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS); (c) pesquisa de campo, composta pela aplicação de questionário e pela realização de entrevistas semiestruturadas com profissionais da Educação Ambiental; e (d) análise de artefatos similares.

Os dados obtidos nesta fase subsidiaram a construção do referencial teórico da pesquisa (Sessão 2), a análise de artefatos similares, a definição dos requisitos do modelo de cocriação e a elaboração de recomendações fundamentadas na ergonomia e no design, que orientaram o desenvolvimento do artefato proposto.

O levantamento teórico possibilitou identificar lacunas e oportunidades relacionadas à produção colaborativa de recursos educacionais com professores da educação ambiental. Durante a pesquisa, esses achados são articulados aos dados produzidos no campo por meio da triangulação das informações, fortalecendo a formulação das contribuições e recomendações apresentadas.

a) Revisão bibliográfica

De acordo com Gil (2002), a pesquisa bibliográfica baseia-se em materiais previamente elaborados, como livros, teses, dissertações e artigos científicos. Neste trabalho, esse tipo de pesquisa constitui ferramenta para identificar os referenciais teóricos que fundamentam a investigação e para mapear estudos já realizados sobre a temática.

A revisão bibliográfica foi estruturada em dois momentos complementares, com a finalidade de oferecer uma base teórica consistente à pesquisa. Inicialmente realizou-se uma Revisão Bibliográfica Narrativa (RBN), seguindo o modelo de Khan *et al.* (2003), que propõe cinco etapas principais: formulação da questão de pesquisa; definição das bases de dados e dos critérios de busca; identificação dos estudos relevantes; síntese das evidências e interpretação dos resultados; e avaliação crítica dos achados.

A RBN teve por objetivo identificar autores, conceitos e obras relevantes à temática, com foco nas abordagens de colaboração e cocriação em design e nos princípios da ergonomia participativa. Essa revisão permitiu compreender os termos e correntes teóricas associados à participação e colaboração de usuários no processo de design, servindo como base conceitual preliminar e para o levantamento de requisitos projetuais.

Em seguida, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), orientada pelo protocolo de Conforto *et al.* (2011). Esse protocolo, denominado RBS Roadmap pelos autores, estrutura-se em três macrofases — Entrada, Processamento e Saída — distribuídas em 15 etapas, conforme apresentado no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 - RBS Roadmap.

Fase	Etapas
1. Entrada	1.1 Definição do problema
	1.2 Definição dos objetivos (devendo estar alinhados aos objetivos de pesquisa)
	1.3 Revisão bibliográfica preliminar para a definição das palavras chave, artigos, autores e periódicos relevantes para o tema
	1.4 Definição dos *strings* de busca (termos de busca)
	1.5 Definição dos critérios de inclusão dos artigos
	1.6 Definição dos critérios de qualificação para avaliar a relevância dos artigos (método de pesquisa, quantidade de citações, classificação do periódico, entre outros)
	1.7 Definição do método e das ferramentas de busca
	1.8 Definição do cronograma da RBS
2. Processamento	2.1 Filtro 1: leitura do título, resumo e palavras chave
	2.2 Filtro 2: leitura da introdução e conclusão
	2.3 Filtro 3: leitura completa
3. Saída	3.1 Inserção de "alertas" nos principais periódicos para a atualização
	3.2 Cadastro e arquivo dos estudos
	3.3 Elaboração de síntese da bibliografia
	3.4 Construção de modelos teóricos

Fonte: Conforto *et al.* (2011)

Esta etapa da pesquisa consistiu em uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) conduzida com base no modelo de Conforto *et al.* (2011). O objetivo foi identificar, analisar e sintetizar estudos de design colaborativo que envolveram professores como participantes centrais no desenvolvimento colaborativo de recursos educacionais abertos. Especificamente, buscou-se localizar estudos publicados entre 2020 e 2025, analisar os temas investigados, os métodos empregados e os resultados principais, bem como organizar e sintetizar os achados da literatura recente.

Como fontes primárias de busca foram definidas as bases ScienceDirect e Blucher Proceedings. A estratégia de busca baseou-se em conceitos identificados previamente na Revisão Bibliográfica Narrativa (RBN), empregando combinações de descritores em português e inglês relacionados a design colaborativo, *codesign*, recursos educacionais abertos, educadores e professores.

Os critérios de inclusão abrangeram apenas publicações revisadas por pares, datadas entre 2020 e 2025, em português ou inglês, que descrevessem a participação ativa de professores em processos de colaboração virtual direcionados à criação de recursos ou artefatos educacionais.

A organização e o registro das informações foram realizados com o auxílio do Google Sheets e do NotebookLM. Inicialmente, elaborou-se uma planilha contendo os dados brutos da pesquisa, incluindo as strings utilizadas, as bases consultadas, o número de resultados obtidos e os filtros aplicados em cada etapa.

A seleção dos estudos seguiu quatro etapas sucessivas. No Filtro Preliminar (FP) analisaram-se títulos e palavras-chave, excluindo-se trabalhos não compatíveis com os critérios e removendo-se registros duplicados. No Filtro 1 (F1) procedeu-se à leitura dos resumos dos artigos aprovados no FP, mantendo-se apenas os alinhados aos critérios de inclusão.

No Filtro 2 (F2) foi realizada a leitura das introduções e conclusões dos estudos aprovados em F1, aplicando-se novamente os critérios definidos. Por fim, o Filtro 3 (F3) contemplou a leitura integral dos artigos selecionados, resultando no corpus final da revisão.

Os estudos aprovados em F3 foram armazenados e organizados no NotebookLM, e posteriormente classificados quanto à relevância para a pesquisa. Os artigos considerados de alta relevância foram submetidos à análise de conteúdo temática, conforme Bardin (2011), método que permite identificar, sistematizar e interpretar categorias e significados presentes no material.

A análise desenvolveu-se em três fases. Na pré análise organizou-se o corpus, realizou-se leitura flutuante dos documentos e definiu-se as unidades de registro. Na exploração do material, os conteúdos extraídos foram codificados e agrupados em categorias temáticas relacionadas ao objeto de investigação, tais como colaboração docente, processos de cocriação, recursos digitais e práticas de educação ambiental.

Na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, os dados categorizados foram confrontados com o referencial teórico, permitindo

elaborar sínteses analíticas, identificar lacunas na literatura e construir subsídios teóricos para o desenvolvimento da pesquisa.

b) Questionário Online

Gil (2017) define o questionário como o instrumento de coleta de dados da pesquisa, sendo composto por um conjunto de questões apresentadas por escrito aos respondentes, com a finalidade de identificar conhecimentos, opiniões, atitudes, comportamentos e características de um determinado grupo. Para Santos (2018), o questionário é um método de pesquisa de natureza quantitativa e caráter exploratório, utilizado quando o pesquisador busca ampliar sua familiaridade com o problema investigado, definindo o que medir, como medir e por que medir.

No contexto desta pesquisa, o questionário foi escolhido por sua adequação à investigação de práticas docentes relacionadas ao uso, adaptação e criação colaborativa de Recursos Educacionais Abertos (REA), possibilitando mapear tendências, percepções e experiências de professores da educação básica no município de São Luís – MA. Também busca mapear possíveis docentes que ministram aulas/conteúdos com educação ambiental no município e região para uma posterior entrevista semiestruturada.

A construção do questionário seguiu as orientações metodológicas propostas por Gil (2017) e Lakatos e Marconi (2008), partindo inicialmente da definição clara dos objetivos da pesquisa. Cada bloco de questões foi elaborado de modo a corresponder diretamente aos eixos investigativos do estudo, evitando perguntas desvinculadas do problema de pesquisa.

O instrumento foi estruturado em seções organizadas de forma progressiva, iniciando com uma apresentação da pesquisa e o termo de consentimento livre e esclarecido, no qual foram informados os objetivos do estudo, o caráter voluntário da participação, a garantia de anonimato e a confidencialidade dos dados. Essa organização atende à recomendação de Gil (2017) quanto à importância de preparar o respondente, promovendo maior segurança e qualidade nas respostas.

Em seguida, foram incluídas perguntas de caracterização do perfil profissional dos participantes (local atuação, etapa de ensino e área de docência), consideradas questões iniciais de fácil resposta, com o objetivo de favorecer o engajamento. Na sequência, o questionário abordou os temas centrais da pesquisa: uso de recursos digitais, conhecimento e utilização de REA, experiências de criação de materiais educacionais e práticas de colaboração entre docentes.

O questionário (Apêndice B) foi composto por perguntas fechadas pois possibilitam maior padronização e facilidade de análise estatística, e ao final do questionário uma pergunta aberta. Segundo Gil (2017), é recomendável que o questionário termine com uma pergunta aberta e opcional, permitindo ao participante acrescentar algo que não foi contemplado. A redação das questões priorizou uma linguagem clara, objetiva e adequada ao público-alvo, evitando termos excessivamente técnicos, incluindo uma breve explicação do conceito de REA.

Antes da aplicação definitiva, o instrumento foi submetido a um pré-teste com um pequeno grupo de professores com perfil semelhante ao público da pesquisa. Essa etapa permitiu verificar o tempo médio de resposta, a clareza das perguntas e possíveis dificuldades de interpretação, possibilitando ajustes no questionário, conforme orienta Gil (2017).

A aplicação ocorreu de forma online, por meio de formulário digital, o que possibilitou maior alcance dos participantes e facilitou o registro e a organização dos dados. Os dados coletados por meio do questionário foram tratados de forma quantitativa e qualitativa, de acordo com a natureza das questões.

As respostas às perguntas fechadas foram organizadas em planilhas eletrônicas e analisadas por meio de estatística descritiva, com cálculo de frequências absolutas e relativas, possibilitando identificar padrões de uso de recursos digitais, níveis de familiaridade com REA e formas de colaboração entre docentes. Esse tipo de tratamento é coerente com a finalidade dos surveys, que, segundo Gil (2017), permitem descrever características de determinada população ou fenômeno.

As respostas às questões abertas foram submetidas à análise qualitativa de conteúdo, buscando identificar categorias temáticas relacionadas às

experiências, dificuldades, motivações e percepções dos professores acerca da criação e uso de REA. Esse procedimento possibilita aprofundar a compreensão dos significados atribuídos pelos participantes às suas práticas, complementando os dados quantitativos (Lakatos; Marconi, 2008).

Em todas as etapas, foi garantido o anonimato dos participantes. As respostas foram analisadas de forma conjunta, sem qualquer identificação individual, sendo utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos, conforme informado no termo de consentimento.

A seleção dos participantes ocorreu por meio do envio de convites (Apêndice A) a professores de instituições públicas municipais, estaduais e federais, abrangendo os níveis de Educação Infantil, Ensino Médio, Ensino Técnico e Profissional e Ensino Superior.

O convite foi encaminhado por e-mail e WhatsApp e continha o link de acesso a um formulário eletrônico, no qual foram apresentadas informações sobre os objetivos da pesquisa, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e questões destinadas à caracterização do perfil profissional dos participantes, de sua área de atuação, de suas experiências com recursos educacionais digitais e REA, bem como de seu interesse em participar da etapa posterior de entrevistas.

Após a verificação do aceite formal do TCLE (Apêndice G), nove respostas foram consideradas válidas para análise. Entre os respondentes, cinco manifestaram interesse em participar da entrevista semiestruturada, etapa complementar destinada ao aprofundamento qualitativo das informações obtidas.

c) Entrevistas Semiestruturadas

Após a aplicação do questionário com educadores, cinco participantes aceitaram colaborar nas entrevistas semiestruturadas; entretanto, por questões de disponibilidade, dois deles desistiram de participar. Assim, as entrevistas foram realizadas com os mesmos educadores que participaram das etapas de cocriação, o que contribuiu para a compreensão do cenário investigado, das experiências vividas e das necessidades dos participantes, além de permitir a verificação dos conceitos e termos identificados na revisão de literatura.

Dessa forma, a pesquisa de campo buscou compreender o cenário e as experiências vivenciadas no uso e desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos (REA) voltados à educação ambiental, envolvendo professores e demais profissionais da área. O estudo foi realizado com educadores em uma escola pública de São Luís (MA), sob orientação do projeto de pesquisa “Contribuições do Design à Educomunicação Ambiental em São Luís – MA”, coordenado pelo núcleo de pesquisa Lab Design da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Para a realização das entrevistas foi adotada uma amostragem aleatória intencional, selecionando-se, a partir de um conjunto de opções possíveis, um número limitado de participantes (Gray, 2012). Esse tipo de amostra procurou identificar casos ricos em informações, a fim de que fossem estudados em profundidade; portanto, foram selecionados educadores que atuavam em projetos, oficinas ou disciplinas voltadas à educação ambiental.

Inicialmente, realizou-se uma aplicação piloto com a participação de um docente, com o propósito de testar e aperfeiçoar os instrumentos de coleta de dados. Essa etapa avaliou a adequação dos procedimentos propostos em cada fase da pesquisa, incluindo o formulário de convite, a clareza e relevância das perguntas, bem como o tempo estimado para a realização da entrevista.

Após a validação do teste piloto, o convite foi enviado por e-mail, acompanhado de um formulário destinado a identificar a formação, a área de atuação e as experiências do docente no ensino de educação ambiental. Esses dados subsidiaram a seleção final dos participantes com base nos critérios de inclusão previamente estabelecidos.

As entrevistas ocorreram de forma remota pela plataforma Google Meet, de forma individual, após a assinatura do termo, dentro do tempo estipulado de 30 minutos. O áudio das entrevistas foi gravado, e a transcrição foi realizada diretamente no roteiro criado para a compilação dos dados.

O roteiro (Apêndice C) combinou perguntas abertas e fechadas para oferecer flexibilidade ao entrevistador e ao entrevistado. As perguntas foram organizadas em cinco categorias principais: (1) uso de recursos digitais na educação ambiental; (2) práticas colaborativas entre educadores; (3) tecnologias e plataformas

digitais; (4) estratégias de engajamento dos estudantes; e (5) desafios relacionados à abordagem da gestão de resíduos sólidos no contexto escolar.

Os dados obtidos foram classificados e agrupados em categorias para interpretação por meio da análise de conteúdo que, segundo Bardin (2011), se desdobra em três fases: 1. pré-análise; 2. exploração do material; 3. tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Por fim, os resultados foram tabulados e disponibilizados em tabelas e quadros, permitindo observar pontos de similaridade e divergência.

d) Análise de artefatos similares

Essa etapa inicial da pesquisa contribuiu de maneira significativa para a coleta e organização de dados sobre o artefato a ser desenvolvido, pois possibilitou observar como diferentes soluções foram concebidas e aplicadas em contextos reais de uso. Conforme destacam Dresch, Lacerda e Antunes (2015), a análise de artefatos similares forneceu subsídios valiosos para a concepção de novas propostas, favorecendo o delineamento de soluções mais adequadas às necessidades identificadas.

Para sistematizar e interpretar as informações obtidas em campo e na literatura, foi empregada a matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), também conhecida na versão em português como FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças). Trata-se de uma ferramenta estratégica de análise comparativa amplamente utilizada em processos avaliativos (Helms; Nixon, 2010), que permitiu examinar simultaneamente fatores internos e externos relacionados ao objeto de estudo.

No presente trabalho, a matriz foi aplicada três recursos digitais educacionais previamente selecionados a partir de critérios metodológicos claros, de modo a identificar seus pontos fortes e limitações, bem como oportunidades e ameaças que influenciam sua adoção e impacto nas práticas pedagógicas.

A análise ocorreu a partir do levantamento de 36 repositórios em língua portuguesa e inglesa, a partir dos quais foram selecionados os artefatos similares analisados nesta pesquisa. Para a seleção dos similares adotou-se como critério a

seleção exclusiva de plataformas em língua portuguesa, priorizando repositórios que disponibilizam recursos educacionais desenvolvidos no Brasil. Essa escolha decorre da necessidade de analisar iniciativas inseridas no contexto educacional brasileiro e alinhadas às especificidades curriculares, culturais e pedagógicas relacionadas à temática da gestão de resíduos sólidos.

Na etapa seguinte, foi realizada a análise temática dos repositórios selecionados. Entre os 18 repositórios brasileiros inicialmente analisados, apenas cinco (MEC RED, PRO EDU, LUME, Plataforma Anísio Teixeira e Portal do Professor) apresentavam recursos relacionados à Educação Ambiental. Todos continham materiais voltados à gestão de resíduos sólidos, incluindo cartilhas, manuais, guias, imagens e jogos didáticos.

Os REA encontrados nos repositórios brasileiros foram selecionados com base em critérios de filtragem definidos para esta pesquisa: (a) foco direto na temática de resíduos sólidos; (b) possibilidade de uso tanto em formato digital quanto impresso; (c) caráter interdisciplinar; (d) qualidade visual e organização gráfica; e (e) potencial de engajamento discente. Esse processo permitiu reduzir o conjunto inicial a três recursos que apresentaram maior aderência simultânea aos critérios estabelecidos

Os resultados da análise (Apêndice H) foram organizados nos quatro quadrantes da matriz SWOT/FOFA: (1) Forças – características internas positivas; (2) Fraquezas – limitações internas; (3) Oportunidades – fatores externos favoráveis; e (4) Ameaças – fatores externos desfavoráveis. A interpretação dessas informações permitiu estabelecer requisitos técnicos para o artefato a ser desenvolvido, além orientar estratégias de criação de metadados do REA cocriado.

3.3.2 Fase 2: Proposição do Artefato.

Esta etapa de desenvolvimento do artefato configura-se como uma fase de colaboração. Nela, desenvolveu-se um *toolkit* de *codesign*, fundamentado nos princípios do design colaborativo e da ergonomia participativa. O objetivo consiste em oferecer um guia metodológico que oriente a coordenação e o planejamento de processos de cocriação e comunicação com educadores, na elaboração de recursos digitais para educação ambiental.

Sanders e Stappers (2014) analisam três técnicas para colaboração e criatividade com não designers, aplicáveis individualmente ou em grupos, ao longo das etapas do projeto. A técnica de sondagem que consiste na coleta de insights subjetivos dos participantes e foi empregada nas etapas anteriores do DSR, por meio de entrevistas semiestruturadas e questionários online com educadores.

a) Toolkit de codesign

A segunda técnica, *toolkit* ou *toolbox*, abrange ferramentas, guias e diretrizes que auxiliam tarefas e permitem aos participantes criar e comunicar ideias, com exploração colaborativa de soluções de design. Neste estudo, o *toolkit* de *codesign* baseia-se nas diretrizes de Sanders e Stappers (2014), que o definem como a seleção e organização de elementos e recursos metodológicos feita por designers e pesquisadores, para fomentar a participação ativa de usuários (não designers) e stakeholders no processo de design. O conjunto de ferramentas representa uma curadoria de métodos do campo do design e da colaboração, selecionados pelo pesquisador para apoiar a proposição de artefatos educacionais.

A estrutura do toolkit organiza-se em três fases principais, que compõem um guia sequencial para atividades colaborativas em ambientes virtuais ou presenciais, conforme as condições de acesso e disponibilidade dos participantes. Cada fase inclui objetivos específicos, atividades orientadas, ferramentas visuais e critérios de avaliação. Além disso, elabora-se o planejamento detalhado das etapas de aplicação com o público-alvo, com distribuição dos métodos e técnicas ao longo do processo.

1. **Preparação:** O pesquisador planeja o processo de design colaborativo com o público-alvo (professores de educação ambiental de uma escola pública em São Luís). Após aplicação da sondagem, conforme Sanders e Stappers (2014), para gerar insights e dados que definem o nível de envolvimento e identifiquem fatores contextuais que influenciam a colaboração. Estabelecem-se os objetivos da pesquisa, a estrutura da equipe, formulam-se hipóteses e preparam-se convites de participação, termos de consentimento e demais materiais necessários.
2. **Comunicação:** Cria-se um ambiente apropriado, físico ou virtual, que promova diálogo, troca de ideias e construção coletiva de conhecimento

(Chiu, 2002; Hargrove, 1998). Essa etapa envolve a escolha de ferramentas visuais e colaborativas que favoreçam o engajamento dos educadores, como cartões de ideias, mapas conceituais, criação de personas e templates para *brainstorming*. Na seleção de plataformas, aplicativos, sites ou ferramentas virtuais para comunicação, compartilhamento e colaboração (Nemiro, 2008), consideram-se especificações técnicas da literatura, necessidades estruturais, nível de envolvimento e capacidade técnica dos docentes.

3. **Aplicação:** O pesquisador seleciona e emprega métodos e técnicas para coleta de dados, geração de ideias e uso de ferramentas visuais colaborativas. O objetivo reside na criação de uma dinâmica interativa entre participantes, com envolvimento ativo na cocriação. Sanders e Stappers (2008) indicam como estratégias eficazes os workshops colaborativos, prototipagem rápida (*sketching*), *storyboards* e métodos de priorização, como matrizes de decisão ou votações. Nessa etapa, planeja-se o *workshop* online com educadores, adaptado ao contexto digital e educacional.

No presente estudo, o *toolkit* adota níveis consultivo e participativo de envolvimento conforme aponta Damodaran (1996). Os participantes contribuem por meio de técnicas e ferramentas síncronas e assíncronas, que permitem comunicação em tempo real ou envio de informações de forma não simultânea (Sanders, Stappers, 2014). A aplicação do toolkit ocorre em sessões colaborativas online, de forma grupal e individual (Chio, 2002), conforme a disponibilidade dos docentes participantes da pesquisa.

Nessas sessões, os docentes compartilham ideias, experiências e conhecimentos práticos por meio de template virtual interativo, projetado conforme o nível de envolvimento e domínio tecnológico dos participantes. Assim, contribuem para a construção coletiva de materiais educativos, com uso de ferramentas e técnicas colaborativas virtuais.

Todo o processo baseia-se em requisitos identificados nas revisões bibliográficas e em evidências da pesquisa de campo, obtidas por meio de entrevistas semiestruturadas. Nessas entrevistas, realizou-se a sondagem dos participantes para identificar necessidades, expectativas e percepções relacionadas ao tema e vivência de cada um.

b) Prototipação do REA

Segundo Sanders e Stappers (2014), os protótipos (prototypes) foram definidos como modelos tangíveis ou digitais que representam ideias ou conceitos, permitindo a avaliação e interação das soluções propostas, possibilitando a obtenção de *feedback* de usuários ou especialistas e a redução de riscos na implementação. Para Dresch *et al.* (2015), a prototipação constituiu uma etapa fundamental no DSR, pois foi além da simples criação de um modelo inicial, configurando-se como a consolidação de um processo cíclico e iterativo de construção e aprimoramento do artefato.

Um dos artefatos desenvolvidos neste trabalho, por meio do método DSR, enquadrou-se no conceito de Recurso Educacional Aberto (REA), ou seja, tratou-se de um recurso digital aberto, disponível para utilização e replicação. Segundo Wiley (2003), os REA puderam apresentar cinco características principais para suas concepções e uso: (1) Reuso, (2) Remix, (3) Revisão, (4) Redistribuição e (5) Retenção. Assim, o modelo preliminar proposto contemplou um ou mais desses aspectos, sendo moldado a partir das revisões de literatura, da pesquisa de campo e da análise de artefatos similares.

Contemplou o (1) Reuso quando um recurso educativo existente apresentou elementos de grande relevância para o estudo, possibilitando sua aplicação em um novo contexto. Já o (2) Remix referiu-se à combinação, integração ou adaptação de diferentes REA, resultando em um modelo inicial híbrido. Contudo, o aspecto de maior importância para este trabalho foi a (3) Revisão, pois, a partir da análise dos dados coletados, o modelo passou por adaptações, ajustes e modificações, de modo a atender às necessidades específicas dos docentes de educação ambiental.

As técnicas empregadas na prototipação foram aquelas identificadas no *toolkit* como condizentes com o nível participativo de envolvimento e de acordo com as estratégias de Sanders e Stappers (2008), incluindo, entre outras, a prototipagem rápida, métodos de priorização e adequação visual pelo designer/pesquisador.

3.3.3 Fase 3: Avaliação do Artefato.

Para explicitar os procedimentos avaliativos adotados nesta pesquisa, apresentam-se as duas abordagens utilizadas para avaliar os artefatos desenvolvidos no âmbito do método Design Science Research (DSR). Considerando que o DSR pressupõe a validação dos artefatos quanto à utilidade, qualidade e aplicabilidade, definiram-se estratégias avaliativas complementares. Essa fase teve por objetivo verificar o modelo proposto na prática com educadores e avaliar a qualidade do recurso cocriado por meio de sua aplicação.

A verificação concentrou-se no *toolkit*, instrumento que operacionaliza as etapas de cocriação do *framework*, aplicado em um teste piloto com docentes no formato de *workshop* cocriativo. A avaliação da qualidade do REA ocorreu por meio de apreciação por especialistas, estratégia frequentemente utilizada na literatura sobre Recursos Educacionais Abertos (REA).

a) Teste piloto

A primeira abordagem refere-se à verificação do modelo por meio de *workshop* cocriativo, que atuou também como um estudo piloto. Segundo Van Teijlingen e Hundley (2002), estudos piloto consistem em investigações preliminares de pequena escala destinadas a testar procedimentos metodológicos, instrumentos e estratégias de aplicação antes de pesquisas mais amplas.

Nesse sentido, o estudo preliminar possibilitou avaliar a viabilidade do *toolkit* proposto, identificar limitações operacionais e refinar os instrumentos utilizados durante o processo cocriativo com os professores participantes.

Neste estudo preliminar, o processo cocriativo ocorreu junto a equipe composta por 3 (três) professores de Educação Ambiental, com mediação de um designer-pesquisador e supervisão de duas professoras doutoras em Design, que auxiliaram na seleção das ferramentas, na organização das etapas e na sistematização dos métodos. A experiência prática e colaborativa com educadores foi utilizada como forma de avaliação do toolkit nas duas modalidades de uso, com e sem mediação.

A equipe de docentes e pesquisadores participou remotamente das duas modalidades de uso. Inicialmente, a colaboração ocorreu por meio do *template* desenvolvido no *Google Slides*, em formato de *workshop*, com orientação e mediação síncrona dos pesquisadores. A colaboração assíncrona ocorreu com a participação de uma docente, que interagiu e contribuiu no *template* de forma autônoma, sem mediação direta, seguindo as orientações do *template*.

Para compreender de modo mais concreto a experiência de uso e aplicação do *template*, solicitou-se aos docentes participantes que, ao final das atividades, registrassem comentários sobre suas experiências individuais por meio de um breve questionário. As questões abordavam: i) se o *template* era fácil de utilizar; ii) se era possível utilizá-lo sem auxílio de um mediador; e iii) quais melhorias deveriam ser realizadas no *template*, buscando entender aspectos relacionados à eficácia, eficiência e satisfação do usuário ao utilizar o *template* virtual.

A análise do conteúdo gerado no questionário após a interação, segue um modelo semelhante ao utilizado na análise das entrevistas semi-estruturadas que antecedem o teste piloto. Análise de conteúdo o qual segundo Bardin (2011) se desdobra em 3 (três) fases: 1. Pré-análise; 2. Exploração do Material; 3. Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

b) Análise por Especialista

O segundo método avaliativo adotado foi a avaliação por especialistas, procedimento comum na literatura sobre Recursos Educacionais Abertos (REA/OA). O artefato resultante da cocriação, o recurso educacional digital, foi avaliado com base no Learning Object Review Instrument (LORI), proposto por Leacock e Nesbit (2007). A avaliação foi conduzida por quatro especialistas nas áreas de design, educação ambiental e recursos educacionais digitais, possibilitando uma análise qualitativa estruturada da qualidade pedagógica, técnica e de usabilidade do recurso desenvolvido durante a pesquisa.

Para a avaliação sistemática dos recursos, adotou-se o modelo de convergência desenvolvido a partir de Leacock e Nesbit (2007), por ser instrumento reconhecido para avaliação da qualidade de REA. O LORI permite comparar

diferentes recursos da mesma categoria com base em critérios padronizados. Após um pré-teste, os critérios foram adaptados para melhor avaliar o REA produzido.

No LORI, a qualidade é avaliada segundo nove critérios pontuados em escala Likert de 1 a 5: (1) qualidade do conteúdo; (2) adequação aos objetivos de aprendizagem; (3) feedback e adaptabilidade; (4) motivação; (5) projeto de apresentação (design); (6) usabilidade; (7) acessibilidade; (8) reusabilidade; (9) aderência a padrões.

Inicialmente previa-se a participação de especialistas em Recursos Educacionais Abertos, Design, Game Design e Educação Ambiental. Contudo, devido à indisponibilidade de especialistas em REA durante a coleta de dados, a avaliação foi realizada por quatro participantes, organizados em dois grupos de análise: Design/Game Design e Educação Ambiental.

O pré-teste foi aplicado com uma educadora de Design e Educação da UFMA, o que favoreceu a criação de um espaço para coleta de dados qualitativos por meio de respostas abertas. As respostas abertas permitiram compreender com mais detalhe os critérios que apresentaram avaliações heterogêneas, em especial qualidade do conteúdo, alinhamento aos objetivos de aprendizagem, feedback e adaptação, e motivação.

A aplicação final ocorreu com dois grupos: o primeiro, composto por dois especialistas em Game Design da UFPR; o segundo, por dois professores da área de Educação Ambiental atuantes em São Luís (MA).

3.3.4 Fase 4: Aprendizagem

A última fase tem por objetivo explicitar as aprendizagens, apontando os pontos de sucesso e de insucesso, expondo os resultados obtidos com a pesquisa, interpretação e correções no artefato, com base nos resultados obtidos.

3.3.5 Questões Éticas

A presente pesquisa é parte do projeto de pesquisa intitulado: CONTRIBUIÇÕES DO DESIGN À EDUCOMUNICAÇÃO AMBIENTAL EM SÃO LUÍS – MA. O qual, por envolver a participação de seres humanos, foi encaminhado

ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFMA (CAAE: 67855223.8.0000.5087), em cumprimento ao que determina a Resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016). O projeto foi aprovado pelo CEP com parecer número 6.196.444.

O trabalho segue com rigor as orientações e normas contidas no Referencial para o Uso e Desenvolvimento Responsáveis de Inteligência Artificial na Educação e está em conformidade com a Portaria CNPq Nº 2.664, de 6 de março de 2026 que orienta a declaração e uso de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa - IAG em trabalhos científicos

Durante a preparação deste trabalho, na fase de escrita final e formatação, o autor utilizou a ferramenta Perplexity AI (perplexity.ai) como revisor acadêmico, para adequação à da norma culta da língua portuguesa brasileira e da escrita científica. A ferramenta atuou na revisão do texto, ajustando exclusivamente a forma, sem alterar o conteúdo original no corpo do texto. O mesmo ocorreu na organização e revisão dos quadros de pesquisa. Após a utilização, o conteúdo foi revisado e editado pelo próprio autor, que assume total responsabilidade por todas as informações apresentadas.

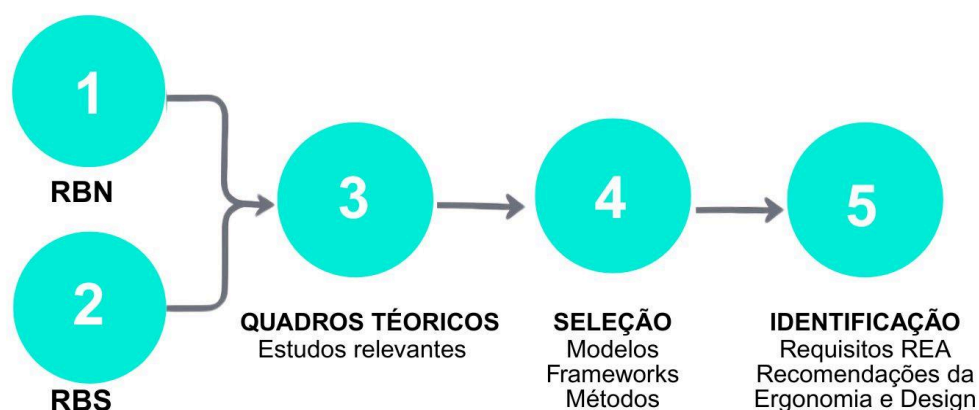
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultado da fase 1 do DSR - Descoberta

Este capítulo apresenta os resultados referentes à Fase 1, denominada Descoberta, que atende aos seguintes objetivos específicos: (1) sistematizar o referencial teórico-metodológico da Ergonomia Participativa e do Design Colaborativo, identificando e categorizando princípios, técnicas e ferramentas relevantes para a cocriação de Recursos Educacionais Abertos (REA); e (2) identificar e classificar as principais dificuldades e barreiras relatadas por docentes durante sua participação em processos de cocriação de REA em contextos de Educação Ambiental.

Assim este capítulo inicia-se pelos resultados obtidos por meio da Revisão bibliográfica, desenvolvida no âmbito do método Design Science Research. A Figura 8 sintetiza os procedimentos e resultados das revisões RBN e RBS.

Figura 8 - Resultados da Revisão de literatura.



Fonte: produzido pelo autor (2026)

4.1.1 Revisão Bibliográfica Narrativa (RBN)

Nessa etapa, foram agrupadas e examinadas produções acadêmicas consolidadas (Quadro 9) que abordam os conceitos e as estratégias do design colaborativo e da ergonomia participativa, com o propósito de compreender suas articulações teóricas e metodológicas, bem como sua aplicabilidade em processos de produção colaborativa com educadores.

Quadro 9 - Quadro teórico Design Colaborativo

Autor/es	Ano	Título	Foco
Heemann <i>et al.</i>	2010	Fundamentos Para O Alcance Da Colaboração	Conceitos
Sanders; Stappers	2008	Cocreation And The New Landscaps Of Design	Estratégia
Kleismann	2006	Understanding Collaborative Design	Conceitos
Chiu	2002	An organizational view of design communication in design collaboration	Estratégias
Scrivener <i>et al.</i>	2000	Collaborative Design Proceedings Of Codesigning 2000	Conceitos
Hargrove	1998	Colaboração criativa: a interação de talento e diversidade para obter resultados positivos.	Estratégias
Damodaran	1996	User Involvement in the Systems Design Process: a practical guide for users	Estratégias

Fonte: produzido pelo autor (2025)

Como resultado da revisão voltada ao *codesign* ou design colaborativo, foram identificadas produções que abordam conceitos relacionados à colaboração, à participação e à cocriação. A análise desses estudos permitiu identificar princípios estratégicos para a realização de processos de *codesign* com educadores, entre os quais se destacam a formação de equipes multidisciplinares, a comunicação aberta, a troca contínua de informações entre os participantes, a estruturação de ambientes colaborativos compatíveis com a realidade de atuação dos envolvidos e a consideração de suas capacidades tecnológicas.

Em relação à revisão sobre Ergonomia Participativa (EP), observou-se que a maior parte das publicações selecionadas para este estudo encontra-se disponível em língua inglesa. Essas produções abordam princípios amplamente discutidos na ergonomia participativa, como a formação de equipes interdisciplinares, a escuta dos trabalhadores, a análise do ambiente de trabalho e a participação dos usuários no desenvolvimento de artefatos.

As estratégias identificadas contemplam diferentes contextos de aplicação, abrangendo desde o uso de métodos e objetos de fronteira voltados à colaboração e à cocriação até o desenvolvimento de processos, instrumentos, guias

e modelos. O quadro teórico (Quadro 10) apresentado a seguir organiza as publicações selecionadas sobre a EP.

Quadro 10 - Quadro teórico Ergonomia Participativa

Autor/es	Ano	Título	Foco
Iida	2021	Ergonomia: projeto e produção.	Conceitos
Brogerg <i>et al.</i>	2011	Participatory ergonomics in design processes: the role of boundary objects.	Estratégias
Weerdmeester	2008	Ergonomics for beginners: a quick reference guide	Conceitos Estratégias
Wilson, Haines	1997	Participatory ergonomics	Conceitos
Noro, Imada	1991	Participatory ergonomics	Conceitos
Wisner	1987	Inside the workplace: ergonomics, method and technique.	Estratégias

Fonte: Produzido pelo autor (2025)

A Revisão Bibliográfica Narrativa (RBN) também possibilitou a construção de um referencial teórico acerca dos Recursos Educacionais Abertos (REA). Além disso, permitiu compreender a complexidade da criação de recursos dessa natureza, em razão dos múltiplos fatores relacionados ao seu desenvolvimento e à sua utilização. Essa etapa possibilitou ao pesquisador conhecer e explorar diferentes conceitos, abordagens, modelos, ciclos, estratégias e características (Quadro 11).

Quadro 11- Quadro Teórico Modelos REA

Autor/es	Ano	Título	Foco
Grimm <i>et al.</i>	2024	Colaboração em projetos de Recursos Educacionais Abertos (REA): necessidades de participantes com diferentes perfis	Modelos Estratégia
Arimoto <i>et al.</i>	2016	An agile method for the development of open educational resources. Informatics in Education,	Métodos
Zancanaro	2015	Produção De Recursos Educacionais Abertos Com Foco Na Disseminação Do Conhecimento	Modelos Estratégias
Okada <i>et al.</i>	2013	Recursos Educacionais Abertos & Redes Sociais	Ciclos Modelos
Santos	2013	Recursos Educacionais Abertos no Brasil O Estado da Arte, Desafios e Perspectivas para o Desenvolvimento e Inovação	Estratégias
Amiel	2004	O movimento dos recursos educacionais abertos: aspectos conceituais e práticas institucionais.	Conceitos Estratégias

Fonte: produzido pelo autor (2025)

A literatura científica registra, além de conceitos e estratégias, modelos e *frameworks* de *codesign* e design colaborativo voltados à criação de recursos e materiais educacionais. Hutchins e Biswas (2024) descrevem um processo de *codesign* com professores para a cocriação de tecnologias de apoio pedagógico, contemplando o mapeamento do fluxo de trabalho e a análise dos papéis desempenhados pelos participantes. Os autores analisam como processos estruturados de *codesign*, mediados por ferramentas visuais, influenciam a qualidade pedagógica dos recursos produzidos por equipes multidisciplinares.

No mesmo contexto, Kennedy *et al.* (2026) propõem um *framework* de design participativo para a cocriação de materiais didáticos com professores em ambientes caracterizados por limitações de infraestrutura tecnológica. Os autores destacam a escuta ativa e a interação como condições para o engajamento dos docentes. Esses estudos oferecem subsídios para a compreensão da colaboração entre educadores e contribuem para o aprofundamento de aspectos técnicos e projetuais relacionados ao *codesign* participativo.

A análise descritiva dos modelos e *frameworks* identificados na revisão, incluindo os propostos por Kim (2018), Grimm (2024) e Zancanaro (2015), foi sistematizada no Quadro 12, no qual são apresentadas as características que influenciaram o desenvolvimento do artefato proposto. As especificações, etapas e requisitos identificados serviram de base para sua concepção, constituindo referências para a estruturação do *framework* e do toolkit de *codesign* aplicados nesta pesquisa.

Zancanaro (2015) propõe um *framework* voltado à disseminação de Recursos Educacionais Abertos (REA), elaborado a partir de requisitos validados por especialistas e que contempla a colaboração com educadores. De modo semelhante, Kim (2018) apresenta um *framework* destinado à integração do uso de REA às atividades de design de materiais educacionais desenvolvidas por professores. Grimm (2024), por sua vez, sistematiza um modelo de design colaborativo para REA com participantes de diferentes perfis e identifica lacunas metodológicas relacionadas à participação assíncrona e à autonomia dos educadores durante o processo de criação.

Ressalta-se que o modelo proposto nesta pesquisa utiliza esses três *frameworks* como referência, diferenciando-se por enfatizar as etapas de cocriação e avaliação realizadas de forma colaborativa entre educadores e especialistas. Tais etapas foram adaptadas ao contexto da Educação Ambiental no município de São Luís. O Quadro 12 apresenta as principais características incorporadas ao *framework* desenvolvido nesta pesquisa.

Quadro 12- Frameworks REA encontrados

Autores	Framework	Características que influenciaram o artefato
Zancanaro (2015)	Framework voltado à Disseminação do conhecimento REA e colaboração com educadores	- Validação do REA com especialistas e não especialistas; - Aplicação prática em equipe interdisciplinar;
Kim (2018)	Framework voltado à integração Recursos Educacionais Abertos (REA) no design de materiais educacionais	- Compreensão das práticas docentes de criação de materiais didáticos; - Compreensão da aprendizagem em níveis individual e sistêmico-cognitivo.
Grimm (2024)	Framework design colaborativo de REA com participantes de diferentes perfis	- Cocriação em processos síncronos e assíncronos; - Validação em Workshop avaliativos e cocriativos; - Compreensão do Ciclo de vida REA e 5Rs.

Fonte: produzido pelo autor (2025)

A conclusão da investigação sobre o design colaborativo e a ergonomia aplicada a recursos educacionais, bem como sobre a colaboração com educadores, estabeleceu as bases conceituais que sustentam esta pesquisa. Além de delimitar conceitos e mapear contribuições relevantes da literatura para a construção das recomendações projetuais advindas dos dois primeiros eixos da pesquisa.

4.1.2 Revisão Bibliográfica Sistemática

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) foi conduzida com base no roteiro proposto por Conforto *et al.* (2011), que organiza o processo em 15 etapas distribuídas em três fases, conforme apresentado no capítulo metodológico. A Fase 1, denominada Entrada, contempla a definição do protocolo de execução da RBS, incluindo a delimitação do problema de pesquisa, dos objetivos, das fontes primárias

de busca, das strings de pesquisa, dos critérios de inclusão e qualificação, dos métodos e ferramentas utilizados e do cronograma de execução.

Com o protocolo definido, foi possível desenvolver a Fase 2, denominada Processamento, correspondente à realização das buscas com base nos procedimentos estabelecidos, bem como à análise e documentação dos resultados obtidos. A Fase 3, denominada Saída, compreendeu as atividades de alerta, cadastro e arquivamento, além da síntese dos resultados e da elaboração de modelos teóricos. A partir dos dados coletados, foram produzidos quadros teóricos que subsidiaram a fundamentação teórica da pesquisa.

Com base na fundamentação teórica construída, foram delineados requisitos projetuais que orientaram o processo de design colaborativo desenvolvido com docentes (Quadro 13), assim como um conjunto de recomendações (Quadro 14) que subsidiou o desenvolvimento do artefato proposto nesta dissertação. Essa sistematização resultou da articulação entre os referenciais teóricos sobre Recursos Educacionais Abertos, design colaborativo/*codesign* e ergonomia participativa, associados ao contexto da Educação Ambiental e às experiências empíricas desenvolvidas ao longo da pesquisa.

A literatura sobre Recursos Educacionais Abertos evidencia que seu uso e desenvolvimento envolvem múltiplas dimensões inter-relacionadas, que ultrapassam aspectos exclusivamente técnicos. Conforme discutido por Wiley (2014), os REA fundamentam-se em princípios de abertura que demandam não apenas licenças adequadas, mas também condições técnicas e pedagógicas que possibilitem seu reuso, adaptação e redistribuição. De forma complementar, Hilton (2016) destaca que a qualidade dos REA está relacionada tanto à sua estrutura didática quanto à sua usabilidade e adequação ao contexto educacional.

Nesse sentido, compreende-se que o desenvolvimento de um REA requer a consideração integrada de dimensões técnicas, como formato, acessibilidade, interoperabilidade e licenciamento; didático-pedagógicas, relacionadas à clareza dos objetivos, ao alinhamento curricular, às estratégias metodológicas e à avaliação; comunicacionais, associadas à linguagem, à

organização da informação e ao design da interface; e ergonômicas, vinculadas à usabilidade, à legibilidade e à adequação às características dos usuários.

A partir das contribuições da literatura e dos dados produzidos no processo de colaboração com os professores, foram estabelecidos os requisitos que orientaram o desenvolvimento do REA proposto nesta pesquisa.

Esses requisitos, apresentados a seguir no Quadro 13, sintetiza os critérios adotados para a construção do recurso, contemplando aspectos pedagógicos, metodológicos e de aplicação no contexto da Educação Ambiental. O detalhamento dos requisitos associados a cada dimensão encontra-se apresentado no Apêndice D deste documento.

Quadro 13 - Requisitos REA gerados na Revisão Bibliográfica

Dimensão	Foco dos Requisitos
Pedagógica	Alinhamento à Educação Ambiental com foco na gestão de resíduos sólidos; promoção de aprendizagem ativa; estímulo ao pensamento crítico; aplicabilidade em contextos reais; apoio à mediação do professor; possibilidade de uso interdisciplinar.
Abertura (REA)	Uso de licença aberta; possibilidade de reuso, revisão, adaptação e redistribuição; disponibilização em formatos abertos e editáveis; incentivo à adaptação por outros docentes; compartilhamento em meios digitais e impressos.
Estrutural e de Modelo	Organização baseada no ciclo de vida dos REA e em modelo colaborativo de desenvolvimento; estrutura modular; concepção como recurso replicável e adaptável.
Acessibilidade	Legibilidade textual; contraste adequado; descrições em imagens; legendas em vídeos; não dependência exclusiva de cor ou áudio para compreensão.
Aplicabilidade Escolar	Viabilidade de uso em escolas públicas; baixo custo; independência de internet de alta qualidade; uso de materiais acessíveis; adequação ao tempo de aula.
Técnica	Arquivos leves; compatibilidade com softwares amplamente utilizados; possibilidade de edição e impressão; organização que facilite atualização, compatibilidade com diferentes dispositivos.
Identificação e Compartilhamento	Inclusão de ficha descritiva (metadados); informações de autoria, objetivos, público-alvo e licença; adequação para indexação em repositórios de REA.
Sustentabilidade do Recurso	Facilidade de atualização; potencial de reutilização em outros contextos; incentivo à circulação em repositórios abertos.

Fonte: O autor (2026)

Quanto às principais lacunas identificadas na revisão da literatura, a primeira refere-se ao levantamento de requisitos para a cocriação com educadores. Embora autores como Zancanaro (2015) e Grimm (2024) proponham requisitos aplicados em seus próprios modelos e estudos, são menos frequentes as pesquisas que validam essas proposições em contextos reais com os artefatos gerados por meios desses requisitos. Nesse sentido, a aplicação prática do modelo desenvolvido nesta pesquisa constitui uma oportunidade para verificar a pertinência e a aplicabilidade dos requisitos identificados na literatura, confrontando-os com as demandas e experiências dos educadores participantes.

Em segundo lugar, os modelos e guias descritos na literatura, incluindo métodos e *frameworks* de design colaborativo e *codesign*, concentram-se predominantemente em aspectos conceituais e metodológicos. Em contrapartida, observa-se um número reduzido de investigações voltadas à implementação e à avaliação de processos de cocriação de REA em contextos específicos. Essa lacuna mostra-se particularmente relevante para pesquisas aplicadas, como a presente, desenvolvida no campo da Educação Ambiental.

Por fim, observa-se a escassez de artefatos com potencial de aplicação direta pelos usuários. Muitos modelos e *frameworks* apresentam níveis de complexidade que podem dificultar sua adoção por professores e outros profissionais em contextos de prática. Conforme aponta Grimm (2024), há demanda por modelos mais tangíveis e acessíveis, que possam ser disponibilizados e utilizados por educadores em suas atividades cotidianas.

Diante dessas lacunas, o modelo proposto nesta pesquisa, cujo detalhamento é apresentado nos tópicos seguintes, foi concebido como um artefato voltado à aplicação prática em contextos educacionais de baixa estrutura. Sua organização reúne instrumentos digitais adaptáveis às diferentes realidades de ensino e aos distintos níveis de familiaridade tecnológica dos educadores, buscando favorecer sua utilização em processos colaborativos de criação de Recursos Educacionais Abertos.

4.1.3 Recomendações da Ergonomia participativa e Design colaborativo

A revisão da literatura conduziu à compreensão de que os dois principais eixos desta pesquisa, a ergonomia participativa e o design colaborativo, apresentam trajetórias convergentes, permitindo a aproximação ao conceito de design ergonômico participativo (Sundin *et al.*, 2004). Para além de métodos e ferramentas, essas abordagens oferecem diretrizes projetuais para a atuação de diferentes agentes na concepção de soluções voltadas ao seu ambiente de trabalho ou ao apoio de atividades em contextos específicos.

A convergência entre essas abordagens evidencia, entre outros aspectos, que um dos princípios centrais da ergonomia participativa consiste na participação dos trabalhadores e na análise de suas atividades de trabalho. Em processos colaborativos com professores, esse princípio implica compreendê-los não apenas como fontes de informação, mas também como parceiros no processo de design e agentes envolvidos na tomada de decisões. Implica, ainda, reconhecer que o contexto escolar influencia as práticas de trabalho e ensino, devendo ser considerado durante o desenvolvimento de soluções.

O princípio da participação genuína, discutido por Tuhkala (2020), reforça que os participantes devem dispor de condições efetivas para influenciar as decisões relacionadas ao seu contexto de atuação. Nessa perspectiva, sua contribuição não deve se restringir ao preenchimento de questionários, mas contemplar atividades criativas e expressivas, como desenhos, esquemas e outras formas de externalização de ideias. Para viabilizar esse tipo de participação, o design colaborativo recorre a métodos visuais e interativos, como cartões ilustrados, esboços à mão livre e outras ferramentas participativas, conforme defendido por Sanders e Stappers (2008).

Outro princípio relevante refere-se ao reconhecimento de que os trabalhadores são especialistas em suas próprias atividades. No contexto educacional, isso significa considerar os professores como especialistas em sua prática pedagógica e em seu ambiente de trabalho, valorizando seus conhecimentos experienciais na concepção ou adaptação de recursos educacionais. Contudo, Tuhkala (2020) destaca que as necessidades dos professores nem sempre

coincidem com os interesses e objetivos dos estudantes, o que demanda processos de mediação entre diferentes perspectivas.

Nesse sentido, torna-se pertinente considerar o princípio do mix de participantes, que envolve a inclusão de múltiplos atores no processo colaborativo. Além dos professores, podem participar gestores escolares, equipes técnicas e, em determinados contextos, os próprios estudantes, favorecendo a integração de diferentes perspectivas.

Essa abordagem dialoga com o conceito de ecossistema colaborativo (Okada *et al.*, 2020), presente no ciclo de vida dos Recursos Educacionais Abertos (Okada *et al.*, 2013), que enfatiza a construção coletiva de soluções por educadores, estudantes e comunidades. De forma semelhante, a constituição de equipes multidisciplinares é apontada por Chio (2002) como um aspecto recorrente nos processos de design colaborativo.

Outro princípio compartilhado por ambas as abordagens refere-se à organização do processo e à definição dos níveis de participação e decisão dos envolvidos. A forma como a participação é estruturada influencia diretamente a condução do processo colaborativo. Nesse contexto, é necessário definir previamente se a participação ocorrerá por delegação, quando os professores possuem autonomia para a tomada de decisões, ou por consulta, quando as contribuições são coletadas, mas as decisões permanecem sob responsabilidade da coordenação do projeto. A definição de papéis, responsabilidades e da composição da equipe de trabalho contribui para a organização das atividades e para o envolvimento dos participantes.

Para favorecer a comunicação entre professores, que nem sempre possuem formação em design, e designers ou pesquisadores, é necessário adotar estratégias de mediação e facilitação. Nesse contexto, o processo colaborativo pode recorrer a objetos de fronteira da ergonomia participativa (Broberg *et al.*, 2011) ou a toolkits de codesign (Sanders e Stappers, 2014), entendidos como conjuntos de ferramentas e técnicas voltados ao apoio da interação e da construção coletiva entre os participantes.

A partir dos princípios e diretrizes compartilhados por ambas as abordagens, foram identificadas vinte e seis recomendações, distribuídas em treze dimensões (Quadro 14). Essas recomendações orientaram a implementação do projeto desenvolvido nesta pesquisa, especialmente no contexto da colaboração entre professores e especialistas, evidenciando a complementaridade entre os fundamentos da ergonomia participativa e do design colaborativo.

Quadro 14 - Recomendações da Ergonomia Participativa e Design Colaborativo

Dimensão	Ergonomia Participativa	Design Colaborativo/Codesign
Convergência metodológica	Utiliza ferramentas participativas para análise e melhoria do trabalho	Utiliza métodos de cocriação orientados ao desenvolvimento de soluções
Foco específico	Melhoria das condições de trabalho e dos postos laborais	Desenvolvimento de produtos, serviços ou sistemas centrados no usuário
Participação ativa	Trabalhadores atuam como agentes do processo	Usuários são cocriadores no processo design
Participação genuína	Influência real nas decisões que afetam o trabalho	Processos interativos e colaborativos
Formas de expressão	Discussões estruturadas e análise do trabalho	Ferramentas visuais e prototipagem
Trabalhadores como especialistas	Conhecimento tácito valorizado	Conhecimento do usuário orienta o design
Mediação de interesses	Considera demandas organizacionais e operacionais	Considera necessidades de diferentes usuários
Mix de participantes	Envolve diferentes níveis da organização	Equipes multidisciplinares
Ecossistema colaborativo	Interação entre atores do sistema de trabalho	Produção coletiva e distribuída
Poder de decisão	Pode ocorrer por delegação ou consulta	Governança do processo colaborativo
Organização e papéis	Estrutura formal de participação	Planejamento da colaboração
Comunicação e facilitação	Uso de mediação e objetos de fronteira	Uso de toolkits e artefatos de design
Ferramentas compartilhadas	Grupos focais, checklists, análises do trabalho	Prototipagem, testes, questionários

Fonte: O autor (2026)

4.2 Resultados da Pesquisa de Campo

A análise dos repositórios que deu início à pesquisa de campo evidenciou diferenças quanto à natureza e ao tipo dos recursos disponibilizados. Algumas plataformas brasileiras, como MEC RED, LabVirt e UNIREDE, caracterizam-se pela predominância de recursos multimídia, incluindo vídeos, áudios, jogos educativos e cursos completos, abrangendo diferentes áreas do conhecimento. Entre os recursos dessa natureza identificados, destacam-se o jogo “Coleta Seletiva” e a animação “A Viagem de Kemi”, que abordam a gestão de resíduos sólidos por meio de estratégias lúdicas e educativas.

Por outro lado, repositórios como a Biblioteca Virtual (BibVirt), o Portal do Professor e a Plataforma Anísio Teixeira apresentam maior diversidade de materiais didáticos, incluindo livros, manuais, sequências didáticas, softwares educacionais e módulos de ensino, em sua maioria disponibilizados em domínio público e passíveis de utilização ou adaptação em contextos escolares.

Por fim, observou-se que parte das iniciativas identificadas não se configura estritamente como repositórios de REA, mas como portais voltados ao apoio e à difusão da educação aberta. É o caso da Iniciativa Educação Aberta e da Wikiversidade (Brazil Program), que atuam no mapeamento e na sistematização de recursos educacionais já existentes, bem como na disponibilização de orientações sobre licenciamento aberto, formas de utilização e estratégias de implementação e disseminação dos REA.

Observou-se também que alguns repositórios ainda se encontram em processo de desenvolvimento, como o REA Dante e o repositório do Portal Educação Aberta. Entre as plataformas analisadas, algumas foram descontinuadas, como o Banco Internacional de Objetos Educacionais, posteriormente incorporado ao MEC RED, e o portal Ciência à Mão.

4.2.1 Dados do Questionário online

O questionário contou com a participação de dez professores do ensino fundamental, médio e superior de São Luís (MA), dos quais cinco concordaram em participar das etapas subsequentes da pesquisa, incluindo a entrevista e o teste

piloto. Foram apresentados no Quadro 15 o perfil dos docentes que responderam o questionário online.

Quadro 15 - Perfil dos Participantes

Atuação Profissional	Já utilizou REA	Desenvolveu (Individual/ Grupo)	Atua com Educação Ambiental
P1 Rede Federal (Ensino Superior)	Sim	Não desenvolveu	Sim
P2 Rede Estadual (Ensino Médio)	Sim	Em grupo	Sim
P3 Rede Estadual (Ensino Médio)	Sim	Não desenvolveu	Não
P4 Rede Estadual (Ensino Técnico/ Profissional)	Sim	Individualmente	Sim
P5 Rede Federal (Ensino Técnico/Profissional e Ensino Superior)	Sim	Não desenvolveu	Não
P6 Rede Municipal (Educação Infantil e Ensino Superior)	Sim	Não desenvolveu	Sim
P7 Rede Estadual (Ensino Médio)	Não	Não desenvolveu	Não
P8 Rede Municipal (Educação Infantil)	Não	Não desenvolveu	Não
P9 Rede Estadual (Ensino Médio)	Sim	Não desenvolveu	Sim

Fonte: O autor (2026)

No que se refere à caracterização profissional e atuação, observou-se predominância de docentes vinculados à rede estadual de ensino (cinco participantes), seguidos por representantes da rede municipal (dois participantes) e da rede federal (dois participantes). Os participantes atuam em diferentes níveis de ensino, o que possibilita uma visão abrangente das práticas pedagógicas no contexto investigado.

Quanto ao uso de recursos digitais, verificou-se que a maioria dos professores declarou utilizá-los frequentemente ou sempre em suas práticas pedagógicas. Entre os recursos mais utilizados destacam-se vídeos e apresentações em slides (oito participantes), seguidos de materiais em formato PDF (sete participantes). Jogos educativos e plataformas on-line também foram mencionados por parte dos docentes (cinco participantes). Em contrapartida,

recursos que demandam maior infraestrutura tecnológica ou familiaridade técnica, como simuladores (dois participantes) e realidade aumentada (um participante), apresentaram menor frequência de uso.

No que se refere aos Recursos Educacionais Abertos (REA), os formatos mais utilizados pelos docentes foram vídeos, imagens (mapas, esquemas e gráficos) e materiais em PDF. Também foram mencionados livros digitais (e-books e livros interativos), apresentações em slides e vídeos. Aplicativos e jogos educativos foram citados por três participantes, enquanto plataformas virtuais e podcasts apareceram com menor frequência. Observa-se, portanto, a predominância de recursos estruturados, de fácil acesso e voltados ao apoio didático e à complementação de conteúdos.

Apesar da utilização recorrente de REA, os docentes relataram dificuldades associadas ao seu uso. Entre os principais desafios mencionados estão dúvidas relacionadas aos direitos autorais, a ausência de formação específica sobre REA, limitações de acesso à internet nas instituições de ensino e dificuldades de acesso dos estudantes à internet para a realização de atividades on-line.

Também foi apontada a falta de tempo para o planejamento e a adaptação dos recursos às características das turmas. Em um dos relatos, destacou-se que, embora os recursos contribuam para o processo de ensino e aprendizagem, sua utilização demanda tempo e organização prévia.

Essas observações indicam que as barreiras ao uso de REA não estão relacionadas apenas à disponibilidade de materiais, mas também a aspectos estruturais, formativos e organizacionais do trabalho docente. Os resultados apontam para a necessidade de propostas que considerem a facilidade de uso, a clareza em relação ao licenciamento e a adequação à realidade tecnológica das instituições de ensino, aspectos incorporados ao desenvolvimento do recurso educacional proposto nesta pesquisa.

Os resultados revelam um perfil docente caracterizado pela utilização frequente de recursos digitais e por experiências prévias com REA na condição de usuários, mas com participação limitada em processos de autoria e desenvolvimento colaborativo. Isto reforça a relevância de iniciativas voltadas ao *codesign* e à

construção colaborativa de recursos educacionais direcionados à Educação Ambiental, como a proposta desenvolvida nesta pesquisa.

4.2.2 Resultados das Entrevista semiestruturada

Participaram da entrevistas do estudo três educadores, atuantes no 1º ano do ensino médio/técnico, sendo um homem e duas mulheres, com idades entre 32 e 40 anos. Neste trabalho, foram identificados pela sigla “P” (educadores P1, P2 e P3). Os participantes ministravam aulas de Geografia, Biologia e Educação Ambiental em uma escola pública no município de São Luís.

No que se refere ao uso de recursos digitais, observou-se que os três participantes utilizam frequentemente tecnologias educacionais em suas práticas pedagógicas, especialmente apresentações de slides, vídeos, jogos educativos, quizzes e planos de aula com metodologias ativas.

Os relatos indicam que esses recursos já fazem parte da rotina dos docente e são empregados como estratégias de apoio às aulas expositivas, às atividades práticas e às dinâmicas colaborativas. Além disso, os participantes demonstraram autonomia na adaptação e produção de materiais didáticos digitais, evidenciando práticas de autoria e personalização dos conteúdos conforme as necessidades das turmas.

Os participantes também relataram experiências prévias de colaboração em projetos interdisciplinares relacionados à educação ambiental, envolvendo produção de cartilhas, jogos pedagógicos, hortas escolares, compostagem e atividades sobre resíduos sólidos, como a produção de sabão com o reaproveitamento do óleo de cozinha.

As falas evidenciam que essas a presença de experiências prévias que ocorreram predominantemente de maneira horizontal e colaborativa, sem divisão rígida de funções, reforçando aspectos relacionados ao *codesign* e à construção coletiva do conhecimento. A seguir apresenta-se no Quadro 16 as práticas de colaboração identificadas nas entrevistas.

Quadro 16 – Práticas Colaborativas Identificadas

Aspecto	Evidências encontradas
Colaboração	Projetos interdisciplinares com outros educadores
Comunicação	encontros presenciais ou WhatsApp e Google Meet (Remoto)
Planejamento	Por meio de construção coletiva
Organização	Divisão parcial de tarefas e parcerias horizontais
Envolvimento	Participação ativa na construção de recursos (cartilhas e guias)

Fonte: O autor (2026)

Os relatos também demonstram preferência por ferramentas digitais acessíveis, fácil utilização ou amplamente utilizadas na educação, principalmente WhatsApp e Google Meet, utilizadas tanto para comunicação quanto para compartilhamento de materiais e planejamento coletivo. Em alguns casos, foram mencionadas dificuldades relacionadas à infraestrutura tecnológica e ao uso de plataformas específicas, especialmente em contextos remotos.

Outro aspecto recorrente nas entrevistas refere-se às estratégias de engajamento dos estudantes. Os participantes destacaram que jogos educativos, quizzes, desafios, atividades práticas e recursos visuais favorecem maior participação dos alunos nas atividades relacionadas à educação ambiental. Nesse contexto, observa-se uma valorização das metodologias ativas e da aprendizagem participativa, especialmente em atividades que aproximam os conteúdos da realidade dos estudantes.

Os participantes ressaltaram ainda que os recursos educacionais precisam apresentar elementos visuais, linguagem acessível e atividades interativas para despertar o interesse dos estudantes. Segundo P2, “os alunos se engajam mais em jogos e desafios, questões e quizzes”, enquanto P3 afirma que “os recursos devem chamar atenção e desafiar os alunos”. Essas falas reforçam a importância de recursos dinâmicos e motivadores no contexto da educação.

Em relação aos desafios enfrentados no trabalho com resíduos sólidos em sala de aula, os participantes apontaram limitações relacionadas ao tempo reduzido destinado à temática ambiental no currículo escolar, dificuldades de sensibilização dos estudantes e problemas estruturais, como acesso à internet e disponibilidade de equipamentos tecnológicos. Também foi destacada a necessidade de contextualizar os conteúdos à realidade local, aproximando os estudantes dos problemas ambientais presentes em seu entorno social.

Nesse sentido, os relatos indicam que a temática da gestão de resíduos sólidos ainda ocupa espaço reduzido nas práticas escolares, embora seja considerada relevante pelos participantes. P1 destaca que “é uma temática pouco explorada em sala de aula”, enquanto P2 aponta “a falta de tempo hábil para falar sobre o tema”. Já P3 enfatiza a necessidade de “sensibilizar os alunos para levar o conhecimento para casa”.

De modo geral, a análise de conteúdo permitiu compreender que os educadores valorizam práticas colaborativas, metodologias ativas e recursos digitais interativos no ensino de educação ambiental. Os resultados também evidenciam a necessidade de desenvolvimento de recursos educacionais flexíveis, visuais, participativos e adaptáveis ao contexto escolar, capazes de apoiar tanto o engajamento discente quanto a colaboração entre professores durante os processos de ensino e aprendizagem.

4.2.3 Requisitos gerados na pesquisa de campo

A identificação de requisitos para a construção de um processo colaborativo com educadores foi realizada a partir da triangulação de diferentes fontes de dados. Inicialmente, o questionário on-line permitiu elencar parte desses requisitos e conhecer os participantes; posteriormente, esses requisitos foram complementados pela revisão bibliográfica e pelas entrevistas semiestruturadas realizadas com os docentes participantes da pesquisa.

Por meio do questionário, foi possível conhecer previamente aspectos técnicos e tácitos relacionados à comunicação entre professores, às formas de colaboração já praticadas no cotidiano escolar e às dificuldades inerentes ao desenvolvimento coletivo de Recursos Educacionais Abertos (REA). Esses dados permitiram compreender condições práticas que devem ser consideradas na organização de processos colaborativos com educadores.

A partir das respostas obtidas, foram identificados alguns requisitos relevantes. Em primeiro lugar, destacou-se a necessidade de que o processo colaborativo seja ágil e objetivo, considerando a recorrente limitação de tempo relatada pelos docentes. Em segundo lugar, observou-se a preferência por plataformas de comunicação amplamente utilizadas e de fácil acesso, como aplicativos de mensagens instantâneas, a exemplo do WhatsApp e do Telegram.

Além disso, para o compartilhamento e a visualização de informações e documentos, os participantes indicaram a importância do uso de plataformas de edição colaborativa e armazenamento em nuvem, que permitam o acesso simultâneo e a coedição de conteúdos. Paralelamente, a revisão da literatura ofereceu uma perspectiva mais interpretativa sobre a colaboração entre educadores e pesquisadores no desenvolvimento de artefatos educacionais.

Os estudos sobre REA e design colaborativo (Okada *et al.*, 2020; Grimm *et al.*, 2024) ressaltam que um requisito fundamental para processos colaborativos desse recurso é a construção de parcerias equitativas entre pesquisadores, designers e professores. Tal abordagem pressupõe que todos os participantes sejam reconhecidos como parceiros no processo de criação, independentemente de seu status institucional ou posição hierárquica.

Nesse processo a participação dos educadores deve ocorrer de forma efetiva e significativa, garantindo que esses atores tenham protagonismo e capacidade real de influenciar as decisões e os resultados finais do processo. Essa perspectiva de participação forte contribui não apenas para o desenvolvimento de

artefatos mais adequados às realidades educacionais, mas também para a promoção de mudanças institucionais e práticas pedagógicas mais colaborativas.

Em síntese, os resultados apresentados no Quadro 17 indicam que o design colaborativo com educadores requer a criação de um ambiente de trabalho seguro, acessível e equitativo, no qual o conhecimento prático dos professores seja valorizado tanto quanto o conhecimento técnico dos designers e pesquisadores. Além disso, o processo de criação deve ser compreendido como uma jornada contínua de aprendizagem compartilhada, capaz de promover inovação pedagógica e transformação social no contexto educacional.

Quadro 17 - Requisitos para Design Colaborativo com Educadores

Requisito de projeto	Implicações para o processo colaborativo
Estruturar um processo colaborativo ágil	As atividades de colaboração devem ser planejadas de forma objetiva e com duração reduzida, considerando a limitação de tempo dos docentes.
Utilizar plataformas de comunicação amplamente acessíveis	A comunicação entre os participantes deve ocorrer por meio de ferramentas já utilizadas no cotidiano dos professores, como aplicativos de mensagens instantâneas.
Adotar ferramentas de compartilhamento e coedição de documentos	O processo colaborativo deve utilizar plataformas de documentos compartilhados que permitam visualização, edição simultânea e armazenamento em nuvem.
Estabelecer parcerias equitativas entre participantes	O processo de <i>codesign</i> deve promover relações horizontais entre designers, pesquisadores e educadores, reconhecendo todos como co-designers na criação do recurso educacional.
Promover a aprendizagem mútua	O processo deve favorecer a troca de conhecimentos entre os participantes, integrando saberes pedagógicos, técnicos e práticos durante o desenvolvimento do REA.
Garantir participação ativa dos educadores	Os educadores devem participar de forma efetiva nas etapas de ideação, decisão e avaliação das soluções propostas.
Criar um ambiente colaborativo seguro e de valorização do saber docente	O processo deve estimular um ambiente de confiança, no qual as experiências e conhecimentos práticos dos professores sejam reconhecidos e valorizados.

Fonte: O autor (2026)

Os requisitos apresentados constituíram a base para a estruturação do processo de design colaborativo desenvolvido nesta pesquisa. A partir desses parâmetros, foram definidas as estratégias de comunicação, as ferramentas digitais

utilizadas e a organização das atividades colaborativas realizadas com os educadores participantes. Dessa forma, buscou-se que o processo de desenvolvimento do recurso educacional estivesse alinhado às necessidades práticas dos docentes e às recomendações teóricas da literatura sobre design participativo e colaboração em contextos educacionais.

Além disso, esses requisitos orientaram a concepção do workshop colaborativo, definindo aspectos como a escolha de plataformas de interação, a duração das atividades, as dinâmicas de participação e os mecanismos de compartilhamento e construção coletiva de informações. Ao incorporar essas diretrizes ao planejamento do processo, procurou-se criar condições favoráveis à participação efetiva dos educadores, valorizando seus conhecimentos e experiências no contexto escolar e promovendo um ambiente de aprendizagem mútua entre os participantes.

A literatura e a prática educacional já apresentam iniciativas consolidadas voltadas à criação e ao uso de Recursos Educacionais Abertos (REA), como o Fiocruz Guia de REA, que aborda de forma abrangente o ciclo de vida desses recursos, incluindo conceitos, produção, avaliação e aspectos de licenciamento, e o *OER Creation Toolkit*, que organiza o processo em etapas como localizar, adaptar, criar e aplicar REA no ensino.

Esses modelos contribuem para a disseminação da cultura de REA, sobretudo ao sistematizar conhecimentos técnicos e orientar boas práticas. No entanto, esses materiais tendem a assumir uma abordagem predominantemente instrucional e individualizada, priorizando a transmissão de conteúdos, conceitos, ferramentas e procedimentos em detrimento da mediação de processos colaborativos situados.

Apesar das diversas possibilidades de cocriação, das aplicações em diferentes cenários educacionais e da multidisciplinaridade no desenvolvimento e uso de Recursos Educacionais Abertos apresentadas nesses guias, a revisão de literatura e a pesquisa de campo realizadas evidenciaram uma lacuna importante no

que se refere ao suporte à cocriação de REA em contextos reais de prática docente, especialmente considerando as limitações de tempo, recursos e familiaridade tecnológica enfrentadas por professores.

Diferentemente dos guias existentes, o artefato proposto nesta pesquisa, configura-se como um instrumento prático, ágil e orientado à ação, estruturado para apoiar dinâmicas colaborativas entre educadores, com foco na facilidade de uso e na aplicabilidade imediata. Assim, em vez de apenas descrever etapas ou fornecer orientações gerais, o modelo pretende operacionalizar o processo de cocriação por meio de atividades estruturadas, *templates* e fluxos simplificados, contribuindo para a produção e o compartilhamento de REA em contextos educacionais reais.

4.3 Resultado da Fase 2 do DSR - Proposição do artefato

A etapa de proposição ou desenvolvimento do artefato iniciou-se a partir do levantamento de informações e da identificação de requisitos. Para isto, foi realizada a triangulação de diferentes fontes de dados: a revisão bibliográfica e o questionário online, análises de conteúdos e de similares que possibilitaram elencar parte desses requisitos, os quais foram posteriormente complementados pelos dados advindos das entrevistas semi-estruturadas realizadas com docentes participantes da pesquisa.

Neste capítulo, apresenta-se o processo de criação do artefato desenvolvido no âmbito da Design Science Research (DSR), em atendimento aos objetivo específico: (3) Propor e descrever mecanismos de um *framework* que visa minimizar as barreiras da cocriação de REA entre professores, designers e especialistas, apontando procedimentos e responsabilidades.

4.3.1 Proposta de *Framework*

Foi desenvolvido um *framework* para apoiar a cocriação de Recursos Educacionais Abertos (REA) com a participação de educadores. O *framework* de cocriação proposto é compreendido como uma estrutura conceitual e operacional que integra um conjunto de ferramentas, fluxos de trabalho, protocolos e processos aplicáveis ao desenvolvimento de projetos de design. Essa estrutura tem como

propósito oferecer às equipes uma abordagem sistemática, colaborativa e flexível para a identificação de problemas, a geração de soluções e a implementação de resultados com a participação docente.

O *framework* de cocriação de REA proposto configura-se, portanto, como um guia estruturado que organiza etapas, atividades e orientações para a colaboração on-line com educadores, com ênfase na clareza e na facilidade de execução. Sua estrutura busca apoiar tanto a gestão da colaboração quanto a utilização das ferramentas de criação. Sua concepção fundamenta-se na integração de modelos conceituais do *codesign* e da educação aberta, em consonância com as recomendações da ergonomia participativa, conforme apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 - Estrutura do *framework*

MOMENTO	Nº	PROCEDIMENTOS E PARTICIPANTES	O QUE FAZER
Planejar	01	Delimitar Proponente	- Delimitar uma demanda educacional - que requisita um REA (contexto cultural e educacional). - Delimitar objetivos a serem alcançados com REA, ferramentas e cronograma.
	02	Explorar Proponente	- Explorar os Repositórios e REA disponíveis no contexto delimitado. - Explorar possíveis caminhos de REA: Reter, Reutilizar, Revisar, Remixar, Redistribuir (5Rs)
	03	Conhecer Proponente	- Conhecer a equipe multidisciplinar nível envolvimento e experiência - Investigar o público-alvo do recurso a ser desenvolvido
Cocriar	01	Inspirar Participante/co-criador	Identificar problemas, oportunidades e compartilhar referências
	02	Idear Participante/co-criador	Gerar ideias e comentar as soluções apresentadas, sugerindo melhorias e discutindo sua aplicabilidade contextual
	03	Priorizar Participante/co-criador	Priorizar as ideias promissoras por meio de votação
	04	Prototipar Participante/co-criador	Construir protótipos e documentar o processo
Avaliar	01	Avaliar Proponente Especialistas	Avaliar o protótipo para verificar sua adequação técnica e didática

	02 Refinar Proponente Participante/co-criador	• Refinar o protótipo em um workshop avaliativo ou grupo focal
	03 Testar Participante/co-criador Comunidades	• Realizar teste preliminar em situação real de ensino para ver adequação prática
Compartilhar	01 Documentar Proponente	• Elaborar metadados • Elaborar ficha técnicas
	02 Licenciar Proponente	• Definir permissões de uso e modificação • Verificar licenças abertas
	03 Disseminar Proponente	• Submeter em repositórios e compartilhar

Fonte: O autor (2026)

Seu objetivo é apoiar docentes e pesquisadores na concepção, no desenvolvimento, na avaliação e no compartilhamento de REA de forma colaborativa, acessível e orientada à prática. Para isso, o *framework* considera limitações relacionadas ao tempo disponível, aos recursos e à familiaridade tecnológica dos educadores, buscando reduzir barreiras à participação e favorecer uma experiência de uso simples, flexível e progressiva.

A etapa de prototipagem concentrou-se na concepção de um Recurso Educacional Aberto (REA), orientada por modelos de criação e desenvolvimento propostos por Okada *et al.*, (2013), pela Iniciativa Educação Aberta (2011) e por Grimm (2024). A definição do tipo de material a ser prototipado baseou-se diretamente no conjunto de requisitos levantados ao longo da pesquisa, resultantes da revisão bibliográfica, da análise de similares e da pesquisa de campo, realizada por meio de questionário e entrevistas semiestruturadas.

O *framework* organiza-se em quatro momentos principais: Planejar, Cocriar, Avaliar e Refinar, e Compartilhar. Esses momentos articulam-se de forma sequencial e iterativa. No momento Planejar, define-se a etapa de pré-produção ou pré-design, isto é, o período em que a pesquisa ocorre antes da fase generativa (Sanders e Stappers, 2014). Esse momento subdivide-se em três etapas: Definir (1), Explorar (2) e Conhecer (3), cujos procedimentos são conduzidos majoritariamente pelo proponente, neste caso, o designer-pesquisador.

a) Momento (1): Planejar

Na etapa de planejamento de REA, conforme Grimm e Heemann (2021), realizam-se atividades para delimitar a demanda educacional à qual o recurso responderá. Isso implica definir o contexto cultural e educacional, identificar o público-alvo e estabelecer os objetivos a serem alcançados com o REA. Consideram-se, ainda, as contribuições do *codesign*, que, por meio da abordagem de sondagem, consulta usuários finais e outras partes interessadas. Neste estudo, os participantes preencheram individualmente os questionários, devolvendo-os com informações e sugestões.

Nessa etapa, é crucial que o proponente articule a formação da equipe multidisciplinar, para então definir os níveis de participação dos envolvidos, que podem ser informativos, consultivos ou participativos. Ancorado no design colaborativo e nas diretrizes da ergonomia participativa, o *framework* estabelece diferentes níveis de envolvimento no processo de cocriação, variando conforme a disponibilidade, o interesse e o contexto de atuação dos participantes.

- **No nível informativo**, os participantes contribuem com informações e orientações relevantes para a construção do REA, como instituições e parceiros que fornecem dados, conteúdos ou diretrizes.
- **No nível consultivo**, os participantes oferecem opiniões, feedbacks e validações, em colaboração indireta mediada por interações assíncronas.
- **No nível participativo**, os cocriadores se engajam na tomada de decisões e na construção conjunta dos artefatos, com coordenação, comunicação e articulação coletiva.

O modelo considera, ainda, os níveis de experiência na formação da equipe multidisciplinar, aspecto importante, uma vez que os participantes podem apresentar diferentes habilidades, competências técnicas e familiaridade com tecnologias digitais e REA. Definem-se, nesse sentido, três níveis de experiência: iniciante, intermediário e avançado. A definição desses níveis é essencial para reconhecer a heterogeneidade dos educadores e favorecer uma trajetória de

participação na cocriação, por meio de técnicas e ferramentas condizentes com suas capacidades técnicas e cognitivas.

Essa abordagem reduz barreiras de entrada, sobretudo para participantes com menor domínio técnico, e estimula o desenvolvimento de competências pedagógicas e digitais. O modelo incorpora, assim, níveis de uso conforme o grau de experiência dos participantes.

- **No nível iniciante**, utilizam-se templates e modelos pré-estruturados, com orientação.
- **No nível intermediário**, adaptam-se e remixam-se REA existentes, com maior autonomia pedagógica.
- **No nível avançado**, cocriam-se recursos desde a concepção, por meio de dinâmicas colaborativas mais complexas.

Essa organização possibilita uma progressão gradual no envolvimento com práticas de *codesign* e posiciona o *framework* como um instrumento operativo e formativo. Delimitam-se, também, o tipo de REA e os recursos disponíveis para sua concepção e uso.

b) Momento (3): Cocriar

O momento Cocriar de um processo de desenvolvimento é onde este estudo contribui mais pertinentemente, pois viabiliza a cocriação por meio de instrumentos e modelos que guiam a criação de REA com educadores. O momento de colaboração, aqui chamado de cocriar, é onde ocorrer a efetivação de atividades que buscam estruturar, regular e incentivar a participação no processo de design, e também o trabalho colaborativo entre os participantes (Grimm e Heemann, 2021).

No *framework*, este momento estrutura-se em etapas de inspiração, ideação e priorização e prototipação de ideias. Nesses passos, os participantes identificam problemas e oportunidades, geram e refinam ideias de forma coletiva e desenvolvem protótipos do REA. Priorizam-se soluções com potencial de aplicação. A construção conjunta do conhecimento e a troca de experiências entre educadores alinham-se às abordagens de *codesign* e ergonomia participativa.

Durante a pesquisa foi possível entender que para operacionalizar um *framework* de *codesign*, tornou-se necessário o desenvolvimento de um segundo artefato de design, que atuaria como instrumento capaz de contemplar os requisitos identificados tanto na revisão de literatura quanto nas investigações empíricas realizadas na pesquisa de campo.

A solução proposta surgiu da recente necessidade de um “artefato facilitador” para co-criação remota com educadores. Conforme Grimm (2024) aponta, estes profissionais não dispõem de tempo, recursos tecnológicos e capacitação necessários para criação de recursos educacionais, necessitando de modelos rápidos, práticos e informativos para isto.

Assim, o *Toolkit* (kit de ferramentas), criado e avaliado nesta pesquisa, foi concebido para operacionalizar o momento Cocriar (2) do *framework* e para fornecer um "artefato" tangível para oficinas de *codesign*, coprodução e cocriação, no contexto do design de recursos educacionais. A Figura 9 apresenta uma representação gráfica do *toolkit* elaborado e aplicado no momento de cocriação.

Figura 9 - Representação Gráfica do *Toolkit* de Codesign



Fonte: O autor (2026)

Sua estrutura foi organizada em quatro etapas sequenciais, que orientam o processo de construção coletiva: (1) definição de perfil do público (2) geração de ideias, (3) priorização de propostas e (4) prototipação de soluções.

No modelo proposto, cada uma das técnicas selecionadas é apresentada como um desafio independente, com instruções claras e linguagem acessível, visando facilitar a compreensão e a autonomia dos participantes ao longo da atividade no template virtual.

A seleção de técnicas e utilização de ferramentas visuais interativas presentes, partiram da intencionalidade dos pesquisadores, baseados nas recomendações da ergonomia e design, nos requisitos técnicos e projetuais gerados e dos apontamentos de Sanders e Stappers (2014) sobre estratégia relevante para estruturar e viabilizar a participação de diferentes atores no processo de *codesign*, a seleção e finalidade das técnicas estão descritas Quadro 19.

Quadro 19 - Conteúdo do *Toolkit de Codesign*

Técnica	Finalidade
Personas	Definição do perfil do público ou usuário ideal, criadas com base na experiência e conhecimentos existentes da equipe (<i>stakeholders</i>).
Brainstorm	Geração de ideias, em grupo ou individual, buscando produzir o maior número possível de soluções, ideias em um curto espaço de tempo.
Votação	Facilitação baseada em votação coletiva, utilizada para priorizar propostas de maneira colaborativa entre os participantes.
Protótipo	Modelos funcionais ou visuais, de baixa ou alta fidelidade, utilizados para testar, validar e aprimorar soluções antes da produção final.

Fonte: O autor (2026)

O modelo foi projetado com base em princípios do design colaborativo/codesign (Sanders e Stappers, 2014) e nos princípios da educação aberta e recursos educacionais (Okada *et al.*, 2013), valorizando a experiência dos professores e promovendo sua atuação ativa na construção de soluções educacionais condizentes com o ambiente de ensino e com as capacidades técnicas dos docentes. Para isso, utiliza elementos visuais e interativos, como post-its digitais, comentários e marcações, favorecendo a externalização de ideias e a construção coletiva do conhecimento.

Uma das principais características do modelo é sua flexibilidade de aplicação e seleção de ferramentas e métodos, podendo também ser utilizado em diferentes contextos e formatos, incluindo:

- **Modalidade síncrona**, com mediação do pesquisador ou facilitador, em tempo real como em um workshop virtual, favorecendo a interação direta entre os participantes, porém requer maior coordenação;
- **Modalidade assíncrona**, permitindo que os professores contribuam de maneira interdependente ou no seu próprio ritmo, ampliando o alcance e a possibilidade da participação;
- **Com ou sem mediação**, uma vez que o template apresenta instruções autoexplicativas, possibilita a sua utilização de forma autônoma pelos participantes.

Além disso, os templates do *toolkit* de *codesign* também se destacam por sua adaptabilidade a diferentes ambientes de aplicação, podendo ser utilizado tanto em contextos digitais quanto presenciais. Em ambientes online, pode ser implementado em plataformas colaborativas como o Miro, Figma ou mesmo Google slides, permitindo a interação simultânea ou distribuída entre os participantes.

Já em contextos presenciais, pode ser aplicado na forma de *workshop* ou grupo focal, mantendo a mesma lógica de atividades, o template foi desenvolvido considerando também sua viabilidade de impressão, para isso adota-se um design baseado na simplicidade visual, layout adequado e no uso de escala de cinza.

O template virtual do *toolkit* (Apêndice F) foi desenvolvido na plataforma *Google Slides*, considerando a familiaridade dos professores com essa ferramenta. A escolha também se deu por sua facilidade de uso e por não exigir, necessariamente, processos complexos de autenticação (*login*).

Trata-se de uma ferramenta educacional gratuita, intuitiva e amplamente difundida no contexto educacional brasileiro, que permite a edição colaborativa em tempo real, inserção de comentários, além da incorporação de diferentes tipos de mídia, como imagens, vídeos e links, bem como o uso de formas e elementos visuais que simulam post-its digitais. A Figura 10 apresenta o template 1, referente ao desafio de criação de personas.

Figura 10 - Templates do Toolkit no Google Slides.

DESAFIO 1: PERSONA

Crie uma persona que represente o perfil de alunos e alunas da sua turma.

Considere suas experiências em sala de aula e descreva características reais ou típicas dos seus estudantes.



NECESSIDADES: Quais são seus desejos e problemas? Do que os alunos precisam normalmente?	HABILIDADES: No que seus alunos se destacam? Quais suas habilidades?
DADOS BÁSICOS: Idade, Região, Formação, Características	MOTIVAÇÕES: O que motiva seus alunos? O que faz com se sintam motivados em sala de aula?
FRUSTRAÇÕES: O que deixa seus alunos tristes ou desmotivados?	
SOCIABILIDADE: Como seus alunos se relacionam? Quais ferramentas de comunicação eles utilizam?	

Persona 1



NECESSIDADES: Quais são seus desejos e problemas? Do que os alunos precisam normalmente?	HABILIDADES: No que seus alunos se destacam? Quais suas habilidades?
DADOS BÁSICOS: Idade, Região, Formação, Características	MOTIVAÇÕES: O que motiva seus alunos? O que faz com se sintam motivados em sala de aula?
FRUSTRAÇÕES: O que deixa seus alunos tristes ou desmotivados?	
SOCIABILIDADE: Como seus alunos se relacionam? Quais ferramentas de comunicação eles utilizam?	

Persona 2

💡 Dica: pense em alunos reais da sua turma para tornar essa descrição mais concreta.

Fonte: elaborado pelo autor (2026)

Adicionalmente, a plataforma possibilita sua articulação com recursos de videoconferência, favorecendo a realização de *workshops* virtuais síncronos. Embora o template tenha sido desenvolvido nesse ambiente, destaca-se que sua estrutura é flexível e pode ser adaptada para outras plataformas colaborativas mais robustas, como Padlet, Mural, Miro ou até mesmo no Figma e Canvas, dependendo do tamanho da equipe e do contexto de aplicação.

c) Momento (4): Avaliar

No momento Avaliar, analisa-se o recurso desenvolvido. A Avaliação de um REA, segundo Grimm e Heeman (2021) ocorre por meio da realização de testes; avaliação de questões de aceitabilidade, acessibilidade e usabilidade; e qualidade do recurso cocriado. Assim, pode-se utilizar estratégias como discussões em *workshops* cocriativos, grupos focais, testes piloto e teste preliminares, em contextos reais de ensino e instrumentos de avaliação de qualidade, como o modelo LORI.

O modelo enfoca três técnicas avaliativas (Fiocruz, 2015) que embora complementares, uma vez que contemplam diferentes dimensões do REA, como qualidade técnica, percepção dos usuários, acessibilidade, adaptabilidade, adequação pedagógica e efetividade prática, podem também ser utilizadas de forma

isolada, a depender das condições específicas da pesquisa, como tempo disponível, acesso aos participantes e escopo do estudo.

- **Workshop avaliativo ou grupo focal**, este deve envolver os participantes do processo de co-criação ou seja a própria equipe de desenvolveu o recurso, com o objetivo de compreender percepções e propor melhorias e adições Para sua realização o ideal é que o grupo seja composto por seis a dez docentes, favorecendo a interação e o aprofundamento das discussões. Essa etapa qualitativa mostrou-se fundamental para manter a coerência com os pressupostos do design colaborativo e da ergonomia participativa, valorizando a experiência e a voz dos usuários envolvidos.
- **Teste piloto ou teste preliminar** em situação real de ensino, ainda que em caráter exploratório, com a participação de um professor atuante no contexto educacional para o qual o REA foi desenvolvido, podendo envolver também seus estudantes. A aplicação do recurso em uma aula permite observar seu desempenho em uso, coletando evidências iniciais sobre sua efetividade pedagógica, engajamento dos alunos e adequação às práticas docentes. Assim, permite a observação, registros do professor, *feedback* dos participantes, e adequação do REA aos tempo de aula e a estrutura tecnológica.
- **Avaliação por especialista**, um modelo sistemático que avalia o REA co-criado, podendo ser classificado como uma avaliação heurística ou baseada em julgamento especializado, pois se fundamenta na análise crítica realizada por indivíduos com conhecimento técnico e experiência na área. No campo do design e das tecnologias educacionais, esse tipo de avaliação também pode ser entendido como uma forma de validação de conteúdo, uma vez que busca verificar se o recurso atende a critérios pedagógicos, técnicos e de usabilidade previamente estabelecidos.

Para avaliação do protótipo REA, nesta pesquisa utilizou-se o modelo LORI (Learning Object Review Instrument), um instrumento de pesquisa

fundamental para a avaliação de aspectos pedagógicos, técnicos e de conteúdo do recurso. A aplicação desse instrumento contou com a participação de quatro especialistas da área de educação ambiental, design educacional, bem como docentes com experiência na área de jogos educacionais. Os resultados da avaliação por especialista são descritos no item 4.4 deste documento.

d) Momento (5): Compartilhar

No momento Compartilhar do *framework* proposto, disponibiliza-se o recurso em repositórios abertos, define-se licenças adequadas e dissemina-se o material junto à comunidade educacional. Essa etapa segue os princípios da educação aberta, com reuso, adaptação e ampliação do alcance dos recursos produzidos. O modelo orienta o processo de criação de REA, estrutura a participação dos envolvidos e adota práticas colaborativas, conforme os pressupostos do método Design Science Research.

4.4 Resultado da Fase 3 - Avaliação do Artefato

A experiência prática com educadores funcionou como avaliação do toolkit e validação da etapa de cocriar do *framework*, nas duas modalidades — com e sem mediador. Essa avaliação ocorreu por meio da participação de quatro professores de educação ambiental de uma escola de ensino médio e técnico localizada em São Luís (MA). A colaboração virtual ocorreu com duas professoras da disciplina de Biologia e um professor de Química, todos selecionados para alunos do 1º ano/série do Ensino Médio e que integram o mesmo núcleo de educação ambiental.

A equipe composta pelos três educadores colaborou remotamente por meio do template no google slide em um formato de *workshop* e sob orientação e mediação síncrona dos pesquisadores, em dia e horário previamente agendados. Esse formato permitiu a troca eficiente de informações e ideias que surgiam mediante as interações os desafios propostos, enriquecendo o processo de cocriação, também permitiu minar quaisquer dúvidas e dificuldades do participantes,

Desta forma, a equipe formada concluiu todas as etapas e desafios do template de forma mais fluida, graças à troca ágil de informações, o que permitiu ao pesquisador-mediador observar em profundidade os aspectos funcionais e os pontos que necessitavam de melhoria e correção. A conclusão do processo de

cocriação resultou na criação de 3 mini protótipos (rascunhos) que serviram de base para construção de um protótipo final desenvolvido pelo designer/pesquisador.

Para compreender de modo mais concreto a aplicação do template, solicitou-se aos docentes de ambas as equipes que, ao final das atividades, registrassem comentários sobre sua experiência particular.

Neste estudo, descreve-se uma pesquisa explicativa baseada em experimentação. O teste preliminar realizado com educadores envolveu o desenvolvimento de uma REA e verificou a aplicabilidade, a eficácia, a eficiência e a qualidade dos resultados com o uso do modelo. A avaliação contou com a participação de três professores de educação ambiental de uma escola de ensino médio e técnico localizada em São Luís. A colaboração virtual ocorreu com duas professoras da disciplina de Biologia e um professor de Química, todos atuantes no 1º ano do ensino médio e integrantes do mesmo núcleo de educação ambiental.

Considerando o número reduzido de participantes e o caráter exploratório da investigação, este estudo configura-se como um estudo piloto ou estudo preliminar. Segundo Van Teijlingen e Hundley (2002), estudos piloto consistem em investigações preliminares de pequena escala destinadas a testar procedimentos metodológicos, instrumentos e estratégias de aplicação antes de pesquisas mais amplas. Nesse sentido, o estudo possibilitou avaliar a viabilidade do artefato no contexto proposto, além de identificar limitações operacionais e refinar os instrumentos utilizados com os professores participantes.

Embora apresente etapas complementares organizadas de forma linear, o processo mantém caráter aberto, permitindo adaptações ou substituições de métodos e ferramentas conforme as necessidades dos participantes, os objetivos do projeto, o tamanho da equipe e o escopo da iniciativa. Os perfis construídos por meio das personas dos alunos indicaram maior engajamento quando as atividades apresentam objetivos claros, desafios e recompensas. No desafio *brainstorming*, os participantes propuseram diferentes possibilidades de RED, como jogos de tabuleiro, quiz educativo, jogo de cartas e a criação de um podcast.

No desafio seguinte, por meio da técnica de votação (*dot voting*), foram selecionadas três possibilidades de recursos: a) um jogo de tabuleiro; b) um jogo de

cartas; e c) um podcast com a participação de estudantes, todos relacionados a temáticas ambientais, como redução de gases de efeito estufa e descarte de resíduos em praias.

No desafio de prototipação, os participantes optaram pela criação de um novo recurso, em vez da reutilização de materiais já existentes. Como conteúdo didático, definiram etapas que simulam o ciclo dos resíduos, desde a compra do produto e escolha de sua embalagem, passando pelo descarte e separação, até a destinação final, como aterro sanitário ou reciclagem. Segundo os professores, esses conteúdos contribuem para a compreensão de conceitos, práticas e impactos relacionados à gestão de resíduos sólidos (GRS).

Em relação à eficácia do instrumento, todos os participantes concluíram as tarefas propostas dentro do tempo previsto (1 hora), utilizando entre 10 e 15 minutos para a realização de cada desafio. Esse resultado indica a viabilidade do modelo quanto ao tempo de utilização por professores. O processo também possibilitou observar aspectos relacionados à eficiência do instrumento, uma vez que a conclusão das tarefas resultou na elaboração de três protótipos de baixa fidelidade, cuja a descrição foi utilizada como base para a construção de um protótipo final, graficamente consolidado pelo designer/pesquisador.

Ao final das atividades, os professores responderam a um questionário sobre a experiência de uso do template, cujo conteúdo, assim como nas entrevistas, passou por um processo de compilação e análise. Isso permitiu compreender aspectos relacionados à satisfação dos participantes ao utilizar o instrumento. Em síntese, os docentes descreveram o template como “didático e auto explicativo”. Em relação aos pontos de melhoria, os participantes afirmaram que o template “supriu todas as expectativas de forma clara”, indicando aceitação positiva entre os docentes.

A participante que colaborou de maneira autônoma afirmou que “o template apresenta uma organização clara, linguagem objetiva e instruções bem definidas”, aspecto que favoreceu sua participação. Entretanto, sugeriu a utilização de cores mais vivas no design e a inserção de um exemplo inicial em cada etapa, com o objetivo de tornar o material ainda mais autoexplicativo. Com base nos dados

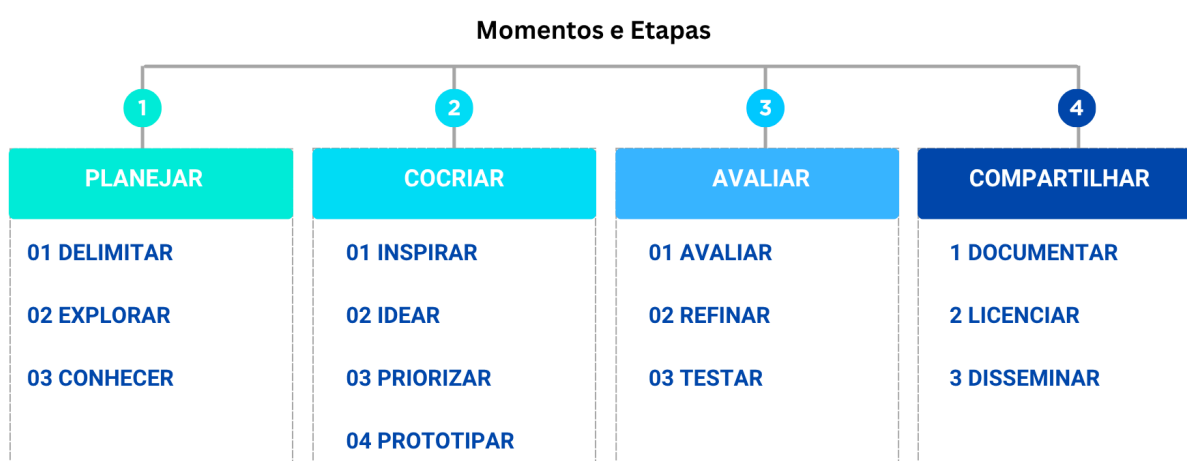
obtidos durante o teste piloto com os educadores, o modelo passou por ajustes e acréscimos decorrentes dos *feedbacks* apresentados ao final da utilização. Essas contribuições resultaram em modificações na apresentação visual e na organização estrutural do modelo.

4.5 Resultados da Etapa 4 do DSR - Aprendizagem

Este tópico apresenta os resultados da aplicação prática do modelo, por meio do *toolkit* de *codesign*, que culminou na prototipação de um REA em colaboração com educadores. Entende-se que, além de propor recomendações teóricas para a produção e disseminação de Recursos Educacionais Abertos (REA), considerando os princípios do design colaborativo e da ergonomia participativa, esta pesquisa também realizou o levantamento de requisitos didáticos e práticos por meio da colaboração com educadores.

Nesse momento, portanto, expõe-se a consolidação do conhecimento produzido durante o desenvolvimento e a avaliação do artefato e de seu produto final. Este estudo teve como um objetivo específico cocriar um REA com professores da área de Educação Ambiental e avaliar sua qualidade, adequação pedagógica e potencial de uso por meio de instrumentos específicos de avaliação. A figura a seguir traz uma visão geral do *framework*, cujos momentos e etapas metodológicas orientam o processo de cocriação com os educadores.

Figura 11 - Visão Geral do *Framework* de Cocriação de REA



Fonte: O autor (2026)

O modelo colaborativo de produção de REA proposto nesta pesquisa foi responsável por conduzir e organizar todo o processo de aplicação. Para operacionalizar o método junto aos participantes, utilizou-se um *toolkit* de cocriação, concebido como instrumento de apoio às atividades colaborativas desenvolvidas ao longo da investigação. A aplicação do *toolkit* constituiu, simultaneamente, um processo de cocriação e de avaliação prática do modelo, permitindo analisar sua aplicabilidade, contribuições e limitações no contexto educacional investigado.

4.5.1 Momento (01) - Planejar

Nos modelos e *frameworks* analisados, (Zancanaro, 2015; Kim, 2018; Grimm, 2024) o planejamento conta com a definição prévia dos caminhos do REA, como possibilidades de reuso, remixagem e outros desdobramentos. Também se recomenda estabelecer o tipo de recurso a ser produzido, como livros, cursos, jogos e materiais similares. No entanto, a prática colaborativa com educadores evidenciou uma questão importante: é justamente por meio da cocriação que os participantes podem externalizar suas ideias e necessidades em relação aos recursos a serem desenvolvidos, e seus possíveis caminhos de desenvolvimento.

O momento Planejar do *framework* inicia-se pela etapa Delimitar. Na literatura (Zancanaro, 2015; Kim, 2018; Grimm, 2024), o designer-pesquisador costuma delimitar direções e traçar caminhos para os REA; contudo, a prática demonstrou ser fundamental dar voz e incluir os participantes nessa etapa.

Um exemplo prático ocorre na definição do objetivo e do foco do recurso. Embora houvesse muitas possibilidades como materiais impressos e digitais, tais como guias, cartilhas e planos de aulas, a pesquisa de campo e aplicação das técnicas cocriativas com educadores demonstraram que esses formatos não seriam tão atrativos para os estudantes, que se sentem mais motivados através de recursos com gamificação.

Assim, para a etapa de delimitação, o modelo adaptou essa fase à definição de três aspectos centrais: delimitar a demanda educacional que requer um REA, considerando o contexto cultural e educacional; delimitar os objetivos a serem alcançados com o REA; e delimitar as ferramentas e o cronograma necessários para avaliar o tempo de desenvolvimento. Neste estudo, o contexto cultural foi delimitado

ao município de São Luís (MA) e o contexto educacional, à Educação Ambiental. Já os objetivos foram definidos como a aprendizagem de conceitos e práticas corretas de gestão de resíduos sólidos.

A definição desses aspectos projetuais partiu, principalmente, do documento do projeto de pesquisa intitulado *Contribuições do Design à Educomunicação Ambiental em São Luís – MA*, que aprofunda a questão da gestão de resíduos sólidos, da coleta seletiva na cidade e das lacunas existentes na educação ambiental.

O *framework* incorporou essa mudança de estratégia na etapa Planejar. Dessa forma, em vez de delimitar tudo de antemão apenas com base na literatura, o *framework* propõe duas novas etapas nesse momento. A primeira delas é Explorar, na qual se sugere que o proponente busque uma imersão no contexto dos REA. Essa imersão pode ocorrer pela exploração de repositórios e pela análise de REA disponíveis no contexto educacional delimitado.

O aprofundamento nesses repositórios evidenciou a predominância de planos de aula, sequências didáticas e guias pedagógicos estruturados com objetivos, procedimentos metodológicos e propostas de avaliação. Observou-se que a maior parte dos materiais encontra-se disponibilizada em formato digital, sobretudo em PDF ou DOC, ou em ambientes virtuais com possibilidade de download, o que amplia sua aplicabilidade em contextos híbridos de ensino.

No que se refere ao licenciamento, constatou-se que nem todos os recursos desses repositórios apresentam indicação explícita de licenças abertas, como *Creative Commons*. Em diversos casos, os materiais são disponibilizados para uso educacional, porém sem detalhamento claro sobre as possibilidades de adaptação, redistribuição ou modificação. Tal aspecto constitui um ponto crítico na caracterização desses materiais como REA, considerando que a abertura jurídica é elemento central para a consolidação desses recursos.

Quanto ao enfoque temático (educação ambiental), os recursos encontrados nessas plataformas concentram-se predominantemente em conteúdos relacionados à coleta seletiva, reciclagem, 3Rs e impactos ambientais do descarte inadequado de resíduos. Destaca-se, ainda, o significativo potencial interdisciplinar

desses recursos, especialmente nas articulações entre Ciências e Geografia, Ciências e Matemática e Ciências e áreas voltadas à cidadania e à responsabilidade socioambiental.

Entretanto, observou-se que a maioria dos materiais apresenta uma lógica de produção institucional, com abordagem predominantemente informativa e estrutura fechada, com poucas possibilidades de reuso e reutilização. Identificou-se menor incidência de propostas fundamentadas em metodologias participativas ou em processos de cocriação com professores e estudantes.

Essa lacuna reforça a pertinência da presente pesquisa, que propõe o desenvolvimento de um recurso educacional fundamentado em princípios de design colaborativo e ergonomia participativa. Ainda na etapa Explorar, desenvolveu-se uma análise de similares nos REA selecionados dos repositórios, conforme apresentado no Quadro 20.

Quadro 20 - Recursos Educacionais Abertos analisados

Repositório	Nome do Recurso	Licença	Tipo de REA	Foco Temático
ProEdu	Gestão de Resíduos na Comunidade Escolar	Uso educacional	Guia pedagógico / Projeto de intervenção	Gestão escolar de resíduos sólidos; diagnóstico e plano de ação
EduCAPES	Cartilha sobre Resíduos Sólidos	Licença Creative Commons	Produto educacional (cartilha)	Conceitos, classificação e gestão de resíduos sólidos
MEC RED	Coleta Seletiva na Escola	Variável (licença não especificada)	Plano de aula	Coleta seletiva e práticas sustentáveis

Fonte: o autor (2026)

O primeiro recurso selecionado para análise de similares, foi Guia “*Gestão de Resíduos na Comunidade Escolar*”, disponível na plataforma ProEdu, destacou-se pelo caráter aplicado e interventivo, propondo diagnóstico e plano de ação no ambiente escolar. Sua estrutura favorece a participação ativa dos estudantes e a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, aproximando-se de uma perspectiva colaborativa de aprendizagem.

A inclusão da *Cartilha Ambiental – Resíduos Sólidos* (eduCAPES) enriquece o conjunto de similares por agregar um material claramente licenciado como aberto, com forte fundamentação conceitual e estruturado como produto educacional com foco explícito em sustentabilidade e gestão de resíduos sólidos. Essa cartilha apresenta vantagens importantes, como a licença *Creative Commons*, que amplia suas possibilidades de adaptação no desenvolvimento do artefato, além de abranger aspectos de legislação ambiental.

O terceiro recurso selecionado, *Coleta Seletiva na Escola*, disponível no MEC-RED, foi escolhido por sua estrutura pedagógica objetiva e aplicabilidade imediata no ambiente escolar. A cartilha apresenta robustez pedagógica e coerência conceitual, especialmente ao enfatizar que a coleta seletiva deve ser precedida por um processo de educação ambiental e planejamento institucional.

Em síntese (Quadro 21), os similares analisados apresentaram baixa relevância quando comparados a recursos digitais mais recentes, como vídeos, jogos e imagens interativas. Evidenciou-se a necessidade de revisão dos conteúdos didáticos em conformidade com as normas vigentes, bem como de melhor adequação gráfica, alinhada à linguagem visual contemporânea. Além disso, observou-se a importância de direcionamento a elementos mais interativos e a contextos digitais que dialoguem com interfaces gráficas de aplicativos e jogos.

Quadro 21 - Síntese da Análise SWOT

FORÇAS • Potencial interdisciplinar e alinhamento à Educação Ambiental. • Conteúdos contextualizados e aplicáveis ao cotidiano escolar. • Estrutura didática organizada. • Recursos acessíveis em formato digital/imprimível. • Fundamentação pedagógica consistente e incentivo à participação ativa.	FRAQUEZAS • Predomínio de formatos estáticos (PDF), com baixa interatividade digital. • Dependência de mediação docente para aplicação efetiva. • Linguagem visual pouco atrativa ou desatualizada. • Maior densidade textual, dificultando engajamento de alguns públicos. • Licenciamento aberto pouco explícito em parte dos materiais.
OPORTUNIDADES • Crescente inserção da Educação Ambiental e sustentabilidade nos currículos escolares. • Interesse de escolas em projetos sustentáveis e interdisciplinares. • Possibilidade de adaptação, remixagem e atualização dos materiais. • Transformação dos recursos em formatos multimodais e colaborativos. • Integração com BNCC, Agenda 2030 e práticas investigativas.	AMEAÇAS • Limitações de infraestrutura tecnológica e escolar. • Restrição de tempo e recursos para implementação contínua. • Concorrência com conteúdos digitais mais interativos e atrativos. • Resistência cultural à mudança de hábitos ambientais. • Descontinuidade de políticas públicas e limitações orçamentárias.

Fonte: Produzido pelo autor (2026)

A aplicação da matriz permitiu examinar suas dimensões pedagógicas, técnicas e contextuais, evidenciando convergências e lacunas relevantes para o desenvolvimento do artefato proposto. A análise de similares também possibilitou compreender como diferentes soluções vêm sendo concebidas e aplicadas em contextos reais de ensino, especialmente no campo da Educação Ambiental com foco em resíduos sólidos.

A partir dessa investigação, foi possível entender que os REA atualmente disponíveis nos repositórios brasileiros devem ser compreendidos à luz da perspectiva de Grimm (2024), que os concebe como recursos inseridos em um ciclo de vida dinâmico e contínuo, orientado por uma lógica de aprimoramento permanente. Tal entendimento implica reconhecer que esses materiais precisam manter-se em constante atualização, a fim de garantir sua relevância, contemporaneidade e qualidade quanto à aplicabilidade em múltiplos contextos de ensino e aprendizagem.

Para finalizar o momento Planejar, o *framework* propõe a etapa Conhecer, caracterizada como uma fase ainda exploratória, com foco nos participantes ou cocriadores. A literatura aponta para a formação de uma equipe multidisciplinar, mas a participação no processo de *codesign* não depende apenas da formação dos indivíduos, e sim também do nível de envolvimento que podem assumir e da experiência que possuem com tecnologias e recursos utilizados no processo. Na etapa Conhecer, utilizou-se um questionário online, respondido por 10 educadores de São Luís, cujos dados foram apresentados previamente nos tópicos anteriores.

Nessa etapa, propõe-se também explorar os possíveis caminhos de desenvolvimento do REA. Assim, o proponente deve avaliar e traçar uma estratégia de criação, que pode envolver reter, reutilizar, revisar, remixar e redistribuir conteúdos, conforme aponta a literatura. Entretanto, essa definição não deve ser rígida, mas moldada ao longo do processo de colaboração.

Nesta pesquisa, o protótipo do *framework* foi refinado ao longo da cocriação, conferindo maior poder de decisão aos participantes e acolhendo as contribuições de cada um. O conteúdo do REA foi gerado durante o processo de prototipação, enquanto sua organização ocorreu por meio do reuso de outros REA.

Assim, na construção do artefato, a equipe seguiu dois caminhos complementares: criação e reuso.

4.5.2 Momento (02) - Cocriar

O momento de cocriação correspondeu à efetivação do modelo desenvolvido, uma vez que possibilitou a interação direta com os educadores, que colaboraram por meio do template proposto, compartilharam ideias, definiram objetivos, delimitaram o público-alvo e contribuíram para a proposição do protótipo do recurso educacional. Neste momento surgiram três protótipos de baixa fidelidade criados exclusivamente pelos educadores conforme apresentado no Figura 12.

Figura 12 - Protótipos gerados no momento cocriar

NOME DO RECURSO: Jogo de Tabuleiro "caminho dos resíduos sólidos/lixo" DESCRIÇÃO: Como pode ser utilizado? pode ser usado em aulas de educação ambiental Geografia, química, biologia, quando trabalhar temática voltadas para questões de resíduos sólidos Qual tipo de recurso você sugeriu? Jogo educativo	Jogo de tabuleiro ambiental voltado para questão dos resíduos sólidos, as partes do jogo pode ser desde o descarte do bairro dele, todos os locais que o resíduo passa até chegar no destino final (lixão, aterro sanitário e dentre outros). 	NOME DO RECURSO: Jogo Cidades Sustentáveis - ODS 13 DESCRIÇÃO: Jogo de cartas paradigmático, trabalhando toda ODS, o Recurso para ser utilizado em sala, focando os problemas ambientais regionais. Despertando o interesse em redução de gases do efeito estufa Qual tipo de recurso você sugeriu? Jogo educativo	Cartas divididas em problemas globais, recursos disponíveis, soluções sustentáveis. Os jogadores precisam combinar cartas desafios. 	NOME DO RECURSO: Podcast Ambiental: Vozes Sustentáveis DESCRIÇÃO: Os alunos produzem episódios curtos de podcast abordando temas relacionados à gestão correta de resíduos sólidos Qual tipo de recurso você sugeriu? Recurso digital educativo em formato de podcast.	Os estudantes podem trabalhar em grupos para pesquisar informações, elaborar roteiros, gravar áudios utilizando o celular e compartilhar os episódios no Classroom ou nas redes sociais da escola. 
PROTÓTIPO 1		PROTÓTIPO 2		PROTÓTIPO 3	

Fonte: O autor (2026)

Com base nos protótipos e suas descrições, foi então desenvolvido um protótipo de alta fidelidade. Este protótipo configurou-se como um material didático digital e impresso voltado à temática da gestão adequada de resíduos sólidos no município de São Luís.

O principal objetivo do recurso é apoiar a construção do conhecimento pelos estudantes, promovendo a compreensão de conceitos, práticas e impactos relacionados à gestão de resíduos sólidos no contexto em que estão inseridos, em consonância com as práticas pedagógicas vigentes. Para isso, o REA foi concebido a partir de uma estrutura sequencial e lógica, articulando conteúdos conceituais e

atividades pedagógicas, considerando as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Em conformidade com os requisitos definidos ao longo da pesquisa, o material incorpora princípios de clareza didática, organização modular e potencial de adaptação, além da utilização de elementos visuais e interativos que favorecem o engajamento dos estudantes e a mediação pedagógica pelos educadores.

O processo de prototipagem não se limitou à materialização do recurso, mas constitui-se como um processo iterativo de construção coletiva, no qual as contribuições dos participantes foram fundamentais para garantir a pertinência pedagógica, a adequação ao contexto escolar e o alinhamento às práticas de ensino em Educação Ambiental.

Os conteúdos incorporados ao REA emergiram por dois caminhos complementares. O primeiro ocorreu por meio da colaboração consultiva dos educadores, realizada a partir do questionário e da entrevista semiestruturada, nos quais foram indicados conteúdos considerados essenciais para a abordagem da gestão de resíduos sólidos.

Dessa etapa inicial destacaram-se temas como a jornada dos resíduos, o descarte correto de óleo de cozinha e a problemática dos resíduos nas praias de São Luís, posteriormente incorporados ao protótipo do recurso. No momento de cocriação, consolidou-se o processo cocriativo virtual, culminando no desenvolvimento de um protótipo de recurso educacional voltado ao ensino-aprendizagem em Educação Ambiental para o ensino fundamental e médio.

O recurso educacional resultante do momento cocriar consiste em um jogo de tabuleiro paradidático denominado “Jornada dos Resíduos Sólidos” (Figura 13), compreendido como material complementar ao ensino formal, cujo objetivo de aprendizagem está relacionado à Gestão de Resíduos Sólidos.

O desenvolvimento do protótipo final também incorporou um quiz com conteúdos e perguntas elaboradas colaborativamente pelos participantes; por se tratar de recurso aberto, é sugerido que as perguntas e cartas dos jogos sejam alteradas conforme o conteúdo da disciplina na qual será utilizado.

Figura 13 - Protótipo do Jogo de Tabuleiro Jornada dos Resíduos Sólidos.



Fonte: Produzido pelo autor (2026)

O protótipo do jogo busca contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 e 17 da Organização das Nações Unidas (ONU). O ODS 4 refere-se à promoção de uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, assegurando oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas as pessoas. Já o ODS 17 relaciona-se ao fortalecimento de parcerias e ações colaborativas voltadas ao desenvolvimento sustentável, incluindo iniciativas direcionadas à conservação dos recursos naturais, ao enfrentamento das mudanças climáticas e à proteção da biodiversidade.

Além disso, o recurso também buscou atender às normativas educacionais vigentes, especialmente às habilidades previstas na BNCC, como a habilidade EF09CI13, que propõe iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de práticas de consumo consciente e sustentabilidade bem-sucedidas; e a habilidade EF12EF03, relacionada ao planejamento e à utilização de estratégias para resolução de desafios em brincadeiras e jogos populares do contexto comunitário e regional, reconhecendo suas características e potencialidades pedagógicas.

O protótipo resultante do processo de cocriação foi materializado na plataforma Canva, escolhida por sua ampla utilização no contexto educacional e pela facilidade de uso por parte dos educadores, o que favorece a adaptação e reutilização do recurso. A plataforma permite a duplicação e edição do material, aspecto alinhado aos princípios dos Recursos Educacionais Abertos (REA), especialmente no que se refere às possibilidades de reuso, remixagem e adaptação por outros professores, conforme as necessidades de seus contextos pedagógicos.

Além disso, a plataforma possibilita a utilização do jogo tanto em formato digital quanto físico. Em sua versão digital, o recurso permite a participação síncrona de múltiplos jogadores, incorporando elementos interativos, como dados e pinos virtuais, que viabilizam a experiência colaborativa em ambiente online. O protótipo também conta com um guia do professor, contendo orientações, regras e diferentes modos de utilização do jogo em sala de aula.

O recurso caracteriza-se também como um jogo do tipo *“Print and Play”* (Imprima e Jogue), permitindo que os participantes imprimam, montem e utilizem o jogo presencialmente. Para isso, foram disponibilizados arquivos em PDF (Apêndice 7) para impressão, incluindo o tabuleiro em formato A3 (frente e verso), além de pinos e dados em formato A4. Essa característica amplia a disseminação do recurso, possibilitando sua utilização mesmo em contextos com limitações tecnológicas ou de acesso à internet.

Cabe destacar que esta pesquisa não teve como foco aprofundar aspectos específicos de game design ou de mecânicas de jogos, uma vez que o objetivo principal consistiu em analisar o protótipo enquanto recurso educacional voltado à educação ambiental, considerando seu potencial de apoio às práticas pedagógicas e sua facilidade de adaptação do conteúdo pelos educadores.

No que se refere às mecânicas adotadas, houve o reuso parcial da estrutura do jogo de tabuleiro “Vamos brincar de aprender: subsídio para atividades educativas de educação ambiental”, um REA que apresenta proposta semelhante. Esse reuso serviu como referência para a definição das regras, organização das casas e modos de jogo do protótipo desenvolvido.

4.5.3 Momento (03) - Avaliar

A avaliação da qualidade de recursos educacionais digitais envolve múltiplos critérios que abrangem aspectos pedagógicos, técnicos e de uso. Por esse motivo, o modelo proposto nesta pesquisa recomenda uma abordagem multimétodos, contemplando diferentes estratégias para analisar o recurso sob perspectivas complementares.

Entretanto, para a avaliação do REA cocriado nesta pesquisa, optou-se pela avaliação por especialistas, por ser uma estratégia compatível com o estágio de desenvolvimento do protótipo e com o cronograma do estudo. Métodos como testes em situações reais de ensino ou *workshops* avaliativos demandam etapas adicionais de planejamento, aplicação e mobilização de participantes.

A avaliação foi realizada por meio de uma adaptação do *Learning Object Review Instrument* (LORI), instrumento amplamente utilizado para a avaliação da qualidade de objetos de aprendizagem (Leacock, Nesbit, 2007). Antes de sua aplicação, foi conduzido um pré-teste com uma educadora da área de Design e Educação, com o objetivo de verificar a clareza das questões, a adequação dos critérios ao contexto do recurso desenvolvido e a funcionalidade do formulário. A partir das contribuições obtidas, foram realizados ajustes no instrumento e adaptações em alguns critérios do modelo original.

O questionário adaptado foi disponibilizado aos participantes por meio da plataforma *Google Forms* e buscou contemplar as características específicas do recurso avaliado, tanto por sua natureza de Recurso Educacional Aberto quanto por sua configuração como jogo didático digital. O instrumento completo encontra-se apresentado no Apêndice L.

Entre as adaptações realizadas, destaca-se o critério de acessibilidade. No modelo original, este item está relacionado ao acesso por diferentes perfis de usuários e dispositivos. Nesta pesquisa, o critério passou a incluir aspectos relacionados à facilidade de uso, compreensão das regras e jogabilidade, considerados relevantes para a avaliação de jogos educacionais.

Quadro 22 – Perfil dos Participantes da Avaliação

Participante	Formação/Atuação profissional informada	Área principal	Grupo de avaliação
E1	Doutorando em Design, com atuação em Design e Educação e experiência em jogos educacionais e recursos digitais para aprendizagem	Design e Educação	Design/ Game Design
E2	Doutorando em Design, atua na docência em Game Design, pesquisador da área de jogos digitais e interação	Game Design	Design/ Game Design
E3	Graduado em Geografia e professor da Educação Básica, atuando com Educação Ambiental desde 2020	Educação Ambiental	Educação Ambiental
E4	Bióloga e Pedagoga, atuante em sala de aula e em projetos de Educação Ambiental	Educação Ambiental	Educação Ambiental

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O modelo utilizado na a avaliação do REA baseia-se na escala Likert de cinco pontos, em que a escala 1 corresponde à menor avaliação e a escala 5 à maior avaliação possível para cada critério analisado. As escalas 1 e 2 indicam percepções menos favoráveis quanto ao atendimento do critério; a escala 3 representa uma avaliação intermediária; e as escalas 4 e 5 correspondem a avaliações positivas, associadas à adequação e ao atendimento satisfatório dos requisitos do LORI.

No critério Qualidade do Conteúdo, foram observadas respostas nas escalas 2, 3 e 5, indicando diferentes percepções sobre a precisão, a abrangência e a reutilização do conteúdo em outros contextos educacionais. Alguns avaliadores consideraram o conteúdo adequado para a temática ambiental, enquanto outros apontaram limitações na profundidade e na possibilidade de aplicação em ambientes de aprendizagem distintos.

Quanto ao Alinhamento dos Objetivos de Aprendizagem, foram atribuídas as escalas 2, 3, 4 e 5, o que reflete diferentes interpretações sobre a relação entre os objetivos propostos, as atividades desenvolvidas e os resultados de aprendizagem esperados. Parte dos avaliadores reconheceu um alinhamento claro entre objetivos, atividades e avaliação, enquanto outro grupo considerou que esse alinhamento não foi suficientemente explícito no recurso.

No critério Feedback e Adaptação, foram selecionadas as escalas 1, 2, 4 e 5, apresentando a maior variação entre as respostas. As avaliações refletem diferentes percepções quanto à capacidade do jogo de fornecer retorno adequado aos participantes e de promover adaptações ao longo da experiência de aprendizagem. Para os especialistas em game design, o *feedback* foi insuficiente, necessite de mais elementos informativos; para outros especialistas, o recurso oferece mecanismos de retorno que sustentam a aprendizagem.

Em relação à Motivação, foram atribuídas as escalas 2, 3 e 5. Os avaliadores reconheceram o potencial do REA para despertar o interesse dos estudantes por meio da temática ambiental e da abordagem lúdica, embora tenham apontado diferentes percepções quanto ao nível de engajamento proporcionado pelas mecânicas do jogo. Alguns consideraram que as mecânicas são motivadoras e promovem envolvimento; outros julgaram que o engajamento é limitado ou pouco consistente.

Os critérios relacionados a aspectos visuais e de interação receberam as avaliações mais elevadas. No Design da Apresentação, foram selecionadas apenas as escalas 4 e 5, indicando avaliações positivas quanto à organização visual, à clareza gráfica e à concepção de informações visuais para uma aprendizagem reforçada e processamento mental eficaz.

De forma semelhante, os critérios Usabilidade Interativa, Acessibilidade e Conformidade com os Padrões receberam exclusivamente avaliações entre as escalas 4 e 5, evidenciando percepções favoráveis quanto à facilidade de navegação, previsibilidade da interface, compreensão das regras, jogabilidade e adequação aos objetivos educacionais propostos, bem como à conformidade com padrões técnicos relevantes.

Esses resultados sugerem que o REA apresenta pontos fortes consistentes em dimensões de design, usabilidade e conformidade, enquanto aspectos de conteúdo, alinhamento de objetivos, *feedback* e motivação exigem atenção para aprimoramento. A divergência entre grupos de especialistas indica que a avaliação do recurso envolve perspectivas distintas, o que reforça a importância

de incorporar tanto critérios de qualidade educacional quanto de qualidade de design em processos de avaliação de REAs.

Observou-se também uma diferença entre os grupos de avaliadores. Os especialistas das áreas de Design e Game Design apresentaram avaliações mais críticas nos critérios relacionados ao conteúdo, aos objetivos de aprendizagem, ao *feedback* e à motivação, provavelmente devido à sua atenção a aspectos de qualidade editorial, coerência de objetivos e mecanismos de feedback e adaptação.

Por outro lado, os especialistas em Educação Ambiental atribuíram predominantemente avaliações mais elevadas nesses mesmos critérios, fundamentadas em sua experiência docente e no forte alinhamento do recurso com a temática ambiental e com práticas de educação sustentável.

Para compreender de forma mais detalhada as avaliações atribuídas, foram analisadas as respostas abertas do questionário, nas quais os especialistas apresentaram percepções, observações e sugestões de aprimoramento para o recurso. Os principais apontamentos são apresentados no Quadro 23.

Quadro 23 – Resultados sobre percepções e considerações dos Especialistas

Critério	Percepções e considerações dos especialistas
Qualidade do conteúdo	O conteúdo foi considerado adequado à temática da gestão de resíduos sólidos e ao contexto educacional. Alguns especialistas apontaram que determinadas referências estão associadas à realidade local, podendo demandar adaptações para aplicação em outros contextos.
Alinhamento dos objetivos de aprendizagem	Os avaliadores identificaram relação entre os conteúdos abordados e os objetivos educacionais propostos. Foram registradas sugestões para tornar mais explícita a conexão entre as mecânicas do jogo e os resultados de aprendizagem esperados.
Feedback e adaptação	Foram apontadas oportunidades de aprimoramento relacionadas aos mecanismos de <i>feedback</i> ao jogador e à adaptação da experiência durante a partida. Alguns especialistas observaram que a progressão ocorre principalmente em função da dinâmica do jogo de trilha.
Motivação	A temática ambiental e a abordagem lúdica foram consideradas aspectos favoráveis ao engajamento dos estudantes. Também foram sugeridas mecânicas complementares que possam ampliar a participação dos jogadores ao longo da atividade.
Design da apresentação	Foram destacadas a organização visual, a clareza das informações e a coerência gráfica dos elementos do jogo.

Usabilidade e interação	O recurso foi descrito como simples de compreender e utilizar, favorecendo sua aplicação em contextos educacionais.
Acessibilidade	Os especialistas ressaltaram aspectos relacionados à clareza das regras, compreensão das instruções e facilidade de uso do recurso.
Conformidade com os padrões	O jogo foi considerado compatível com os conteúdos e práticas educacionais relacionados à educação ambiental.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Em relação à Qualidade do Conteúdo, os especialistas em Educação Ambiental avaliaram positivamente a proposta, destacando sua pertinência para o trabalho com a temática dos resíduos sólidos e sua aplicabilidade em contextos escolares. Um dos avaliadores ressaltou que o recurso possibilita abordar diferentes aspectos da educação ambiental. Enquanto isso, outro apontou a possibilidade de complementar a atividade com discussões relacionadas à realidade cotidiana dos estudantes, como a coleta seletiva nos espaços que frequentam e o destino dos resíduos após o descarte.

Por outro lado, os especialistas da área de Game Design observaram que o conteúdo encontra-se fortemente vinculado ao contexto específico para o qual foi desenvolvido, o que pode limitar sua reutilização em outras situações sem adaptações. Também foi destacado que a estrutura baseada em perguntas e respostas apresenta menor potencial de reutilização após os jogadores dominarem o conteúdo apresentado.

Quanto ao alinhamento dos Objetivos de Aprendizagem, os especialistas em Educação Ambiental consideraram que o recurso atende aos objetivos educacionais relacionados à temática ambiental e apresenta potencial para contribuir com a aprendizagem dos estudantes. Já os especialistas em Game Design destacaram que a mecânica predominante de quiz associada a uma trilha se aproxima mais de uma ferramenta de verificação ou avaliação de conhecimentos do que de uma estratégia voltada à construção ativa da aprendizagem, sugerindo a ampliação das possibilidades de interação dos estudantes com o conteúdo.

No critério Feedback e Adaptação, concentraram-se as principais observações dos especialistas em Game Design. Os avaliadores apontaram que a progressão dos participantes depende predominantemente do lançamento de dados,

reduzindo a influência das decisões dos jogadores sobre os resultados obtidos. Também observaram a ausência de mecanismos de adaptação da experiência de jogo ou de feedback mais elaborado ao longo da atividade.

Em contrapartida, os educadores especialistas em Educação Ambiental consideraram que a proposta atende aos objetivos de aprendizagem relacionados ao conteúdo ambiental, embora tenham sugerido a possibilidade de adaptação do recurso de acordo com a disciplina, o contexto de aplicação e o nível de aprendizagem dos estudantes.

As observações relacionadas ao critério Motivação também apresentaram diferenças entre os grupos avaliadores. Os especialistas em Educação Ambiental destacaram o potencial do jogo para despertar o interesse dos estudantes pela temática ambiental, especialmente quando associado a atividades práticas desenvolvidas em sala de aula. Entre as sugestões apresentadas, destacou-se a realização de ações complementares, como atividades práticas de coleta seletiva, visando ampliar a relação entre os conteúdos abordados no jogo e as experiências dos alunos.

Por sua vez, os especialistas em Game Design reconheceram que a dinâmica de perguntas e respostas associada à competição entre os participantes pode gerar interesse inicial. Contudo, apontaram que a predominância da aleatoriedade e a limitação das ações disponíveis aos jogadores reduzem o potencial de engajamento ao longo da experiência. Os avaliadores sugeriram a incorporação de novas mecânicas e desafios capazes de ampliar as possibilidades de interação e participação dos estudantes.

As contribuições dos especialistas foram consideradas no refinamento do protótipo, resultando em ajustes relacionados à clareza das instruções, revisão de elementos visuais e análise de possibilidades futuras para ampliação das mecânicas de interação e engajamento. De modo geral, as respostas evidenciam a complementaridade entre as perspectivas pedagógica e técnica, permitindo identificar aspectos relacionados tanto à adequação do conteúdo quanto à experiência de uso do recurso.

4.5.4 Momento (04) Compartilhar

O momento final discute o quinto "R" da liberdade proposto Wisley (2003): "Redistribuir". A redistribuição consiste em compartilhar o REA original ou derivado. Uma vez que o REA esteja testado e validado nos aspectos de abertura técnica, na adoção de licença aberta adequada e de acordo com as políticas da instituição do autor, podem ser publicados e disponibilizados a toda comunidade, a fim de promover sua reutilização.

Conforme o Guia REA (Fiocruz, 2015), os recursos abertos pode ser compartilhado por e-mail, num site pessoal, no repositório de REA da instituição ou em plataformas de serviços externos, já a ferramenta *CC Search*, desenvolvida e mantida pela *Creative Commons*, possibilita que materiais digitais sejam disponibilizados com licenças abertas e em domínio público, as etapas que orientam o processo de disseminação REA são apresentadas a seguir na Figura 14.

Figura 14 - Etapas do momento compartilhar.

Etapas de compartilhamento REA



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2026)

O momento Compartilhar contemplou a documentação do REA cocriado, por meio da elaboração de uma ficha técnica e da definição dos metadados necessários para sua indexação em repositórios e para sua disseminação. A ficha de metadados consta no Apêndice I deste documento reúne informações essenciais sobre o recurso, incluindo sua classificação, características e orientações destinadas aos professores. Por se tratar de um jogo educativo, a ficha atua como um guia de orientação com regras, modos de jogos e materiais necessários.

4.6 Divulgação dos resultados

No Design Science Research (DSR), projeta-se para além da proposição de artefatos voltados à resolução de problemas e da sistematização dos resultados. A etapa final do DSR (Aprendizagem) também contempla a divulgação dos resultados, assim neste momento da pesquisa ocorreu a publicação de artigos científicos em periódicos e congressos, assim como a publicação da dissertação no repositório institucional, compartilhando com a comunidade as lições aprendidas ao longo do processo investigativo, as contribuições teóricas e metodológicas e que buscam subsidiar pesquisas futuras.

Dentre as principais contribuições da pesquisa, está a interseção entre as abordagens de design colaborativo e de ergonomia participativa que apresentam características complementares e convergentes, sobretudo no que se refere à participação, à cocriação e ao envolvimento de múltiplos atores nos processos de desenvolvimento. Ambas enfatizam a compreensão das necessidades dos usuários, a construção coletiva de soluções e a adequação dos artefatos aos contextos de uso. Essa convergência teórica-metodológica forneceu subsídios para a estruturação de processos colaborativos estruturados e condizentes.

Além disto, a articulação entre design colaborativo e ergonomia orientou práticas participativas centradas nos usuários, favorecendo a inserção de educadores nas etapas de levantamento de requisitos, ideação e validação das propostas. Assim, os princípios e recomendações identificados na literatura serviram de referência para a definição de requisitos projetuais e para a concepção do framework, do toolkit e do workshop virtual.

A verificação do artefato e de seus instrumentos práticos, por meio do estudo de caso, bem como a interação e a colaboração com educadores de educação ambiental, contribuíram para o refinamento do modelo, que em sua versão final passou a incorporar a necessidade e diferentes níveis de experiência dos usuários. O framework contemplou quatro momentos de desenvolvimento, com respectivas etapas e atividades, conforme representado graficamente na Figura 15.

Figura 15 - Representação Gráfica final do Framework



Fonte: Produzido pelo autor (2026)

A versão final framework foi consolidada com ênfase na aplicabilidade prática, visando facilitar a mediação do processo de criação de Recursos Educacionais Abertos (REA). Esta versão destina-se ao proponente, o indivíduo responsável por conduzir a elaboração do REA, que pode ser um designer (como no presente estudo) ou um educador, oferecendo suporte estruturado para orientar a cocriação com educadores e especialistas.

Para disseminação do modelo, optou-se por compartilhá-lo em formato compatível com ferramentas colaborativas, adotando-se o Canvas. Essa plataforma, de caráter educacional e acesso gratuito, permite criação, prototipagem e colaboração em projetos online. Ao disponibilizar o projeto por meio de link aberto, foi possível assegurar acesso imediato ao conteúdo: usuários podem visualizar o material sem cadastro ou duplicar o projeto para obter cópia editável. Essa funcionalidade facilita edições, revisões e traduções, ampliando a escalabilidade e a adaptabilidade do framework a distintos contextos educacionais.

5. CONCLUSÕES

A presente pesquisa investigou a aplicação do design e da ergonomia no desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos (REA) voltados à educação ambiental, com ênfase no ensino da gestão adequada dos resíduos sólidos com foco no contexto de São Luís (MA). Utilizando a metodologia Design Science Research (DSR), foram desenvolvidos um artefato educacional (REA) e um conjunto de artefatos e instrumentos colaborativos que aprofundaram o conhecimento sobre processos de cocriação entre pesquisadores e professores.

Considera-se que os objetivos traçados foram alcançados e, portanto, o objetivo geral de elaborar e avaliar um framework focado na cocriação de REA, fundamentado nas recomendações da Ergonomia Participativa e do Design Colaborativo, foi concluído e respondeu à questão de pesquisa. O artefato proposto foi gerado com a participação de professores de educação ambiental de São Luís e validado com professores e especialistas em REA, cujos momentos e etapas seguem as recomendações encontradas na pesquisa.

A investigação conduzida conclui que as recomendações do design colaborativo favorecem a produção de REA para que sejam adaptáveis e contextualizadas, ao articular métodos participativos que alinham conteúdo, formato e ferramentas condizentes com as capacidades e práticas dos docentes. Além disso, as recomendações da ergonomia participativa complementam essa abordagem ao oferecer diretrizes e métodos que aumentam a motivação, a confiança e o engajamento dos professores.

Assim, a principal contribuição desta dissertação não consiste apenas na validação de um arranjo metodológico, mas na integração inovadora entre práticas de design colaborativo e princípios da ergonomia participativa como estratégia para reduzir o hiato entre recursos digitais e práticas educativas nas escolas públicas. Ao reconhecer os docentes como coautores, o processo elevou as possibilidades de gerar um protótipo pedagogicamente relevante, tecnicamente viável e culturalmente apropriado ao contexto local em que se insere.

Os outros artefatos gerados nesta pesquisa, que se trata do toolkit e de templates virtuais colaborativos, assim como o REA produzido, possuem natureza aberta e colaborativa, e poderão ser aperfeiçoados ao longo do tempo pelos usuários (professores e designers). Como acredita Okada (2013, p. 165), “quando o projeto educacional e o processo são abertos, os aprendizes podem reutilizar não só seu conteúdo, mas também, as tecnologias e métodos”.

Como desdobramentos práticos e possíveis caminhos para pesquisas futuras, propõe-se a disponibilização virtual do modelo metodológico utilizado na pesquisa, do framework e de seus instrumentos colaborativos. Também busca-se a avaliação do protótipo REA, em formato de jogo didático, em contexto real de ensino, envolvendo professores e estudantes para aferir efetividade, aplicabilidade e potencial de disseminação em repositórios e instituições.

Considera-se também a consolidação de parcerias institucionais formais para uma maior amostragem e acompanhamento longitudinal, pois, entre as limitações identificadas, estão a dificuldade de consolidar parcerias contínuas e a disponibilidade restrita dos participantes para atividades síncronas, o que impactou o ritmo das interações e a profundidade de algumas etapas. O uso de canais de comunicação ampliados e de atividades assíncronas mitigou parte dessas dificuldades e contribuiu para o fortalecimento da coautoria.

Em termos de implicações para políticas e práticas, esta pesquisa incentiva que os programas institucionais de formação docente e iniciativas de desenvolvimento de REA passem a incorporar as recomendações da Ergonomia Participativa e Design Colaborativo, para fortalecer a posição dos professores como co-criadores de soluções educativas, contribuindo para uma educação ambiental participativa e contextualizada.

REFERÊNCIAS

AMATULLO, Mariana; BOYER, Bryan; MAY, Jennifer; SHEA, Andrew (Org.). **Design for Social Innovation: Case Studies from Around the World**. 1. ed. London: Routledge, 2021. 336 p. ISBN 978-0-367-56147-4. DOI 10.4324/9781003021360.

AMIEL, T. O movimento dos recursos educacionais abertos: aspectos conceituais e práticas institucionais. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 375-388, 2012.

ARIMOTO, M. M.; BARROCA, L.; BARBOSA, E. F. AM-OER: An agile method for the development of open educational resources. **Informatics in Education**, v. 15, n. 2, p. 205-233, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15388/infedu.2016.11>.

BENKLER, Y. **The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom**. 2006.

BESSEN, G. R. et al. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA, P. et al. **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles**. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 27 set. 2025.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 27 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Recursos educacionais digitais. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/recursos-educacionais-digitais>. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP n. 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jun. 2012. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf. Acesso em: 27 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Educação Ambiental. Janeiro de 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/educacao-ambiental/bibliotecas>. Acesso em: 8 jun. 2026.

BROBERG, O.; ANDERSEN, V.; SEIM, R. Ergonomia participativa em processos de design: o papel dos objetos de fronteira. **Applied Ergonomics**, v. 42, n. 3, p. 464-472, 2011. DOI: 10.1016/j.apergo.2010.09.006.

BUTCHER, N. **A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)**. Paris: Commonwealth of Learning & UNESCO, 2015.

CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos de aprendizagem como elementos facilitadores na educação a distância. **Educar em Revista**, Curitiba, n. esp. 4, p. 235-260, 2014.

CHIU, Mao-Lin. An organizational view of design communication in design collaboration. **Design Studies**, v. 23, n. 2, p. 187-210, 2002.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: **Anais** do Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos, Porto Alegre, 2011.

COOL4ED. **OER Creation Toolkit**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <https://oercommons.org/courses/oer-creation-toolkit>. Acesso em: 1 abr. 2026.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Porto Alegre, RS: Penso, 2014.

DAMODARAN, L. User Involvement in the Systems Design Process: a practical guide for users. **Behaviour & Information Technology**, v. 15, n. 6, p. 363-377, nov./dez. 1996.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EDUCAÇÃO ABERTA. **Recursos Educacionais Abertos (REA): Um caderno para professores**. Campinas, 2013. Disponível em: <http://educacaoaberta.org/cadernorea>. Acesso em: 10 out. 2025.

FALZON, P. Natureza, objetivos e conhecimentos da ergonomia. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.

FIOCRUZ. **Guia para criar e avaliar a qualidade de recursos educacionais abertos - Guia rea**. Disponível em: <https://campusvirtual.fiocruz.br/portal/guiarea/index.html>. Acesso em: 10 jan. 2026.

FIOCRUZ. **Recursos Educacionais Abertos: Conceitos e Princípios - Guia rea**. Disponível em: <https://campusvirtual.fiocruz.br/portal/guiarea/index.html>. Acesso em: 10 jan. 2026.

GRIMM, Gabrielle da Fonseca H. **Modelo de design colaborativo de recursos educacionais abertos**. 2024. 270 f. Dissertação (Doutorado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024.

GRIMM, Gabrielle da Fonseca Hartmann; HEEMANN, Adriano. Artefatos de auxílio de desenvolvimento de Recursos Educacionais Abertos (REA) com foco na colaboração. **Blucher Design Proceedings**, v. 9, p. 415-426, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5151/cidicongic2021-032-355095-CIDI-Educacao.pdf>.

GRIMM, Gabrielle da Fonseca Hartmann; PADOVANI, Stephania; HEEMANN, Adriano. Colaboração em projetos de Recursos Educacionais Abertos (REA): necessidades de participantes com diferentes perfis. **DATJournal**, v. 9, n. 2, p. 210-228, 2024.

HAAG, Markus; MARSDEN, Nicola. Exploring personas as a method to foster empathy in student IT design teams. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 29, n. 3, p. 565-582, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9452-5>.

HAINES, H.; WILSON, J.; VINK, P.; KONINGSVELD, E. Framework for participatory ergonomics. **Applied Ergonomics**, 2002.

HAINES, H. M.; WILSON, J. R. Practical constraints on employee involvement in workplace redesign: fundamental issues and a case study. In: VINK, P.; KONINGSVELD, E. A. P.; DHONDT, S. (eds.). **Human factors in organizational design and management - VI**. New York: Elsevier, 1998. p. 575-578.

HARGROVE, R. **Colaboração criativa: a interação de talento e diversidade para obter resultados positivos**. São Paulo: Editora Cultrix, 1998.

HEEMANN, A.; LIMA, P. J. V.; CORRÊA, J. S. Fundamentos para o alcance da colaboração em design. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 8., 2008, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Associação de Ensino e Pesquisa de Ensino Superior de Design do Brasil, 2008. p. 1338-1349.

HELMS, M. M.; NIXON, J. Exploring SWOT analysis – where are we now? **Journal of Strategy and Management**, v. 3, n. 3, p. 215-251, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

HILTON, John III. Open educational resources and college textbook choices: a review of research on efficacy and perceptions. **Educational Technology Research and Development**, v. 64, n. 4, p. 573-590, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9434-9>.

HU, Jiarong; TANG, Kelvin; QIAN, Xuepeng; SUN, Furong; ZHOU, Weisheng. Behavioral change in waste separation at source in an international community: An application of the theory of planned behavior. **Waste Management**, v. 135, p. 397-408, nov. 2021. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.09.028.

HUTCHINS, Nicole M.; BISWAS, Gautam. Co-designing teacher support technology for problem-based learning in middle school science. **British Journal of Educational Technology**, v. 55, n. 3, p. 802-822, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13363>.

IIDA, Itiro; BUARQUE, Lia. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Blucher, 2021.

IMADA, A. S. Participatory ergonomics: a strategy for creating human-centred work. **J. Laboratório de Ciências**, v. 76, n. 3, pt. 2, p. 25-31, 2000.

IMADA, A. S. The rationale and tools of participatory ergonomics. In: NORO, K.; IMADA, A. S. **Participatory Ergonomics**. London: Taylor & Francis, 1991. p. 30-49.

JACOBI, Pedro; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JENSEN, Bryant; KIMMONS, Royce. How OER can support teacher collaborative learning to enact equitable teaching practices. **Journal for Multicultural Education**, v. 16, n. 5, p. 538-553, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1108/JME-12-2021-0230>.

KENNEDY, E. *et al.* Collaborative co-design in action: Reimagining teacher professional development for crisis-affected contexts. **British Journal of Educational Technology**, v. 57, n. 2, p. 1-25, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.70054>.

KHAN, K. S.; KUNZ, R.; KLEIJNEN, J.; ANTES, G. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 3, p. 118-121, 2003.

KIM, D. A framework for implementing OER-based lesson design activities for preservice teachers. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 19, n. 4, p. 148-170, 2018. DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i4.3394>.

KLEINSMANN, M. S. **Understanding collaborative design**. [S. l.: s. n.], 2006.

KLEINSMANN, Maaike; TEN BHÖMER, Martijn. The (new) roles of prototypes during the co-development of digital product service systems. **International Journal of Design**, v. 14, n. 1, p. 15-31, 2020. Disponível em: <https://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/3473>. Acesso em: 18 abr. 2026.

KNICKMEYER, Doris. Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. **Journal of Cleaner Production**, v. 242, 118445, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118445.

KOGI, Kazutaka. Participatory methods effective for ergonomic workplace improvement. **Applied Ergonomics**, v. 37, n. 4, p. 547-554, 2006. DOI: 10.1016/j.apergo.2006.04.001.

LOUREIRO, Carlos F. B. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2019.

MANZINI, E. **Design para a Inovação Social e Sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MANZINI, E. **Design: quando todos fazem design**: uma introdução ao design para inovação social. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2017.

MARCS, Leilane; NICOLETTI PURICELLI, Marcelo Augusto; GROSSEMAN, Suely. Adaptação transcultural do Learning Object Review Instrument para o uso no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 105, e5651, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.105.5651>.

MATTELMÄKI, Tuuli; VISSER, Froukje Sleeswijk. Lost in co-X: interpretations of co-design and co-creation. *In*: IASDR'11 – 4TH WORLD CONFERENCE ON DESIGN RESEARCH, 2011, Delft. **Anais** do Fourth World Conference on Design Research. Delft: International Association of Societies of Design Research, 2011. p. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5821297>.

MENDES, V. N.; ALMEIDA, H. O.; CATAPAN, A. H. Objetos de aprendizagem: aplicações práticas. **Paidéi@ : Revista Científica de Educação a Distância**, v. 12, n. 21, p. 127-145, jan. 2020.

MERONI, Anna. Strategic design to take care of the territory: networking creative communities to link people and places in a scenario of sustainable development. *In*: P&D DESIGN, 8., 2008, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, 2008.

MONTMOLLIN, Maurice de. **A ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990. p. 160.

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Claudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 4. ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2010.

MORAES, Anamaria; SANTA ROSA, José. **Design participativo**: técnicas para inclusão de usuários no processo de ergodesign de interfaces. Rio de Janeiro: Rio Books, 2012.

NEMIRO, J. *et al.* (org.). **The handbook of high performance virtual teams: a toolkit for collaborating across boundaries**. São Francisco: Jossey-Bass, 2008.

NESBIT, John; BELFER, Karen; VARGO, John. A convergent participation model for evaluation of learning objects. **Canadian Journal of Learning and Technology**, v. 28, n. 3, 2002.

NIELSEN, L. Personas in co-creation and co-design. *In*: **Proceedings of the 11th Danish Human-Computer Interaction Research Symposium (DHRS2011)**. Copenhagen: Copenhagen Business School Press, 2011. p. 38-40.

NORO, K. The rationale and tools of participatory ergonomics. *In*: NORO, K.; IMADA, A. S. **Participatory ergonomics**. London: Taylor & Francis, 1991. p. 3-29.

OECD. **El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos**. Espanha: Extremadura Regional Government, 2008.

ODSBRASIL. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021.

OKADA, A. *et al.* Coaprendizagem através de REA e Redes Sociais. *In*: OKADA, A. **Open Educational Resources and Social Networks: Co-Learning and Professional Development**. London: Scholio Educational Research & Publishing, 2012.

OKADA, A.; SERRA, A.; BARROS, D.; RIBEIRO, S.; PINTO, S. Competencias clave para coaprender y coinvestigar en la era digital en entornos abiertos y masivos. In: OKADA, A. (Ed.). **Recursos Educacionais Abertos & Redes Sociais**. 2. ed. [S. l.]: EdUEMA, 2013. p. 177-204.

OKADA, Alexandra; ROSA, Luziana Quadros da; SOUZA, Márcio Vieira de. Escolarização aberta com mapas de investigação na educação em rede: apoiando a Pesquisa e Inovação Responsáveis (RRI) e a diversão na aprendizagem. **Revista Exitus**, v. 10, p. 1-36, 2020. DOI: 10.24065/2237-9460.2020v10n1ID1439.

OLIVEIRA, Gilberto Rangel de; MONT'ALVÃO, Claudia. Metodologias utilizadas nos estudos de ergonomia do ambiente construído e uma proposta de modelagem para projetos de design de interiores. In: **Anais [...]** São Paulo: Blucher, 2015. p. 45-58. DOI: 10.5151/15ergodesign-05-E161.

OPEN EDUCATION RESOURCE (OER) FOUNDATION. **Towards a logical model and plan for action**. Canadá: Technology Enhanced Knowledge Research Institute; Athabasca University, 2011. Disponível em: https://oerknowledgecloud.org/sites/oerknowledgecloud.org/files/Report_OERU-Final-version.pdf. Acesso em: 9 dez. 2025.

PADILLA, Alcides J.; TRUJILLO, Juan C. Waste disposal and households' heterogeneity: identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. **Waste Management**, v. 74, p. 16-33, abr. 2018. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.11.052.

PAOLIELLO, Piera Consalter; HEEMANN, Adriano. Design colaborativo orientado a projetos sociais: contribuições e aplicações. **Projética**, v. 13, n. 1, p. 36-63, 2022.

PEDERSEN, Jiesper Tristan Strandsbjerg; MANHICE, Halaze. The hidden dynamics of household waste separation: An anthropological analysis of user commitment, barriers, and the gaps between a waste system and its users. **Journal of Cleaner Production**, v. 242, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.281.

SANDERS, E. B.-N.; STAPPERS, P. J. CoCreation and the New Landscapes of Design. **CoDesign**, v. 4, n. 1, 2008.

SANDERS, E. B.-N.; STAPPERS, P. J. Probes, toolkits and prototypes: Three approaches to making in codesigning. **CoDesign**, v. 10, n. 1, p. 5-14, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/15710882.2014.888183>.

SANTOS, Andreia. I. dos. **Educação aberta: histórico, práticas e perspectivas**. Brasília: UnB, 2013.

SANTOS, Andreia I. dos. **Recursos Educacionais Abertos no Brasil: o estado da arte, desafios e perspectivas para o desenvolvimento e inovação**. Brasília: UNESCO, 2013.

SCARIOT, C. A.; HEEMANN, A.; PADOVANI, S. **Understanding the collaborative-participatory design**. *Work*, v. 41, n. 1, p. 2701-2705, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0656-2701>.

SIMON, H. A. **The science of artificial**. 3. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1996 [1969].

STAR, S. L.; GRIESEMER, J. R. Ecologia institucional, “traduções” e objetos de fronteira: amadores e profissionais no museu de zoologia de vertebrados de Berkeley. **Estudos Sociais da Ciência**, v. 19, p. 387-420, 1989.

STEEN, M. Co-design as a process of joint inquiry and imagination. **Design Issues**, v. 29, n. 2, p. 16-28, 2013. DOI: https://doi.org/10.1162/DESI_a_00207.

SUNDIN, A.; SARKAR, S.; HANSON, L. Design for ergonomics in manufacturing systems. **Journal of Manufacturing Systems**, 2004.

TANG, Decai *et al.* Separate your waste: A comprehensive conceptual framework investigating residents' intention to adopt household waste separation. **Sustainable Production and Consumption**, v. 39, p. 216-229, jul. 2023. DOI: 10.1016/j.spc.2023.05.020.

TAPPIN, D. C. **Investigating musculoskeletal disorders in New Zealand meat processing using an industry-level participative ergonomics approach**. 2008. 382 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Massey University, Palmerston North, 2008.

TUHKALA, Ari. A systematic literature review of participatory design studies involving teachers. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 26, p. 100-118, 2021.

UNESCO. **Declaração REA de Paris de 2012**. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS, 2012, Paris. Disponível em: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/WPFD2009/Portuguese_Declaration.html. Acesso em: 26 jun. 2025.

UNESCO. **Resumo do Relatório de Monitoramento Global da Educação 2020: Inclusão e educação para todos**. Paris: UNESCO, 2020.

VINCK, D.; JEANTET, A.; LAUREILLARD, P. Objetos e outros intermediários no processo sociotécnico do design de produto: uma abordagem explicativa. In: PERRIN, J.; VINCK, D. (Ed.). **O papel do design na formação da tecnologia**. Bruxelas: Comissão Europeia, Direção-Geral da Ciência, Investigação e Desenvolvimento, 1996. p. 297-320.

WANG, Xiaonan. Analysis of influencing mechanism on waste separation behavior in Shanghai. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 50, 101479, jan. 2022. DOI: 10.1016/j.seta.2021.101479.

WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomics for beginners: a quick reference guide**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

WILEY, David. Learning objects need instructional design theory. In: **The ASTD e-Learning handbook**. [S. l.], 2002. p. 115-126.

WILSON, J. R. **Participation and role in human factors**. Paper presented at the Human Factors in Organizational Design and Management - VIII, Hawaii, 2005.

WILSON, J. R. Participation: a framework and a foundation for ergonomics. **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, v. 64, n. 1, p. 67-80, 1991.

WILSON, J. R.; HAINES, H. M. Participatory ergonomics. In: SALVENDY, G. (Ed.). **Handbook of Human Factors and Ergonomics**. United States of America: John Wiley and Sons, 1997. p. 490-513.

WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica**. [S. l.]: [s. n.], 1987. p. 189-189.

WOJCIKIEWICZ, F. A. **Ergonomia participativa: uma análise macroeconômica para o desenvolvimento da arquitetura organizacional de laboratórios de ensino**. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

WU, Fan *et al.* New insights into regional differences of the predictions of municipal solid waste generation rates using artificial neural network. **Waste Management**, v. 107, p. 182-190, abr. 2020. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.04.015.

XU, Ankun *et al.* Applying artificial neural network (ANNs) to solve solid waste-related issues: A critical review. **Waste Management**, v. 124, p. 385-402, abr. 2021. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.02.029.

ZANCANARO, Airton. **Produção de recursos educacionais abertos com foco na disseminação do conhecimento: uma proposta de framework**. 2015. 383 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CONVITES ENVIADOS AOS EDUCADORES

Olá, tudo bem?

Meu nome é Jonata Felipe de Sousa e sou mestrando em Design pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Estou desenvolvendo uma pesquisa sobre o **uso e a criação de Recursos Educacionais por professores de São Luís (MA)**.

Gostaria de convidar você a participar, caso já tenha utilizado, adaptado e participado da produção de recursos digitais educacionais, como e-books, aplicativos, jogos, imagens, slides, vídeos e outros recursos.

Questionário anônimo

Tempo médio: ~10 minutos

Participação voluntária (você pode desistir a qualquer momento, sem prejuízo)

Dados utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, com confidencialidade

Para participar, acesse o link:

 <https://forms.gle/bmFh8qMV3N1f1LzU>

Agradeço desde já pela sua atenção e, se possível, pela divulgação entre colegas educadores.

Mestrando: Jonata Felipe de Sousa (UFMA)

EMAIL: jonata.felipe@discente.ufma.br

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO

Este questionário integra uma pesquisa de mestrado sobre o uso e a criação colaborativa de **Recursos Educacionais Abertos (REA)** por professores de São Luís – MA. O objetivo é compreender como docentes utilizam, adaptam e participam da produção de recursos digitais educacionais, como e-books, aplicativos, jogos, imagens, slides, vídeos e podcasts.

Questionário anônimo

Tempo médio: 10 minutos

Participação voluntária (você pode desistir a qualquer momento, sem prejuízo)

Dados utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, com confidencialidade

1. Justificativa e objetivos da pesquisa

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que investiga a **co-criação de Recursos Educacionais Abertos (REA) voltados à Educação Ambiental**, com foco especial em práticas relacionadas ao descarte correto de resíduos sólidos no contexto escolar.

O objetivo é compreender as experiências, necessidades e percepções de professores(as) da educação básica sobre o uso, adaptação e possível desenvolvimento colaborativo de recursos educacionais digitais. Os resultados irão subsidiar a criação de materiais mais acessíveis, colaborativos e alinhados à realidade das escolas.

2. Procedimentos

Caso concorde em participar, você responderá a um **questionário online**, com duração média de aproximadamente **10 a 15 minutos**.

O questionário aborda temas como: sua experiência com Educação Ambiental; uso de recursos digitais e Recursos Educacionais Abertos (REA); interesse e percepções sobre práticas colaborativas na criação de materiais educacionais. A participação ocorrerá **uma única vez**, de forma totalmente online, podendo ser realizada no momento e local que forem mais convenientes para você.

3. Riscos e desconfortos

Este estudo envolve o preenchimento de um questionário online e, como tal, prevê-se que não haja riscos significativos para os participantes. Não antecipamos desconfortos além do tempo despendido para completar o questionário, estimado em 10 a 20 minutos. Caso se sinta desconfortável, você poderá deixar qualquer pergunta sem resposta ou encerrar sua participação a qualquer momento. Os

pesquisadores adotarão medidas para minimizar riscos relacionados à privacidade e à proteção de dados.

4. Benefícios

Não há benefícios diretos ou compensação financeira pela participação. Entretanto, sua contribuição ajudará no desenvolvimento de **recursos educacionais abertos para Educação Ambiental**, além de apoiar práticas pedagógicas colaborativas e futuras ações formativas com professores. Se desejar, você poderá solicitar acesso aos resultados e materiais produzidos a partir desta pesquisa.

5. Sigilo e privacidade

Sua participação é anônima. Não serão divulgados nomes, escolas ou quaisquer informações que permitam sua identificação. Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, armazenados de forma segura e acessados apenas pela equipe de pesquisa. Os resultados poderão ser apresentados em trabalhos acadêmicos e publicações, sempre de forma agregada e sem identificação dos participantes.

6. Participação voluntária

Sua participação é voluntária. Você pode se recusar a responder qualquer pergunta ou desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

7. Custos, ressarcimento e indenização

A participação não envolve custos. Você apenas utilizará um dispositivo com acesso à internet, o que não representa gasto adicional específico para a pesquisa. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da pesquisa, você terá direito à assistência e à indenização, conforme a legislação vigente.

8. Esclarecimentos e contatos

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, se precisar consultar esse registro de consentimento ou quaisquer outras questões, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável pela pesquisa: Jonata Felipe de Sousa (jonata.felipe@discente.ufma.br) e Dra. Livia Campos (livia.albuquerque@ufma.br).

Para esclarecimentos sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMA** pelo e-mail: cep@ufma.br.

Esta pesquisa integra o projeto “**Contribuições do Design à Educomunicação Ambiental em São Luís – MA**”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), sob **CAAE nº**

67855223.8.0000.5087 e **parecer nº 6.196.444**, em conformidade com as Resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

Consentimento

Após ler as informações acima:

- ☐ **Eu li e compreendi as informações e CONCORDO em participar da pesquisa.**
 - ☐ **Eu NÃO concordo em participar da pesquisa.**
-

SEÇÃO 1 — Perfil do participante

Objetivo: Caracterizar o público

1. Você atua como professor(a) em São Luís e região?

- ☐ Sim
- ☐ Não → *Encerrar formulário*

2. Em que rede você leciona?

- ☐ Municipal
- ☐ Estadual
- ☐ Federal
- ☐ Privada
- ☐ Mais de uma rede

3. Etapa(s) de ensino em que atua: (múltipla escolha)

- ☐ Educação Infantil
- ☐ Ensino Fundamental – Anos Iniciais
- ☐ Ensino Fundamental – Anos Finais
- ☐ Ensino Médio
- ☐ EJA
- ☐ Ensino Técnico/Profissional
- ☐ Ensino Superior

4. Área(s) de ensino:

- ☐ Linguagens
 - ☐ Matemática
 - ☐ Ciências da Natureza
 - ☐ Ciências Humanas
 - ☐ Outra: _____
-

SEÇÃO 2 — Uso de recursos digitais

Objetivo: Entender o contexto tecnológico

5. Com que frequência você utiliza recursos digitais em suas aulas?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

6. Quais tipos de recursos digitais você mais utiliza? (múltipla escolha)

- ☐ Vídeos
- ☐ Apresentações (slides)
- ☐ Jogos educativos
- ☐ Plataformas online
- ☐ Simuladores
- ☐ Materiais em PDF
- ☐ Outro: _____

7. Você utiliza materiais educacionais que podem ser adaptados e compartilhados?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

12. Você já criou materiais educacionais em colaboração com outros professores?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

13. De que forma essa colaboração acontece? (múltipla escolha)

- ☐ Reuniões presenciais
 - ☐ Grupos de WhatsApp/Telegram
 - ☐ Google Drive/Documentos compartilhados
 - ☐ Plataformas institucionais
 - ☐ Redes sociais
 - ☐ Não colaboro
-

SEÇÃO 3 — Conhecimento e uso de REA

Objetivo: Identificar familiaridade e práticas com REA

8. Você já ouviu falar em Recursos Educacionais Abertos (REA)?

REA: são materiais educacionais disponibilizados na internet com licenças abertas, que permitem uso e adaptação. Eles podem incluir livros digitais, planos de aula, cursos, módulos, vídeos, jogos, aplicativos, podcasts, avaliações, entre outros.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não tenho certeza

9. Você já utilizou algum REA em suas aulas?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei dizer

10. Quais dos seguintes REA você já utilizou em sala aula? (múltipla escolha)

- ☐ Livros digitais (ebook, interativos)
- ☐ Aplicativos
- ☐ jogos educativos
- ☐ imagens (mapas, esquemas, gráficos)
- ☐ Apresentações (Slides)
- ☐ Materiais em PDF (Planos de aula)
- ☐ vídeos
- ☐ podcasts
- ☐ plataformas virtuais
- ☐ nenhuma das opções

11. Quais dificuldades você encontra ao usar REA? (múltipla escolha)

- ☐ Falta de tempo
- ☐ Falta de formação
- ☐ Dúvidas sobre direitos autorais
- ☐ Outro: _____

12. Gostaria de acrescentar algum comentário ou compartilhar alguma experiência relacionada ao uso de recursos digitais ou REA?

Resposta aberta: _____

SEÇÃO 4 — Educação Ambiental e REA

Objetivo: Relacionar REA ao tema central da pesquisa

14. Você ministra ou já ministrou aulas/conteúdos sobre educação ambiental?

- ☐ Sim
- ☐ Não → *Encerrar formulário*

15. Você já utilizou um REA em suas práticas de educação ambiental?

- ☐ Utilizou um recurso existente
- ☐ Criou o seu próprio
- ☐ Reutilizou um existente e o adaptou
- ☐ Remixou vários recursos já existentes
- ☐ Outros: _____

16. Você já desenvolveu algum recurso didático para educação ambiental, seja individualmente ou em grupo/equipe?

- ☐ Nunca elaborei
 - ☐ Elaborei individualmente
 - ☐ Elaborei com mais uma pessoa
 - ☐ Elaborei com várias pessoas
 - ☐ Elaborei individualmente, mas enviei para outra pessoa revisar
 - ☐ Já elaborei tanto individualmente como em grupos
-

SEÇÃO 5 — Possível participação nas próximas etapas da pesquisa

Primeiramente, agradeço por aceitar participar! Será uma breve conversa online sobre suas experiências relacionadas à Educação Ambiental e/ou ao uso e produção de REA e terá duração aproximada de 30 a 40 minutos, em dia e horário da sua preferência.

17. Você gostaria contribuir ainda mais com esta pesquisa participando de uma breve conversa online sobre Educação Ambiental e recursos educativos em um momento posterior?

- ☐ Sim, desejo participar
- ☐ Não desejo participar

18. Como prefere que eu entre em contato para agendar? (Se sim)

- ☐ Email: _____
 - ☐ Telefone: _____
 - ☐ Whatsapp: _____
 - ☐ Outros: _____
-

Encerramento

Agradecemos sua participação!

Sua colaboração é muito importante para compreender como professores utilizam e criam recursos educacionais digitais de forma colaborativa.

Reforçamos que suas respostas serão analisadas de forma conjunta e confidencial, exclusivamente para fins acadêmicos.

APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Introdução

Olá, tudo bem?

Primeiramente, agradeço por aceitar participar desta entrevista. Ela faz parte da pesquisa de mestrado intitulada:

"Co-criação de Recursos Educacionais Abertos (REA) em Educação Ambiental: contribuições do Design Colaborativo e da Ergonomia Participativa."

O objetivo da pesquisa é compreender como educadores vivenciam e participam da criação ou utilização de recursos digitais voltados à Educação Ambiental, especialmente no contexto do descarte correto de resíduos sólidos, e como suas experiências podem orientar a elaboração de materiais mais eficazes, acessíveis e colaborativos.

A entrevista tem como foco conhecer suas experiências, percepções e práticas em projetos, atividades ou ações relacionados à Educação Ambiental e/ou ao uso e produção de REA e terá duração aproximada de 20 a 30 minutos.

Dados dos participantes:

Participante:

Disciplina/formação

Local de atuação

Data e hora da entrevista:

Bloco 1 – Experiência com recursos digitais

Nº	Pergunta	Notas do entrevistador	Respostas do participante
1	Você já utilizou recursos ou materiais digitais em aulas de educação ambiental? Poderia citar exemplos e descrever essa experiência?		
2	Com que frequência esses recursos são utilizados na sua prática docente?		

3	Esses materiais foram criados por você, adaptados ou utilizados prontos? Como foi esse processo?		
4	Como costuma ser a dinâmica da aula quando utiliza recursos digitais?		
5	Quais tecnologias ou dispositivos estão disponíveis para você e seus alunos?	() Notebook () Computador () Tablet () Smartphone () Quadro digital () Outros: _____	

Bloco 2 – Experiência com colaboração

Nº	Pergunta	Notas do entrevistador	Respostas do participante
6	Você já participou de alguma experiência colaborativa com outros professores para criar ou planejar algum recurso didático?		
7	Como acontecia a comunicação entre os participantes?	() Presencial () Remoto	
8	Quais ferramentas ou plataformas eram utilizadas?		
9	Como o trabalho era organizado (divisão de tarefas, planejamento, etc.)?		
10	Qual era o seu papel nesse processo?		
11	Quais foram as principais dificuldades enfrentadas durante essa experiência?		

Bloco 3 – Conteúdos, tecnologias e contexto educacional

Nº	Pergunta	Notas do entrevistador	Respostas do participante
----	----------	------------------------	---------------------------

12	Pensando na sua realidade, como deveria funcionar uma colaboração entre educadores para desenvolver recursos digitais?		
13	Que formas de comunicação seriam mais adequadas para esse tipo de colaboração?	☐ WhatsApp ☐ E-mail ☐ Redes sociais ☐ Plataformas colaborativas ☐ Outros: _____	
14	Considerando sua experiência com tecnologia, você se sentiria confortável em colaborar por meio de uma plataforma digital ou aplicativo? Por quê?		
15	Que tipos de recursos digitais você considera mais eficazes para trabalhar a temática de resíduos sólidos?		
16	Que características um material didático precisa ter para engajar os estudantes nessa temática?		
17	Na sua opinião, quais são os principais desafios ao abordar a gestão de resíduos sólidos em sala de aula?		
18	Considerando o contexto em que você atua, quais conteúdos sobre resíduos sólidos são essenciais em um recurso educacional?		
19	Quais dificuldades você encontra ao utilizar plataformas ou ferramentas digitais no seu trabalho?		

Muito obrigado por compartilhar suas experiências. Sua contribuição é essencial para a construção de soluções mais adequadas à realidade de educadores que atuam com Educação Ambiental.

APÊNDICE D - LISTA DE REQUISITOS

Categoria de Requisito	Requisitos
Requisitos Pedagógicos de Aplicabilidade Escolar	• Alinhamento aos objetivos de aprendizagem da Educação Ambiental, à BNCC e à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). • Favorecer a aprendizagem ativa, incentivando investigação, reflexão e participação dos estudantes. • Estimular o pensamento crítico e a relação entre problemas ambientais locais e o cotidiano dos alunos. • Possibilitar uso interdisciplinar, integrando a Educação Ambiental a outras áreas do currículo. • Apoiar a mediação pedagógica do professor, sem substituí-lo. • Ser compatível com o tempo real de aula e com a realidade das escolas públicas. • Possibilitar utilização com baixo ou nenhum custo. • Não depender exclusivamente de internet de alta velocidade. • Prever o uso de materiais disponíveis na escola e compatíveis com o tempo das disciplinas.
Requisitos de Abertura (REA)	• Publicação com licença aberta, permitindo uso, adaptação, remix e redistribuição. • Contemplar possibilidades de reuso e revisão conforme os princípios de abertura dos REA. • Disponibilizar materiais em formatos abertos e editáveis • Permitir compartilhamento em formato digital e impresso. • Incluir orientações claras para adaptação por outros professores.
Requisitos Estruturais e de Modelo	• Ser desenvolvido com base no ciclo de vida dos REA e em modelos colaborativos de produção. • Ser concebido como modelo base replicável e adaptável. • Apresentar estrutura modular, permitindo o uso independente de partes do recurso.
Requisitos de Usabilidade e Acessibilidade	• Interface simples, intuitiva e organizada. • Linguagem clara e acessível, evitando excesso de termos técnicos. • Hierarquia visual adequada, com títulos claros e organização lógica do conteúdo. • Design visualmente atrativo para promover engajamento. • Compatibilidade com computadores e dispositivos móveis. • Uso de fontes legíveis e contraste adequado entre texto e fundo. • Imagens acompanhadas de descrições textuais.

	• Não depender exclusivamente de cores ou áudio para transmitir informações.
Requisitos de Colaboração	• Refletir necessidades reais identificadas junto aos professores participantes. • Permitir adaptação de atividades, inclusão de exemplos locais e modificação de estratégias pedagógicas. • Valorizar o conhecimento pedagógico dos docentes e a construção coletiva. • Incluir orientações ou espaços para registro de experiências de uso. • Contar com a participação de especialistas na revisão técnica e de acessibilidade.
Requisitos Técnicos	• Disponibilizar arquivos leves e de fácil abertura. • Ser compatível com formatos amplamente utilizados (PDF editável, apresentações, documentos de texto etc.). • Possibilitar a impressão das atividades.
Requisitos de Identificação e Compartilhamento	• Incluir ficha descritiva contendo: título, autoria, ano, público-alvo, objetivos de aprendizagem, licença de uso, estratégias pedagógicas, fontes de pesquisa, materiais necessários, nível de escolaridade e tempo de aplicação. • Facilitar a indexação e incorporação em repositórios de REA.
Requisitos de Sustentabilidade do Recurso	• Permitir atualização e revisão futuras com facilidade. • Possibilitar reutilização em diferentes contextos educacionais. • Ser adequado para compartilhamento em repositórios de REA, ampliando sua circulação e alcance.

APÊNDICE E - MAPEAMENTO DE PLATAFORMAS E REPOSITÓRIOS

Plataformas em Inglês (Internacionais)	Tipo de Recurso	Plataformas em Português (Brasil / Lusófonas)	Tipo de Recurso
OER World Map	Mapeamento / Diretório de REA	Iniciativa Educação Aberta (aberta.org.br)	Portal / Divulgação de REA
MERLOT	Repositório de Recursos Educacionais	MEC-RED (Plataforma Integrada do MEC)	Repositório Multimídia
MIT OpenCourseWare	Cursos	REliA	Repositório de REA
UCT Open Content	Conteúdos Acadêmicos	CIÊNSAÇÃO	Recursos de Ciências
iTunes U	Cursos e Conteúdos	PROEDU	Recursos Técnicos
OpenLearn (Open University UK)	Cursos	Portal Mapeamento REA (Wikiversidade)	Mapeamento de REA
Connexions (OpenStax CNX)	Repositório de Materiais	UNIREDE	Repositório de Recursos
African Virtual University	Cursos / Educação Superior	Plataforma Anísio Teixeira	Repositório Educacional
LabSpace (Open University)	Cursos / Atividades	BibVirt (USP)	Biblioteca Virtual
OpenScout Tool Library	Ferramentas / REA	LabVirt (USP)	Ambiente Virtual
Jorum	Repositório de REA	RIVED (UFRJ)	Recursos Digitais
ARIADNE	Repositório de Objetos Educacionais	Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)	Repositório de Objetos Educacionais
Internet Archive	Biblioteca Multimídia	Portal Domínio Público	Biblioteca Aberta
Wikimedia Commons	Banco de Mídias	Portal do Professor	Repositório de Recursos Didáticos
SlideShare	Apresentações / Slides	EduCapes	Repositório Acadêmico
SoundCloud	Áudios Educacionais	Ciência à Mão	Recursos Pedagógicos
OER Commons	Biblioteca digital pública de recursos educacionais	FGV Online	Cursos Abertos
LibreTexts	Plataforma de livros didáticos acessíveis e interativos,	REA Dante	Repositório de REA

APÊNDICE F - TEMPLATE VIRTUAL PARA CO-CRIAÇÃO COM EDUCADORES

ORIENTAÇÕES GERAIS	
Olá, professora! Olá, professor! 🙌 Sua experiência é essencial para a criação de recursos educacionais mais significativos e alinhados à realidade dos seus alunos. Este template foi desenvolvido para apoiar um processo de co-criação, no qual você irá colaborar com outros educadores na construção de ideias e protótipos de recursos educacionais voltados à educação ambiental. O que você vai fazer aqui? Você participará de uma sequência de atividades organizadas em desafios, que envolvem: • compreensão do perfil dos alunos • geração de ideias e seleção de propostas • desenvolvimento de um protótipo	O que será produzido? Ao final, serão gerados: • ideias de recursos educacionais • protótipos iniciais • contribuições colaborativas entre professores Esses materiais poderão apoiar o desenvolvimento de recursos educacionais abertos (REA). Como participar • Cada slide representa um desafio • Utilize post-its (formas), comentários e emojis para interagir • Contribua de forma colaborativa com outros participantes • Evite apagar as contribuições dos colegas Tempo de realização • Tempo médio por desafio: 5 a 10 minutos • Tempo total estimado: 40 a 60 minutos

INFORMAÇÕES IMPORTANTES		
O que vamos co-criar? Um Recurso Educacional Aberto (REA) — ou seja, um material didático com licença aberta, que pode ser utilizado, adaptado e compartilhado por outros professores. Exemplos de REA: • Plano de aula • Apresentação (slides) • Infográfico • Jogo educativo • Guia ou material de apoio • Atividade prática	Objetivo do Recurso: Promover a compreensão de conceitos, práticas e impactos ambientais relacionados à gestão adequada de resíduos sólidos, especialmente em contextos do cotidiano dos alunos.	Requisitos do recurso O recurso desenvolvido deve: • Ser adaptável e reutilizável • Considerar o contexto social, cultural e escolar dos alunos • Apoiar a prática pedagógica dos professores • Favorecer o engajamento dos estudantes
		
💡 Quer saber mais sobre REA? Acesse o Guia de bolso: https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/564609		

DESAFIO 1: PERSONA

Crie uma pessoa que represente o perfil de alunos e alunas da sua turma.

Considere suas experiências em sala de aula e descreva características reais ou típicas dos seus estudantes.



NECESSIDADES: Quais são seus desejos e problemas? Do que os alunos precisam normalmente?

HABILIDADES No que seus alunos se destacam? Quais suas habilidades?

DADOS BÁSICOS
Idade, Região, Formação, Características

MOTIVAÇÕES O que motiva seus alunos? O que faz com se sintam motivado em sala de aula?

FRUSTRAÇÕES: O que deixa seus alunos tristes ou desmotivados?

SOCIABILIDADE: Como seus alunos se relacionam? Quais ferramentas de comunicação eles utilizam?

Persona 1



NECESSIDADES: Quais são seus desejos e problemas? Do que os alunos precisam normalmente?

HABILIDADES No que seus alunos se destacam? Quais suas habilidades?

DADOS BÁSICOS
Idade, Região, Formação, Características

MOTIVAÇÕES O que motiva seus alunos? O que faz com se sintam motivado em sala de aula?

FRUSTRAÇÕES: O que deixa seus alunos tristes ou desmotivados?

SOCIABILIDADE: Como seus alunos se relacionam? Quais ferramentas de comunicação eles utilizam?

Persona 2



Dica: pense em alunos reais da sua turma para tornar essa descrição mais concreta.

DESAFIO 2- BRAINSTORM

Com base no perfil de alunos definido anteriormente, proponha ideias de recursos educacionais para trabalhar o tema: *gestão adequada de resíduos sólidos*.

Ideia 1:

BRAINSTORM 1

Ideia 1:

BRAINSTORM 2

Liste o maior número possível de ideias, sem se preocupar, neste momento, com limitações ou viabilidade. O objetivo é explorar diferentes possibilidades criativas.

Para te ajudar, pense em:

- Recursos digitais ou não digitais
- Atividades práticas ou interativas
- Estratégias que dialoguem com o cotidiano dos alunos

DESAFIO 3 - VOTAÇÃO

Agora, selecione as ideias que você considera mais relevantes e promissoras.

Escolha até **3 ideias** (suas ou de outros participantes) e destaque-as neste espaço. Atribua votos (★) às ideias escolhidas e, se desejar, adicione um comentário justificando sua decisão.

	
Deixe aqui seu comentário:	Deixe aqui seu comentário:
VOTAÇÃO 1	VOTAÇÃO 2

★ Considere os seguintes critérios:

- Relevância para o contexto dos alunos
- Potencial de engajamento
- Facilidade de aplicação em sala de aula
- Tempo disponível para aplicação

DESAFIO 4 - PROTÓTIPO

A partir da ideia selecionada, desenvolva um protótipo simples do recurso educacional

O protótipo pode ser um rascunho ou esboço que represente sua proposta. Não é necessário que esteja finalizado ou detalhado — o importante é comunicar a ideia.

NOME DO RECURSO: DESCRIÇÃO: Como pode ser utilizado?	Seu protótipo aqui:	NOME DO RECURSO: DESCRIÇÃO: Como pode ser utilizado?	Seu protótipo aqui:
☐ Criei um recurso novo ☐ Adaptei de existente Qual tipo de recurso você sugeriu? ✓ Plano de aula ✓ Jogo educativo ✓ Infográfico ✓ Apresentação interativa		☐ Criei um recurso novo ☐ Adaptei de existente Qual tipo de recurso você sugeriu? ✓ Plano de aula ✓ Jogo educativo ✓ Infográfico ✓ Apresentação interativa	
PROTÓTIPO 1		PROTÓTIPO 2	

Você pode apresentar seu protótipo em diferentes formatos:

- imagem
- texto
- vídeo
- esquema ou desenho

💡 O objetivo é tornar a ideia mais concreta e compartilhável.

APÊNDICE G - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ENTREVISTA E AVALIAÇÃO DO MODELO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – ENTREVISTA E AVALIAÇÃO DO MODELO

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar da pesquisa: **Co-criação de Recursos Educacionais Abertos (REA) para Educação Ambiental: Recomendações do Design Colaborativo e da Ergonomia Participativa**. Vinculado ao projeto de pesquisa "CONTRIBUIÇÕES DO DESIGN À EDUCOMUNICAÇÃO AMBIENTAL EM SÃO LUÍS - MA.", cuja pesquisadora responsável é a Prof^a Dr^a Livia Flávia de Albuquerque Campos.

O objetivo da pesquisa é compreender como educadores vivenciam e participam da criação ou utilização de recursos digitais voltados à Educação Ambiental, especialmente no contexto do gestão resíduos sólidos (RGS), e como suas experiências podem orientar a elaboração de materiais mais eficazes, acessíveis e colaborativos.

A sua participação é **voluntária** e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

O(A) Sr(a). tem plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

Caso aceite participar sua participação consiste em participar de (1) entrevista que busca compreender como docentes utilizam, adaptam e participam da produção de recursos digitais educacionais voltados à educação ambiental, (2) avaliação de um template de co-criação virtual no google slides, com outros participantes.

Asseguramos a **confidencialidade** e a **privacidade**, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros.

Nesta pesquisa os riscos são mínimos e são referentes à participação de uma entrevista que foi elaborada considerando um tempo previsto de 30 minutos e um teste de um modelo com tempo previsto de 40 minutos.

Os **benefícios** e **vantagens** em participar são indiretos, proporcionando retorno social da publicação dos resultados da pesquisa em periódicos científicos.

Garantimos ao(à) Sr(a) a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O(A) Sr(a) pode entrar em contato com o pesquisador responsável a qualquer tempo para informação adicional no e-mail jonata.felipe@discente.ufma.br ou liviaalbuquerque@ufma.br ou pelo telefone (98) 981375412 ou ainda no endereço Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, São Luís - MA, 65080-805, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Desenho e Tecnologia.

O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Maranhão (CEP/UFMA) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente.

Após ler as informações acima:

Eu concordo, voluntariamente, em participar deste estudo.

Local, ____ de _____ de ____

Assinatura do Participante de Pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE

Link da versão online: <https://forms.gle/5p8XMdUVvfdWzPGZA>

APÊNDICE H - ANÁLISE SWOT COMPLETA DOS REA

Análise SWOT (FOFA) do Recurso educacional Gestão de Resíduos na Comunidade Escolar (ProEdu)

FORÇAS	FRAQUEZAS
• Estrutura orientada à intervenção prática no contexto escolar. • Incentivo à participação ativa e diagnóstico da realidade local. • Potencial interdisciplinar consistente (Ciências, Matemática e Geografia). • Formato híbrido (digital e imprimível), favorecendo flexibilidade de uso.	• Licenciamento pouco explícito quanto às possibilidades de remixagem. • Dependência de mediação docente para operacionalização plena das atividades. • Qualidade visual funcional, porém não necessariamente inovadora.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
• Crescente demanda por projetos interdisciplinares e práticas investigativas na Educação Ambiental. • Interesse de escolas em implementar ações sustentáveis no cotidiano institucional. • Possibilidade de adaptação para diferentes níveis de ensino.	• Infraestrutura limitada para execução de diagnósticos mais complexos. • Restrição de tempo docente para planejamento e implementação de projetos contínuos.

Análise SWOT (FOFA) - Cartilha Ambiental – Resíduos Sólidos
(eduCAPES)

FORÇAS	FRAQUEZAS
--------	-----------

• Conteúdo conceitual e contextualizado, combinando gestão de resíduos, sustentabilidade e legislação ambiental. • Licença Creative Commons, permitindo uso, adaptação e redistribuição. • Formato PDF imprimível, com conteúdo didático adequado para professores e estudantes. • Produto acadêmico com fundamentação sólida.	• Pode exigir mediação pedagógica para grupos menos experientes. • Estrutura textual menos lúdica ou interativa em comparação com sequências didáticas gamificadas. • Maior densidade textual pode dificultar engajamento em turmas com baixos níveis de letramento científico. • Linguagem gráfica pouco atrativa e defasada quanto aos materiais atuais.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
• Inserção crescente de Educação Ambiental nos currículos da educação básica. • Professores buscando materiais licenciados abertamente para adaptação e integração curricular. • Possibilidade de atualização ou expansão com atividades colaborativas.	• Restrições de infraestrutura tecnológica podem limitar acesso digital deste material. • Concorrência com conteúdos multimídia mais atraentes disponíveis na internet.

Análise SWOT (FOFA) - Cartilha Coleta Seletiva nas Escolas (MEC RED)

FORÇAS	FRAQUEZAS
• Abordagem sistêmica da coleta seletiva, articulando dimensões ambientais, sociais e econômicas. • Roteiro estruturado para implantação, com orientações passo a passo para escolas. • Ênfase na inclusão social de cooperativas de catadores, ampliando o impacto social da proposta. • Linguagem acessível e didática,	• Data de publicação anterior à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), o que pode demandar atualização conceitual e normativa. • Formato estático (PDF), com baixa interatividade digital. • Ausência de recursos multimídia ou elementos visuais mais contemporâneos, podendo reduzir engajamento em contextos digitais.

adequada a educadores e gestores escolares. • Potencial interdisciplinar, podendo ser trabalhada em Ciências, Geografia, Língua Portuguesa e projetos transversais.	• Dependência de infraestrutura escolar mínima (lixeiras adequadas, logística de coleta). • Não explicita claramente licenciamento aberto (o que pode limitar remixagem formal enquanto REA)
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
• Atualização e adaptação conforme a legislação ambiental vigente. • Digitalização interativa (transformação em recurso multimodal ou plataforma colaborativa). • Integração com projetos escolares de sustentabilidade e Agenda 2030. • Adequação ao desenvolvimento de competências previstas na BNCC relacionadas à responsabilidade socioambiental.	• Descontinuidade de políticas públicas ambientais no âmbito municipal. • Falta de coleta seletiva estruturada na cidade, inviabilizando a prática proposta. • Resistência cultural da comunidade escolar à mudança de hábitos. • Limitações orçamentárias para implementação do sistema. • Percepção de que a coleta seletiva é apenas responsabilidade individual, e não sistêmica.

APÊNDICE I - FICHA DE METADADOS DO REA

Guia do Professor: Jogo Educativo de Tabuleiro - Resíduos Jornada dos Sólidos

Resumo da atividade

Este jogo educativo de tabuleiro serve para apoiar o professor do ensino de educação ambiental e motivar os alunos a aprender conceitos e boas práticas na gestão de resíduos sólidos. Sua estrutura é baseado no jogo de tabuleiro “vamos brincar de aprender” (Cometti e Lamim-Guedes, 2017) e em um Quiz com conteúdos e perguntas que surgiram a partir colaboração entre pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão e educadores de educação ambiental de uma de ensino médio e técnico de São Luís do maranhão.

Visão geral do tutorial	
Nível de escolaridade	1º ano do Ensino fundamental até o 1º ano do Ensino Médio
Componente Curricular e conteúdos	Biologia, Química e Educação ambiental
Tempo de instrução	5-10 minutos
Objetivo de aprendizagem	• Estabelecer a correlação de gestão de resíduos sólidos, impacto ambientais e sociais referentes aos espaços de convivência humana • Refletir sobre as necessidades de separação seletivas de resíduos nos ambientes escolares, urbanos e familiares. • Oferecer conteúdos didáticos contextualizados a fim de gerar discussão sobre resíduos nas aula de educação ambiental
Foco na aprendizagem socioemocional	• Melhorar a relação ensino-aprendizagem de forma lúdica. • Sensibilizar os estudantes para os temas: Gestão adequada de resíduos sólidos urbanos • Abordar a Educação Ambiental de forma atrativa e motivadora.

Habilidade da BNCC	(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas. (EF12EF03) Planejar e utilizar estratégias para resolver desafios de brincadeiras e jogos populares do contexto comunitário e regional, reconhecendo suas características.
Materiais	• Tabuleiro do Jogo educativo - Resíduos Sólidos • 16 cartas resposta (verde) • 16 cartas verdadeiro ou falso (azul) • 4 pinos coloridos • 1 dado
Fontes e Pesquisa	Jogo de tabuleiro “vamos brincar de aprender”: subsídio para atividades educativas de educação ambiental http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2806

Processo de Instrução

O jogo é composto por: um tabuleiro; 16 cartas respondidas na cor verde; 16 cartas verdadeiro ou falso na cor azul; 04 pinos de cores diferentes e um dado. A trilha do tabuleiro possui 24 casas, dentre estas: 01 é a largada, 01 é a chegada; 20 casas resposta; e 11 casas surpresa, todas identificadas tipo de ação que o aluno desenvolverá, ou seja, se ele cair numa casa com a palavra “resposta” este deverá pegar uma carta resposta e assim sucessivamente ou seja, para todas as casas ele deverá ter o mesmo procedimento

Modo de jogar:

- O jogo é jogado em rodadas. Faça um sorteio e decida a ordem dos(as) jogadores(as);
- Em sua vez, jogue o dado e mova a sua peça de acordo com o número indicado;
- Siga a instrução do espaço em que você pousar. Isso inclui avançar casas ou voltar para uma casa específica;
- Quando o(a) jogador(a) cair em uma casa “volte XX casas”, ele deve voltar a quantidade de casas e permanecer nela até a próxima rodada, mesmo que a casa mande avançar;
- Continue jogando até que o(a) primeiro(a) jogador(a) chegue à casinha ‘chegada’ e vença o jogo.

Regras do jogo

O jogo poderá ser utilizado por até 04 pessoas ou 4 grupos, cada participante ou grupo tem um pino de cor diferente. Neste jogo deve haver um mediador, que lerá as cartas com as respostas e ficará responsável pelo cumprimento das regras durante a atividade.

Para saber a ordem de largada, cada jogador deve lançar o dado, aquele que tirar o maior número começará a partida.

A ordem dos jogadores seguirá de forma decrescente do maior para o menor número obtido. Em caso de empate, deverá ser feito o desempate por par ou ímpar. Após a “largada”, o jogo começa sendo que o jogador deverá lançar o dado, que indicará quantas casas ele deverá avançar.

Se o jogador parar numa casa denominada resposta, o mediador lerá em voz alta a pergunta, sem deixar o jogador ver a resposta, caso ele acerte avançará 2 casas. Caso erre terá que voltar 1 casa. O jogador também poderá cair na casa verdadeiro ou falso. Ele deverá tirar uma carta do monte e, dependendo do que de sua resposta ele poderá seguir em frente ou ter que retornar. Ganhará o jogo quem chegar primeiro ou mais próximo da casa denominada “chegada”.

APÊNDICE J - PROTÓTIPO REA: JOGO DE TABULEIRO JORNADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.



Jogo de Tabuleiro: Jornada dos Resíduos Sólidos

Objetivos

Este jogo ajuda os alunos a revisarem os conteúdos e conceitos aprendidos nas aulas de educação ambiental sobre a gestão correta de resíduos sólidos.

Materiais necessários

Tabuleiro do jogo (pode ser online ou impresso);

Dado (físico para jogo presencial ou virtual para jogo online);

Cartas do jogo (imprimir antes da partida, caso seja presencial);

Marcadores (usar as lixeiras na versão online ou pinos coloridos na versão física).

Como Preparar o Jogo

1. Embaralhe as cartas e coloque-as em duas pilhas separadas.
2. Divida a turma em pequenos grupos ou duplas para incentivar a participação.
3. Escolha a forma de jogar:

Versão Virtual

- Utilize uma versão online do tabuleiro.
- Os alunos movem as lixeiras e usam um dado virtual.
- Não esqueça de separar as cartas do jogo.

Versão Impressa

- Imprima o tabuleiro e as cartas do jogo.
- Imprima os pinos e dado
- Cada aluno ou equipe recebe um marcador

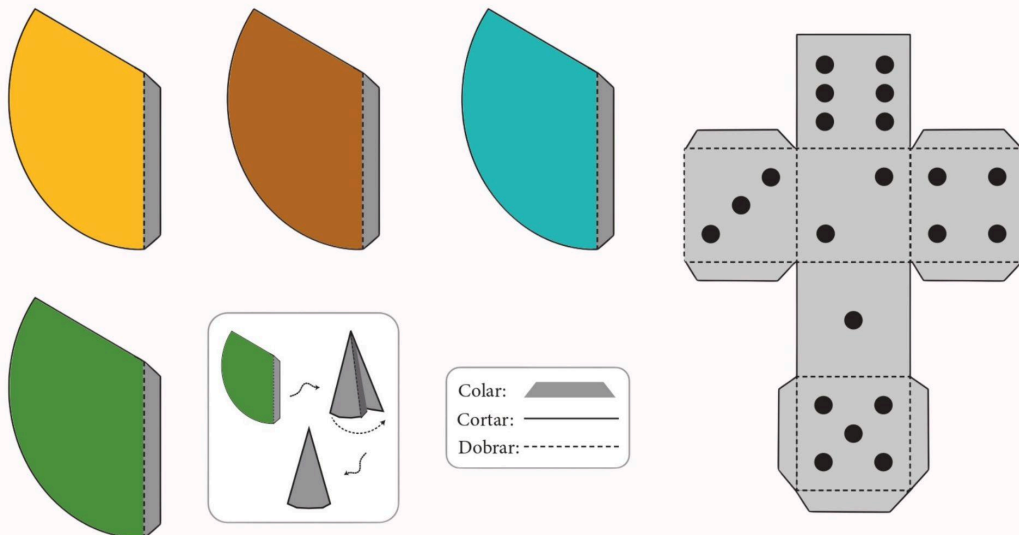
Como Jogar

1. O jogo é jogado em rodadas. Faça um sorteio e decida a ordem dos(as) jogadores(as);
2. Em sua vez, jogue o dado e mova a sua peça de acordo com o número indicado;
3. Siga a instrução do espaço em que você pousar. Isso inclui avançar casas ou voltar para uma casa específica;
4. Quando o(a) jogador(a) cair em uma casa "volte XX casas", ele deve voltar a quantidade de casas e permanecer nela até a próxima rodada, mesmo que a casa mande avançar;
5. Continue jogando até que o(a) primeiro(a) jogador(a) chegue à casinha 'chegada' e vença o jogo.

Observações:

- Para usar o dado virtual, clique no ícone de play
- As cartas devem ser impressas e lidas pelo professor
- Você pode criar outras cartas conforme os conteúdos
- O jogo é aberto e você pode adaptar e reutilizar como preferir

Pinos e dado



O que pode acontecer quando o lixo é descartado incorretamente?

- A) Redução da poluição
- B) Contaminação do solo e da água
- C) Melhoria da qualidade do ar

Resposta correta: B

O que são resíduos sólidos?

- A) Apenas líquidos poluentes
- B) Materiais descartados pelas atividades humanas
- C) Apenas restos de alimentos

Resposta correta: B

Por que é importante separar o lixo reciclável do orgânico?

- A) Para dificultar a coleta
- B) Para facilitar a reciclagem e reduzir impactos ambientais
- C) Para ocupar mais espaço no lixo

Resposta correta: B

O que significa reciclar?

- A) Jogar lixo no rio
- B) Transformar resíduos em novos produtos
- C) Enterrar resíduos orgânicos

Resposta correta: B

Quem é responsável pela preservação do meio ambiente?

- A) Apenas o governo
- B) Apenas as empresas
- C) Toda a sociedade

Resposta correta: C

Segundo a educação ambiental, a melhor forma de lidar com o lixo é:

- A) Produzir mais resíduos
- B) Reduzir, reutilizar e reciclar
- C) Queimar resíduos sempre

Resposta correta: B

Os resíduos eletrônicos, como celulares e computadores, devem ser:

- A) Jogados no lixo comum
- B) Enterrados no quintal
- C) Levados para pontos de coleta especializados

Resposta correta: C

Qual destas ações representa a reutilização?

- A) Jogar fora um pote de vidro após o uso
- B) Usar uma garrafa PET para fazer um vaso de plantas
- C) Queimar resíduos recicláveis

Resposta correta: B

Qual é a principal função da coleta seletiva?

- A) Misturar todos os resíduos
- B) Separar resíduos para reciclagem e reaproveitamento
- C) Queimar o lixo doméstico

Resposta correta: B

Qual cor da coleta seletiva representa o papel?

- A) Azul
- B) Verde
- C) Vermelho

Resposta correta: A

Qual destes materiais demora mais tempo para se decompor na natureza?

- A) Casca de banana
- B) Papel
- C) Garrafa plástica

Resposta correta: C

Qual das ODS está mais relacionada à redução da poluição causada pelo lixo?

- A) Erradicação da pobreza
- B) Consumo e produção responsáveis
- C) Trabalho decente e crescimento econômico

Resposta correta: B

Qual destes resíduos é considerado orgânico?

- A) Restos de comida
- B) Garrafa de vidro
- C) Lata de alumínio

Resposta correta: A

Onde devemos descartar pilhas e baterias?

- A) No lixo comum
- B) Em pontos de coleta específicos
- C) Na rua

Resposta correta: B

O que é compostagem?

- A) Misturar plástico e metal
- B) Transformar resíduos orgânicos em adubo
- C) Queimar folhas secas

Resposta correta: B

Qual é o destino correto do óleo de cozinha usado?

- A) Jogar na pia
- B) Descartar no quintal
- C) Armazenar e levar para coleta adequada

Resposta correta: C

A lata de refrigerante pertence ao grupo dos metais.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

A reciclagem do alumínio ajuda a economizar energia e recursos naturais.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Separar corretamente os resíduos na escola demonstra responsabilidade ambiental.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Os centros de triagem ajudam na separação dos resíduos recicláveis para reaproveitamento.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

O aterro sanitário é um local preparado para reduzir os impactos ambientais do lixo.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Resíduos jogados nas praias podem prejudicar animais marinhos.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Garrafas e plásticos descartados nos rios podem chegar aos oceanos.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Os lixões a céu aberto são a forma mais segura e sustentável de descartar resíduos.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Falso

Utilizar sacolas reutilizáveis ajuda a diminuir a quantidade de plástico no meio ambiente.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

As embalagens recicláveis podem ser descartadas sujas, sem lavagem.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Falso

Papéis engordurados são difíceis de reciclar.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

O descarte incorreto do lixo pode causar enchentes e poluição.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

A cor verde na coleta seletiva representa o vidro.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Transformar uma garrafa PET em vaso de plantas é um exemplo de reutilização.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

Resíduos eletrônicos devem ser descartados no lixo comum.

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Falso

Nos 3 Rs da sustentabilidade, "Reduzir" vem antes de "Reutilizar" e "Reciclar".

☒ Verdadeiro
☐ Falso

✓ Resposta correta: Verdadeiro

APÊNDICE L - FOLHA DE PONTUAÇÃO DO MODELO LORI

Folha de Pontuação - LORI

Olá, você foi convidado(a) para avaliar o **Jogo Educativo de Tabuleiro - Jornada dos Resíduos Sólidos** na sua versão virtual através do modelo Learning Object Review Instrument – LORI (escala Likert). **Objetivos de aprendizagem:** motivar os alunos do ensino fundamental e médio a aprender conceitos e boas práticas na gestão de resíduos sólidos.

Orientações:

- 1- Entre no jogo através deste Link: <https://canva.link/h0ixf7edrp9xtj>
- 2- Navegue pelo tabuleiro virtual
- 3- Utilize o dado virtual no canto superior
- 4- Leia as dicas e informações
- 5- Desça até as próximas páginas e leia as instruções e cartas jogo
- 6- Volte a este questionário e avalie o recurso

Escala de Avaliação

Baixo → Alto

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | NA

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Nome do Avaliador:

2. Descreva brevemente sua área de atuação e nível de experiência com REA ou Jogos educacionais:

3. **1. Qualidade de conteúdo** *

Precisão, apresentação equilibrada de ideias, nível apropriado de detalhes e a reutilização em contextos variados.

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

4. **Comente ou justifique sua resposta:**

5. **2. Alinhamento do objetivo de aprendizagem** *

Alinhamento entre objetivos de aprendizagem, atividades, avaliações e características do estudante.

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

6. **Comente ou justifique sua resposta:**

7. **3. Feedback e Adaptação**

Conteúdo adaptativo ou feedback guiado pelas diferentes contribuições (input) do estudante ou pela modelagem do estudante.

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

8. **Comente ou justifique sua resposta:**

9. **4. Motivação**

*

Capacidade de motivar e gerar interesse em uma determinada população de estudantes.

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

10. **Comente ou justifique sua resposta:**

11. **5. Design da Apresentação**

Qualidade da organização visual e comunicacional do recurso, abrangendo clareza textual, legibilidade, coerência gráfica

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

12. **Comente ou justifique sua resposta:**

13. **6. Usabilidade e Interação**

*

Facilidade de navegação, previsibilidade da interface de usuário, intuitividade dos comandos e a eficiência na execução das tarefas propostas

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

14. **Comente ou justifique sua resposta:**

15. **7. Acessibilidade**

*

Facilidade de uso, compreensão e jogabilidade, por meio da oferta de alternativas de acesso ao conteúdo, como descrições textuais.

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

16. **Comente ou justifique sua resposta:**

17. **8. Conformidade com os Padrões**

*

Adesão às normas técnicas e padrões educacionais reconhecidas

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

18. **Comente ou justifique sua resposta:**
