

Capítulo

4

Do Requisito à Realidade: Desenvolvendo Sistema IoT com Design Socialmente Consciente e Representações Visuais Imersivas

Eduarda Maganha de Almeida, Flávia B. Blum Haddad, Leticia Mara Peres

Abstract

This chapter presents a framework that integrates Socially Conscious Design, visual requirements modeling, and Extended Reality technologies to support the development of Internet of Things (IoT)–based systems. The framework aims to enable students, educators, and professionals to apply collaborative practices for eliciting and modeling socio-technical requirements of IoT systems, emphasizing social context awareness, empathy among stakeholders, and accessible communication. It proposes a structured process in three stages—conception, modeling, and visualization of IoT requirements—and adopts a practical, interactive approach that fosters active learning through group dynamics, digital visual tools, and accessible learning materials. By integrating social, visual, and immersive aspects into the requirements engineering process, the proposal contributes to training professionals who are more aware, collaborative, and prepared to address the challenges of IoT system development in diverse real-world contexts.

Resumo

Este capítulo apresenta um framework que integra o Design Socialmente Consciente, a modelagem visual de requisitos e tecnologias de Realidade Estendida, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de sistemas baseados em Internet das Coisas (IoT, do inglês Internet of Things). Busca capacitar estudantes, docentes e profissionais a aplicarem práticas colaborativas para elicitação e modelagem de requisitos sociotécnicos, com ênfase na compreensão do contexto social, na empatia e na comunicação acessível. Seu processo é estruturado em três etapas, a concepção, modelagem e visualização de requisitos IoT e adota abordagem prática e interativa, promovendo aprendizagem ativa por meio de dinâmicas em grupo, ferramentas visuais digitais e materiais didáticos acessíveis. Ao integrar aspectos sociais, visuais e imersivos à engenharia de requisitos, contribui para formar profissionais mais conscientes, colaborativos e preparados para enfrentar os desafios do desenvolvimento de sistemas IoT em contextos reais e diversos.

4.1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*) consiste em uma rede de objetos físicos interconectados, dotados de sensores, atuadores e tecnologias de comunicação, capazes de coletar, transmitir e processar dados de forma autônoma, integrando-se a outros dispositivos e sistemas por meio da internet (Rahman et al., 2022).

Inicialmente presente em ambientes industriais e corporativos, a IoT expandiu-se para diferentes esferas da vida cotidiana, como residências, instituições de ensino e espaços de lazer, promovendo uma integração ubíqua entre tecnologia e sociedade (Pereira et al., 2013). Com essa expansão, surgem novos desafios técnicos e sociais relacionados à concepção e ao desenvolvimento desses sistemas.

No desenvolvimento de sistemas IoT, a elicitação de requisitos é uma etapa fundamental (S. Souza et al., 2025). No entanto, questões como heterogeneidade, escalabilidade, dinamicidade dos dispositivos e volatilidade dos requisitos aumentam significativamente a complexidade deste processo (Sommerville et al., 2011). A ausência de abordagens sistematizadas, bem como a dificuldade de comunicação entre os envolvidos, pode gerar requisitos inconsistentes e ambíguos (Weyrich & Ebert, 2015). Além disso, os sistemas IoT abrangem tanto componentes de software quanto de hardware, exigindo mecanismos específicos de modelagem, comunicação e interação (Siakas et al., 2024).

Embora existam propostas metodológicas voltadas à engenharia de requisitos para IoT, como IoT-RML (Costa et al., 2017) e RETIoT (Da Silva et al., 2020), muitas delas requerem conhecimentos técnicos avançados, dificultando sua adoção por equipes multidisciplinares e limitando o envolvimento de usuários finais (S. R. d. Souza, 2023).

Diante desse cenário, este capítulo apresenta um *framework* integrado que apoia, de forma acessível e contextualizada, o desenvolvimento de sistemas IoT por meio de três etapas principais: **concepção**, **modelagem** e **visualização** de requisitos, combinando o Design Socialmente Consciente (DSC), representações visuais com Histórias em Quadrinhos (HQs), formalização por meio de diagramas *UML* com estereótipos do perfil MARTE e a prototipação com o uso de *Realidade Estendida* (RE).

Esta abordagem fortalece a participação de diferentes partes interessadas (*stakeholders*), tornando o processo de engenharia de requisitos mais inclusivo, compreensível e centrado no contexto social. O uso do DSC estrutura oficinas participativas que promovem empatia e reflexão sobre valores, atores e impactos dos sistemas na sociedade. As HQs facilitam a comunicação visual entre *stakeholders* técnicos e não técnicos, ao passo que os diagramas *UML* com MARTE fornecem estrutura formal e rastreável. Já a RE permite visualizar cenários e funcionalidades de forma imersiva, favorecendo a validação precoce dos requisitos e o engajamento das partes interessadas (Han & Leite, 2022).

Para apoiar a execução prática, o *framework* é acompanhado de materiais complementares, como um manual detalhado do *framework*, uma biblioteca de ilustrações e um conjunto de *flashcards*¹ temáticos. Esses recursos auxiliam na condução das atividades e

¹Os *flashcards*, podem ser utilizados como ferramenta de estudo e memorização (Roediger III & Karpicke, 2006). Eles contêm uma pergunta, conceito ou imagem em um lado, e a resposta ou explicação correspondente no verso.

garantem maior acessibilidade durante as etapas do processo.

O objetivo geral é aplicar o *framework* que integra o DSC, a modelagem visual de requisitos e tecnologias de Realidade Estendida para apoiar o desenvolvimento de sistemas IoT para capacitar os participantes na aplicação prática dessa abordagem por meio de oficinas colaborativas e recursos digitais interativos.

Por meio das etapas e atividades propostas no *framework* é possível uma abordagem ativa, experiencial e orientada à prática, permitindo que os participantes vivenciem o processo completo de desenvolvimento de requisitos: da concepção de demandas sociais até sua modelagem técnica e visualização em cenários imersivos. Tal experiência proporciona trabalho em equipe, empatia, pensamento sistêmico e comunicação multimodal.

Do ponto de vista educacional, a abordagem promove uma aprendizagem significativa ao articular teoria e prática com suporte de materiais acessíveis e ferramentas digitais gratuitas. Do ponto de vista técnico, demonstra o potencial de integração entre diferentes linguagens de modelagem, práticas colaborativas e tecnologias emergentes no contexto de IoT. No aspecto social, o enfoque em práticas conscientes visa formar profissionais e pesquisadores mais atentos aos impactos sociais e éticos das soluções tecnológicas que projetam.

O uso do *framework* visa contribuir com a formação interdisciplinar e humanizada na área de Engenharia de Software e IoT, fornecendo uma metodologia replicável e adaptável a diferentes contextos educacionais e produtivos. Neste contexto, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- apresentar e aplicar o *framework* que une DSC, representações visuais e RE no contexto de projetos de sistemas IoT;
- formar habilidades práticas em:
 - elicitação de requisitos para sistemas IoT,
 - representação visual de requisitos (HQ e diagramas UML) e
 - visualização de requisitos com tecnologias de RE;
- estimular a compreensão do papel da empatia e da comunicação visual no desenvolvimento de soluções tecnológicas socialmente conscientes; e
- oferecer uma visão aplicada e interativa do processo, com foco na criação de produtos mais inclusivos e significativos para a sociedade.

4.2. Conceitos

Nesta seção, são apresentados alguns conceitos fundamentais que sustentam o *framework* proposto, abordando tecnologias, metodologias e abordagens que possibilitam a construção de sistemas computacionais inovadores e socialmente conscientes.

O termo Internet das Coisas foi mencionado pela primeira vez em 1999 por Kevin Ashton (Ashton et al., 2009), referindo-se a sistemas inteligentes compostos por sensores e dispositivos de hardware embarcados, conectados entre si por meio da Internet (Kaleem

et al., 2019). Identificada como uma tecnologia emergente em 2012, a IoT tornou-se um tema relevante por viabilizar formas novas pelas quais as pessoas podem experimentar e utilizar a tecnologia em protótipos; entretanto, há desafios relacionados à identificação de requisitos específicos para sistemas IoT (Souza Rodrigues et al., 2020).

A IoT configura-se como um paradigma tecnológico em contínua expansão que permite a interconexão de objetos físicos, sensores e atuadores com sistemas computacionais e redes de comunicação, visando a automação e otimização de tarefas no mundo real (Atziori et al., 2010). Segundo Atziori et al. (2010), a IoT propõe a interconexão desses objetos físicos ao ambiente digital, permitindo que dispositivos colem, processem e troquem dados entre si e com sistemas centrais, de forma autônoma ou semiautônoma. Essa integração entre os mundos físico e digital é mediada por tecnologias como sensores, atuadores, redes de comunicação, plataformas de processamento em nuvem e algoritmos de análise de dados, formando ecossistemas inteligentes e responsivos (Atziori et al., 2010).

Um objeto inteligente, no contexto da IoT, é um objeto físico equipado com tecnologias digitais, como sensores e atuadores (Atziori et al., 2010). Esses objetos são identificados para conectá-los à rede, onde os sensores capturam informações geradas pela comunicação entre objetos e as armazenam em repositórios de dados. A computação é responsável por executar algoritmos definidos nesses objetos inteligentes, extraindo conhecimentos por meio de serviços que promovem a colaboração e a comunicação entre os ambientes virtual e real (Santos et al., 2016).

Os sistemas IoT apresentam características próprias que demandam requisitos específicos para garantir eficiência, segurança e escalabilidade (S. Souza et al., 2025). Além disso, são compostos por diversos elementos fundamentais que atuam em conjunto para assegurar conectividade, coleta de dados, processamento e tomada de decisão, organizados em camadas na estrutura da IoT, conforme ilustrado na Figura 4.1.

Elementos	Função	Exemplo
Objeto Inteligente / Dispositivos	É um dispositivo físico que pode conter sensores, atuadores e conectividade para interagir com o ambiente e transmitir dados para a nuvem ou outros sistemas	<i>Smartwatches</i> (traduzido, relógio inteligente), monitoram saúde e notificam o usuário.
Sensores	Coletam dados e atuam no ambiente	Sensores de movimento, temperatura.
Atuadores	Executam ações físicas	Braço mecânico em IoT
Sinalizadores	Transmitem identificadores únicos para dispositivos próximos	Sensores conectados via Wi-Fi podem enviar alertas sobre temperatura elevada, atuando como intermediários para sinalizar informações.
Conectividade	Permite a comunicação entre os objetos inteligente / dispositivos	Wi-fi
Processamento	Realiza a análise de dados para apoiar a tomada de decisões.	Computação em nuvem
Armazenamento	Organiza e processa grandes volumes de dados	Bancos NoSQL
Segurança e Privacidade	Protege os dados, dispositivos e os objetos contra ataques	Criptografia
Aplicativo	Os aplicativos IoT são programas que atuam como interface entre usuários e dispositivos conectado	Um aplicativo de IoT voltado para automação residencial permite que o usuário controle dispositivos da casa — como luzes, fechaduras, termostatos e câmeras de segurança

Figura 4.1. Principais elementos de IoT

Para colaborar no levantamento dos requisitos e no design de sistemas IoT, sugere-se a aplicação do DSC que influencia diretamente o resultado final de produtos, projetos

ou soluções, ao promover um alinhamento mais adequado entre as demandas e os envolvidos, e garantir maior longevidade da solução. A diversidade cultural, econômica e social, tanto regional quanto global, exige a construção de sistemas computacionais acessíveis a todos, sem discriminação, seguindo o paradigma do *design for all* (DA, traduzido como design para todos) (Baranauskas, 2014). Desta forma, valores humanos, emoções, afeto, motivação, segurança, sociabilidade, crenças, costumes e regras devem ser considerados no design e na implementação de sistemas que envolvem Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Pereira et al., 2013).

O DSC baseia-se na realidade socioeconômica e cultural dos grupos envolvidos e visa ampliar a visão do design, incluindo diversas partes interessadas no processo de elicitação de requisitos, enfatizando não só os requisitos técnicos, mas também os formais e informais que favorecem a construção de sistemas mais sustentáveis e com maior aceitação do produto final, consequentemente com menos solicitações de mudanças e menor custo de manutenção (da Silva et al., 2016). Para isso, utiliza a semiótica organizacional, permitindo descobrir e modelar valores humanos, hábitos, culturas, procedimentos e regras que envolvem diferentes tipos de usuários, atrelando esses elementos ao nível técnico do sistema (Ferrari et al., 2019).

Durante o processo de design, diversos artefatos são empregados como ferramentas de mediação e comunicação entre os participantes. No nível informal, busca-se descobrir valores humanos e culturais; no nível formal, destacam-se itens como leis, modelos e métodos, que carregam intenções e significados gerados pela sociedade; e, no nível técnico, os artefatos tecnológicos mensuram ações provenientes dos níveis formal e informal (Baranauskas, 2014).

O DSC propõe práticas participativas e inclusivas, que envolvem pessoas com diferentes papéis para propor soluções tecnológicas (da Silva et al., 2016). Suas raízes metodológicas estão na *Problem Articulation Methodology* (PAM, Metodologia de Articulação de Problemas), proposta por (Kolkman et al., 2007), que estrutura a compreensão e discussão de problemas sociotécnicos por meio de artefatos específicos que ajudam a articular diferentes visões e interesses. Entre esses artefatos, destacam-se o Diagrama das Partes Interessadas (DPI), o Quadro de Avaliação, a Escada Semiótica e a Torta de Valores, que mediam a comunicação entre participantes de diferentes áreas e níveis técnicos, promovendo o alinhamento e a explicitação de valores e prioridades que impactam o design de sistemas (Kolkman et al., 2007).

O DPI, criado por (Stamper, 1973), apoia a identificação das partes interessadas em um projeto, categorizando-as em cinco grupos: operação; contribuição (quem contribui diretamente para o problema); fonte (quem fornece dados ou informações para o problema ou solução); mercado (aspectos mercadológicos relacionados ao problema); e comunidade (representantes que influenciam e são influenciados pelo problema no contexto social). O Quadro de Avaliação é um artefato que, a partir das partes interessadas identificadas, antecipa possíveis problemas de design que elas possam encontrar e sugere ideias de soluções (da Silva et al., 2018). A Escada Semiótica organiza os requisitos relacionados à infraestrutura técnica (níveis inferiores) e às funções de informação humana (níveis superiores) (da Silva et al., 2018), contemplando os níveis de Sintaxe, Semântica e Pragmática da semiótica de Peirce, além dos aspectos físicos das plataformas de TI e os

efeitos do sistema e da comunicação na sociedade (da Silva et al., 2018).

Para garantir clareza, organização e alinhamento com os objetivos, todo sistema deve ser modelado previamente à sua implementação (Guedes, 2018). O desenvolvimento de sistemas deve seguir modelos de referência que contribuem para compatibilidade, portabilidade e reutilização entre plataformas (Koç et al., 2021). A UML (Unified Modeling Language) surgiu da fusão de três métodos — Booch, OMT (*Object Modeling Technique*) e OOSE (*Object-Oriented Software Engineering*) até a metade dos anos 1990, sendo amplamente adotada no desenvolvimento de software, apoiada pela *Rational Software* (Guedes, 2018). Os requisitos expressos em diagramas UML descrevem como os usuários interagem com o sistema, incluindo seus cenários e restrições (Koç et al., 2021). No contexto de sistemas embarcados, a UML é usada para descrever a arquitetura de hardware e software, sendo que propriedades em tempo real são modeladas com o auxílio do perfil MARTE², que permite representar requisitos não funcionais, como consumo de energia, desempenho e restrições temporais (Meziane & Ouerdi, 2022).

O termo Realidade Estendida (RE) tem origem aproximada na década de 1960, mas foi contextualizado na literatura a partir da década de 2010, resultado dos avanços da tecnologia em computação gráfica (Wagner & Cozmiuc, 2022). É um conceito genérico que abrange Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e Realidade Mista (RM), englobando dispositivos que interagem simultaneamente com os mundos real e virtual ou apenas com o virtual, para oferecer experiências intuitivas, imersivas e interativas (Andrade & Bastos, 2019; Han & Leite, 2022). A Realidade Virtual imerge o usuário em ambientes totalmente virtuais, combinando aspectos objetivos, com estímulos aos sentidos e subjetivos, com percepção de imersão (Tori et al., 2006). Já a Realidade Aumentada, derivada da Realidade Virtual, sobrepõe conteúdo virtual ao ambiente real, porém sem permitir interação com o ambiente tridimensional (Tori & da Silva Hounsell, 2020). A Realidade Mista mescla características da RV e RA, abrangendo dispositivos que fundem o mundo físico e o digital (Wagner & Cozmiuc, 2022). Assim, a tecnologia de RE pode viabilizar a visualização e interação de protótipos de sistemas IoT ao combinar ambientes virtuais e reais, ampliando o potencial de experimentação e validação.

4.3. O Framework

O *framework* pode ser adotado como ferramenta de apoio ao ensino e treinamento, oferecendo uma abordagem orientada à prática para estudantes, profissionais em formação e equipes multidisciplinares, ao realizar atividades do DSC, representar graficamente os requisitos e promover a modelagem dos requisitos em plataforma de visualização com RE. A Figura 4.2 apresenta a visão geral do *framework*, desenvolvido e dividido em três etapas para apoiar a concepção, modelagem e visualização de requisitos em sistemas IoT.

A etapa Concepção é baseada nos princípios do DSC. Nela, são conduzidas oficinas colaborativas com diferentes partes interessadas do projeto IoT, buscando compreender o escopo do problema, o contexto envolvido e as necessidades dos usuários. Nesta etapa são gerados o Diagrama das Partes Interessadas, o Quadro de Avaliação e uma lista de requisitos iniciais, que sintetiza as demandas levantadas, servindo de insumo para as fases posteriores. Esta etapa é detalhada na seção 4.3.1.

²<https://www.omg.org/omgmarte/>

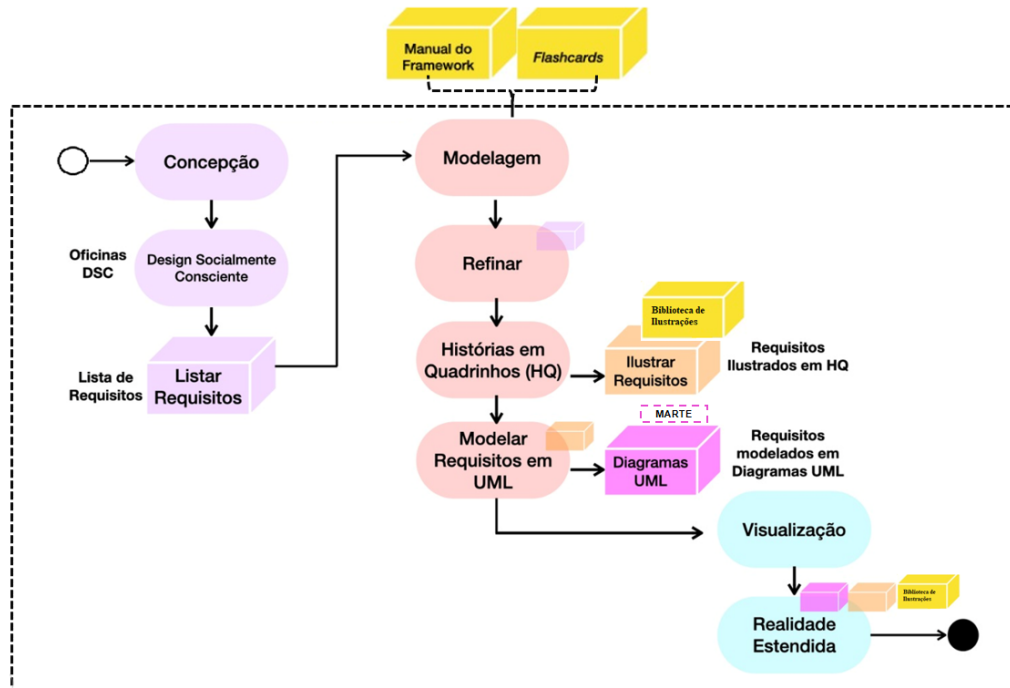


Figura 4.2. Visão Geral do *framework*

A etapa Modelagem visa refinar os requisitos e representá-los graficamente. Inicialmente, os requisitos passam por uma atividade de refinamento. Em seguida, a modelagem ocorre em dois níveis, um narrativo, por meio da criação de Histórias em Quadrinhos, e outro com a construção de Diagramas UML e estereótipos do perfil MARTE. As narrativas visuais ajudam a ilustrar os requisitos identificados por meio de roteiros, personagens e cenários. Posteriormente, os requisitos são modelados em UML, com a seleção e elaboração de diagramas adequados ao contexto como diagramas de casos de uso, gerando representações dos requisitos do sistema IoT. Além disso, nessa etapa também pode ser utilizado o perfil MARTE, que amplia a expressividade dos diagramas ao incorporar elementos específicos para sistemas com restrições temporais. Esta etapa é explanada na seção 4.3.2.

A etapa Visualização, detalhada na seção 4.3.3, consiste na projeção dos requisitos modelados em plataformas de visualização com a tecnologia de Realidade Estendida. Essa visualização permite que os participantes interajam com os cenários construídos.

É válido destacar que, na parte superior da Figura 4.2, estão posicionados dois blocos externos à área pontilhada: o manual do *framework* e os *flashcards*. A posição desses elementos fora do contorno indica que são recursos opcionais, ou seja, não fazem parte diretamente das etapas do processo, mas podem ser utilizados em qualquer etapa para apoiar os participantes na execução das atividades.

Além desses blocos, dentro da área pontilhada da Figura 4.2, destaca-se um bloco adicional em amarelo: a Biblioteca de Ilustrações. Embora opcional, esse recurso pode ser utilizado para auxiliar na etapa de criação das HQs, fornecendo elementos gráficos que facilitam a construção visual das narrativas e utilizado na fase de visualização em

RE, contribuindo para enriquecer os cenários interativos com componentes visuais, promovendo coesão entre as representações narrativas e a visualização. Embora os materiais sejam recursos opcionais, sua utilização é recomendada por contribuírem para enriquecer e facilitar a aplicação prática das etapas do *framework*.

4.3.1. Concepção de Requisitos

A etapa de Concepção (baseada no DSC), tem como objetivo identificar as partes interessadas e identificar e compreender o problema, bem como as necessidades dos usuários e propor soluções, a partir da realização de oficinas participativas, utilizando as técnicas de *brainstorming* e *brainwriting* e participação ativa dos diversos interessados. Essa abordagem permite capturar requisitos que consideram o contexto social, cultural e humano, promovendo soluções mais contextualizadas.

Para a condução das oficinas sob a abordagem do DSC, a presença de um facilitador é fundamental para mediar o processo colaborativo entre os participantes. Esse profissional é responsável por conduzir as dinâmicas, incentivar a participação equitativa, promover o diálogo e assegurar o alinhamento com os objetivos da oficina.

Na Figura 4.3 estão representadas as atividades da etapa de concepção.

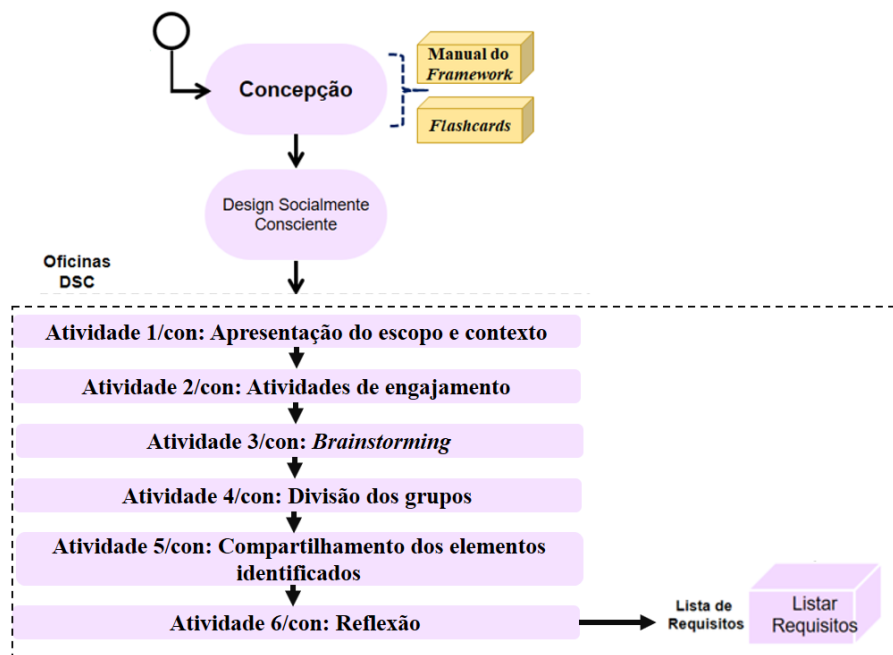


Figura 4.3. Etapa de Concepção de Requisitos

- **Atividade 1/con:** Apresentação do escopo e contexto para os participantes. Nesta atividade introdutória, o facilitador apresenta aos participantes o escopo do projeto, esclarecendo o propósito da oficina e os objetivos da aplicação a ser desenvolvida. São fornecidas informações sobre o domínio do problema, os limites da solução e os aspectos gerais do sistema IoT a ser projetado. Essa contextualização inicial é fundamental para alinhar o entendimento dos participantes e estabelecer um ponto de partida comum;

- **Atividade 2/con:** Engajamento por meio de dinâmicas interativas. Após a apresentação do escopo, são realizadas atividades de sensibilização e engajamento. Essas dinâmicas têm como finalidade aproximar os envolvidos do projeto, promover a empatia e estimular o pensamento crítico e criativo. Nesta atividade, podem ser utilizadas dinâmicas breves, apresentação de exemplos de sistemas similares ao escopo ou vídeos;
- **Atividade 3/con:** *Brainstorming* para levantar as partes interessadas por meio da criação colaborativa do Diagrama das Partes Interessadas e a elaboração do Quadro de Avaliação com problemas e ideias destacados considerando a visão das partes interessadas. Nesta fase, todos participantes participam colaborativamente na criação destes artefatos que são desenhados em um quadro branco e preenchidos pelos participantes por meio de canetas coloridas ou por colagem de marcadores coloridos. O uso de marcadores coloridos é incentivado para representar diferentes perfis de partes interessadas e temas emergentes. O objetivo é gerar um grande volume de contribuições de forma livre e não crítica, respeitando a diversidade de perspectivas;
- **Atividade 4/con:** os participantes são divididos em grupos (de 4 a 6 pessoas) para realização de sessões de *Brainwriting*, em que em um papel sulfite cada participante inicia um texto com a frase “O sistema deve ter...” e escrevem características de acordo com o discutido na atividade anterior, depois de 1 minuto passa o papel para o membro do grupo que está ao seu lado para que este continue a descrição do participantes anterior. Depois de todos contribuírem com os membros do seu respectivo grupo, analisam os conteúdos gerados e consolidam o resultado em um único documento que será compartilhado entre todos os participantes na próxima atividade;
- **Atividade 5/con:** Compartilhamento dos elementos identificados. Após o trabalho em grupo, os envolvidos devem compartilhar os elementos, requisitos ou artefatos que foram levantados. Essa troca permite ampliar a visão sobre o problema, identificar pontos em comum e observar contradições ou lacunas entre as percepções dos grupos e gerar uma lista de requisitos única;
- **Atividade 6/con:** Reflexão conjunta sobre o conteúdo produzido. A última atividade da oficina consiste em uma breve reflexão coletiva. Os participantes são convidados a comentar sobre o que aprenderam, como a atividade influenciou sua percepção do problema e o que ainda precisa ser melhor compreendido.

Resultado: Lista de Requisitos iniciais. Como resultado consolidado dessa fase, gera-se uma lista de requisitos, a partir dos apontamentos identificados nas atividades desta etapa. Esta lista de requisitos serve como entrada para a próxima etapa do *framework*, a modelagem de requisitos.

4.3.2. Modelagem de Requisitos

A partir da lista de requisitos, tem início a transição para a etapa de modelagem. Essa etapa tem como função transformar os requisitos elicitados na fase de concepção em representações visuais e formais. A Figura 4.4 apresenta uma sequência de atividades organizadas em três momentos principais: o refinamento da lista de requisitos, a ilustração

narrativa por meio de HQs e a modelagem em Diagramas UML com apoio dos estereótipos do perfil MARTE. Nesse processo, a biblioteca de ilustrações se configura como um recurso complementar que disponibiliza elementos gráficos que podem ser incorporados na criação das HQs.

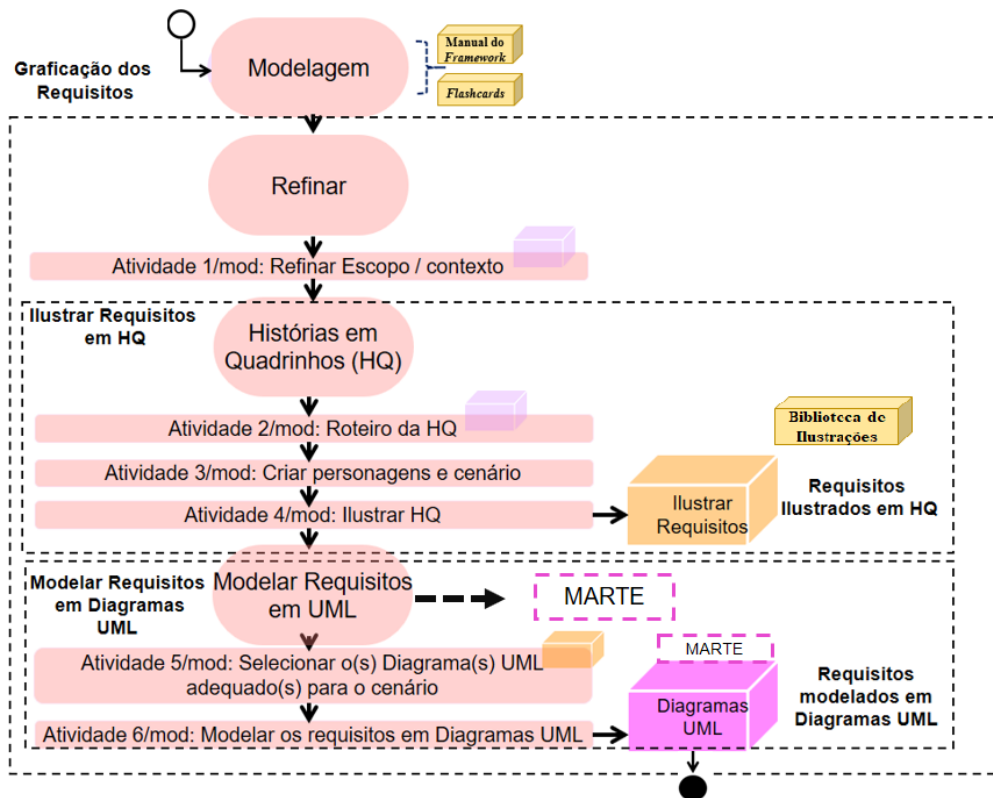


Figura 4.4. Etapa de Modelagem de Requisitos

As atividades da etapa de modelagem consistem em:

- **Refinamento dos Requisitos**
 - **Reavaliação e detalhamento do escopo.** Esta atividade tem como objetivo revisar e aprofundar a compreensão do problema, das funcionalidades esperadas e do contexto de uso do sistema IoT. Quando disponível, a lista de requisitos obtida na etapa de concepção pode ser retomada como ponto de partida. No entanto, considerando a natureza modular do *framework*, essa atividade também pode ser realizada de forma autônoma, com os participantes identificando ou reelaborando os elementos necessários para a modelagem. Esse refinamento contribui para reduzir ambiguidades e fornece uma base sólida para as representações visuais e formais subsequentes.
- **Ilustração em HQ.** O uso de HQs é introduzido como um recurso acessível, criativo e colaborativo para representar, de forma narrativa e visual, os requisitos do sistema. Esse processo é complementado pelo uso da biblioteca de ilustrações, facilitando a composição das cenas e contribuindo para a expressividade e padronização das representações.

- **Atividade 1/mod:** Refinamento do escopo. Nesta atividade, é analisado o conjunto de requisitos levantados e é identificado quais são essenciais para o desenvolvimento do sistema, considerando o contexto de aplicação. O objetivo é delimitar de forma clara o que será abordado, eliminando elementos que não estejam diretamente relacionados ao problema central. Essa etapa também envolve a definição de fronteiras do projeto, estabelecendo as funcionalidades prioritárias, as restrições conhecidas e o público-alvo. O refinamento do escopo garante foco, coerência e viabilidade na etapa de modelagem subsequente.
- **Atividade 2/mod:** Roteiro da HQ. Os participantes são convidados a escrever o roteiro da HQ, descrevendo de forma sequencial como o usuário interage com o sistema. Essa descrição inclui ações, reações e expectativas, e deve refletir diretamente os requisitos levantados e refinados.
- **Atividade 3/mod:** Criação de personagens e cenário. Para esta atividade, os participantes definem os personagens que compõem a narrativa e os cenários onde as interações ocorrerão. A construção visual desses elementos contribui para contextualizar o uso do sistema.
- **Atividade 4/mod:** Ilustração final da HQ. Com base no roteiro e nos elementos visuais criados, os participantes criam a sua HQ, referente ao requisito selecionado. Para a criação da HQ, podem ser utilizadas ferramentas digitais, materiais impressos ou recortes, ou ainda papel e caneta para desenhar. A HQ deve demonstrar o funcionamento do sistema IoT em situações reais de uso.

Resultado: Requisitos representados de forma lúdica e visual (HQ). O produto desta atividade é um conjunto de requisitos ilustrados em HQ.

- **Atividade 5/mod:** Com o auxílio do manual e dos *flashcards*, os participantes analisam os requisitos narrados na HQ e o cenário de uso representado, a fim de selecionar os diagramas UML mais apropriados à modelagem do sistema. Essa escolha considera o tipo de informação que se deseja evidenciar: diagramas de casos de uso são indicados para representar as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário; diagramas de atividades auxiliam na descrição do fluxo de processos; diagramas de sequência detalham a interação entre objetos ao longo do tempo; entre outros. A seleção adequada dos diagramas contribui para uma representação clara, coerente e tecnicamente útil dos requisitos, apoiando tanto a comunicação entre os envolvidos quanto etapas posteriores de desenvolvimento. É recomendado o uso da extensão do perfil MARTE, especialmente quando há requisitos relacionados ao tempo, por exemplo.
- **Atividade 6/mod:** Modelagem dos requisitos. Nessa atividade, os requisitos são detalhadamente representados por meio de modelos visuais. Os envolvidos no projeto criam diagramas que ilustram as interações entre os usuários e o sistema, as ações realizadas, as condições que influenciam o comportamento e os fluxos de processos. Esses diagramas ajudam a organizar e esclarecer as funcionalidades, facilitando o entendimento das necessidades e restrições do sistema.

Resultado: Requisitos modelados em Diagramas UML, com a opção da extensão do perfil MARTE.

4.3.3. Visualização de Requisitos

Com as HQs e diagramas finalizados, o *framework* avança para a etapa de visualização dos requisitos por meio da tecnologia de Realidade Estendida. O módulo de visualização do *framework* é apresentado na Figura 4.5. O uso de uma plataforma de visualização pode facilitar a compreensão e a avaliação dos requisitos por meio de experiências virtuais.

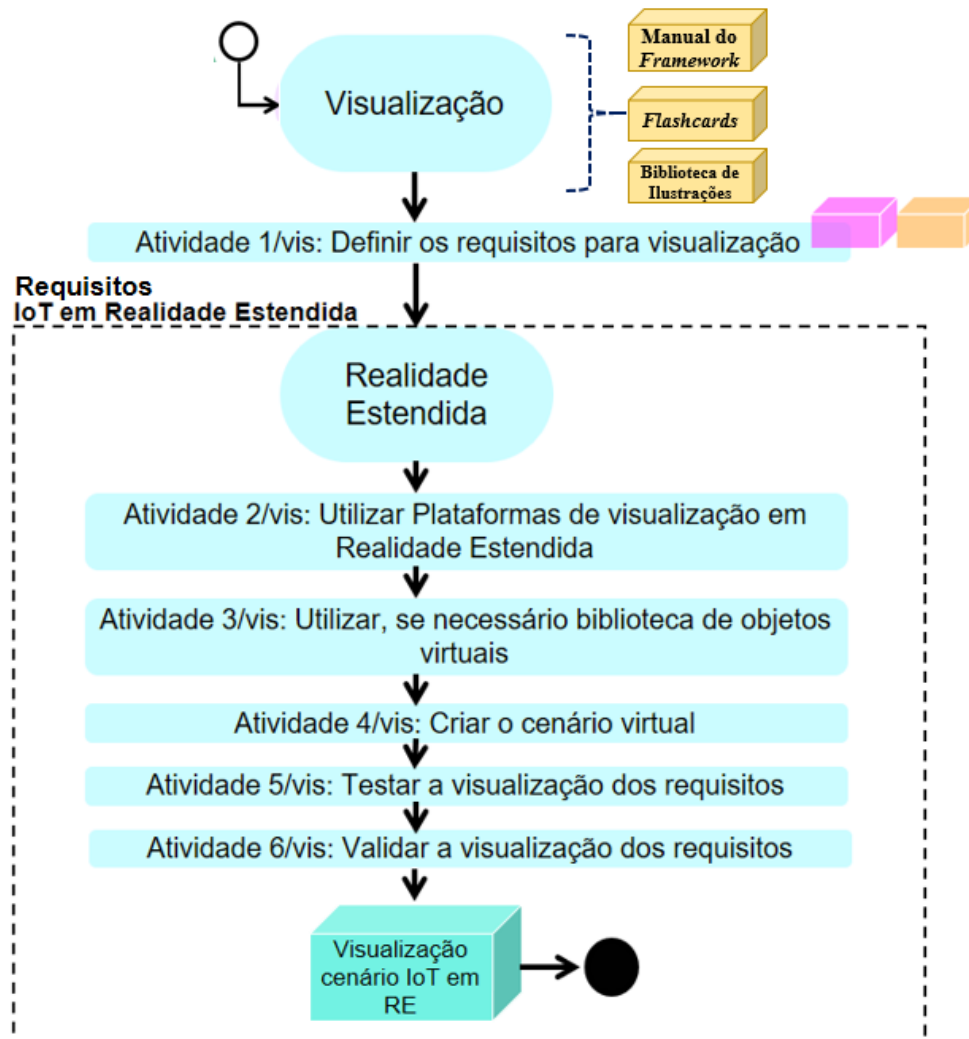


Figura 4.5. Etapa de Visualização de Requisitos

Neste contexto, as atividades que envolvem a etapa de visualização são:

- **Atividade 1/vis:** Definição dos requisitos a serem visualizados. A primeira atividade consiste em revisar a lista de requisitos definida nas etapas anteriores, com o intuito de selecionar quais requisitos serão representados na plataforma de visualização. É recomendado que esta definição seja feita de forma colaborativa entre os participantes.

- **Atividade 2/vis:** Escolha e uso da plataforma de RE. Nesta atividade, os participantes no projeto devem selecionar qual plataforma de visualização será utilizada. Como sugestão, recomenda-se a plataforma CoSpaces ou outra similar. A escolha da ferramenta deve levar em conta a compatibilidade com os dispositivos disponíveis e a facilidade de uso por parte dos participantes.
- **Atividade 3/vis:** Inclusão de objetos. Após a definição da plataforma de visualização, os participantes têm a opção de explorar e utilizar os objetos virtuais disponíveis nativamente na plataforma de visualização escolhida para representar os requisitos de IoT. Além disso, podem optar por usar as representações dos elementos de IoT, disponibilizados na biblioteca de ilustrações.
- **Atividade 4/vis:** Criação do cenário virtual. A partir dos elementos selecionados, os participantes devem construir o cenário virtual que represente o requisito.
- **Atividade 5/vis:** Testes com os usuários. Com o cenário construído na plataforma de visualização, os participantes devem interagir com o ambiente virtual para verificar se os comportamentos esperados dos requisitos estão corretamente representados.
- **Atividade 6/vis:** Validação da visualização. Por fim, é realizada uma atividade de avaliação, na qual os participantes avaliam se os requisitos selecionados e construídos na plataforma virtual estão representados corretamente e se cumpre com os objetivos definidos na Atividade 1/vis. A avaliação pode ser feita por meio de considerações de todos os participantes.

Resultado: requisitos para sistemas de IoT representados de forma virtual em ambiente de RE. Ao final da execução desta etapa, espera-se obter a visualização de um cenário IoT em Realidade Estendida, tornando os requisitos mais visuais, facilitando a comunicação entre as partes interessadas e promovendo maior clareza sobre as funcionalidades esperadas do sistema. Como as demais etapas do *framework*, esta pode ser executada de forma independente, conforme indicado pelo marcador de início e fim da figura.

4.4. Detalhamento da Aplicação do *Framework*

Esta seção apresenta o detalhamento da aplicação do *framework*, descrevendo de forma sistemática as atividades realizadas em cada etapa, os recursos utilizados e os resultados esperados. O objetivo é oferecer uma visão clara e estruturada do processo metodológico adotado, permitindo que a experiência possa ser compreendida, replicada e adaptada a diferentes contextos educacionais, acadêmicos ou profissionais.

Esse detalhamento visa não apenas documentar a experiência prática, mas também servir como referência metodológica para pesquisadores, docentes e profissionais interessados em adotar abordagens centradas no usuário e socialmente conscientes na engenharia de requisitos para sistemas IoT.

4.4.1. Proposta do Problema a ser desenvolvido no minicurso

O cenário escolhido para aplicação prática do *framework* é o de um sistema de gerenciamento inteligente de estacionamento. A escolha deste problema deve-se à sua relevância

social e aplicabilidade em diferentes contextos urbanos, abrangendo desde pequenos estacionamentos privados até grandes centros comerciais e espaços públicos. Além disso, a proposta de um cenário único, como o estacionamento garante coerência ao longo das atividades, permitindo que os participantes compreendam todas as etapas.

O sistema proposto visa oferecer soluções para desafios comuns relacionados à gestão de vagas, como a redução do tempo de procura por estacionamento, a otimização da ocupação das vagas disponíveis e o apoio à acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida. Ao adotar uma abordagem baseada em IoT, o sistema integrará sensores, dispositivos de monitoramento e uma plataforma de visualização para fornecer informações em tempo real sobre a disponibilidade de vagas, rotas de acesso e indicadores de uso.

4.4.2. Perfil Desejado dos Participantes

- Estudantes de graduação e pós-graduação das áreas de Computação, Design, Engenharia ou áreas afins.
- Professores e pesquisadores interessados em metodologias interdisciplinares.
- Profissionais que atuam com requisitos, design de sistemas ou tecnologias imersivas.
- Pessoas com interesse em abordagens participativas, inclusivas e visuais para o desenvolvimento tecnológico.

Pré-requisitos: Noções básicas de Engenharia de Requisitos e interesse em tecnologias interativas. Não é necessário saber programar em RE.

4.4.3. Infraestrutura Necessária

- Sala com acesso à internet e projetor.
- Quadro branco.
- Computadores ou notebooks na quantidade do número de participantes ou um equipamento para cada grupo de até quatro participantes.
- Acesso a ferramentas online gratuitas:
 - Google Drive (Docs e Apresentações);
 - ferramentas de criação de HQs (ex: *Storyboard That*, Canva, papéis, canetas e entre outros);
 - visualizadores de UML online (ex: draw.io); e
 - plataforma de visualização RE (ex: Delightex ³).
- Impressão ou visualização digital dos *flashcards* (cartas de apoio) manual do *framework*.

³<https://www.delightex.com/>

- Acesso à biblioteca de ilustrações (Google Drive).
- Canetas para quadro branco coloridas.
- Papel sulfite.
- Canetas.

4.4.4. Material Existente

A aplicação do *framework* é apoiada por uma variedade de recursos desenvolvidos previamente para facilitar sua compreensão, aplicação prática e replicação em contextos diversos. Esses materiais oferecem suporte tanto conceitual quanto operacional ao longo das etapas de concepção, modelagem e visualização dos requisitos em sistemas IoT.

- **Manual do Framework:** documento orientador que descreve detalhadamente cada etapa da metodologia, incluindo objetivos, instruções de aplicação, boas práticas e exemplos ilustrativos. Serve como guia principal durante a execução das oficinas e modelagens.
- **Flashcards (cartões de apoio):** conjunto de cartões informativos organizados por categorias (contexto social, atores, necessidades, tecnologias, etc.) que auxiliam os participantes nas oficinas de DSC. São utilizados para estimular a reflexão, facilitar a identificação de requisitos e ampliar o engajamento dos participantes.
- **Biblioteca de Ilustrações:** repositório visual composto por elementos gráficos desenhados especificamente para representar atores, ambientes, dispositivos e interações no contexto de sistemas IoT. Essa biblioteca é usada durante a etapa de criação de histórias em quadrinhos e na visualização em RE, permitindo uma comunicação mais acessível e empática.
- **Modelos de Histórias em Quadrinhos:** exemplos e modelos para representar requisitos a partir de narrativas visuais. Esses modelos facilitam a tradução de requisitos textuais para uma linguagem mais acessível, sendo úteis tanto para equipes técnicas quanto para usuários finais.
- **Modelos de Diagramas UML:** conjunto de diagramas preparados para representar os requisitos elicitados e refinados. São utilizados estereótipos do perfil MARTE para dar suporte à modelagem de aspectos temporais e de tempo real dos sistemas IoT.
- **Experiências de Visualização com RE:** protótipos e aplicações desenvolvidos a partir da modelagem dos requisitos, representando os sistemas em ambientes imersivos. Essas experiências possibilitam validar e refinar requisitos com base na interação do usuário com o cenário virtual.

Esse material está disponível em formato digital ⁴ e pode ser utilizado, adaptado e expandido conforme a necessidade dos participantes e o contexto do minicurso. A existência

⁴https://drive.google.com/drive/folders/17z_PvAABGANeh2Newy3cS5PeX1GuBA30?usp=drive_link

desses recursos facilita a replicabilidade da abordagem proposta, promovendo a autonomia dos envolvidos na criação de soluções tecnológicas mais conscientes, visuais e imersivas.

4.4.5. Estrutura de Aplicação do *Framework*

A estrutura da aplicação tem o objetivo de garantir consistência na experiência formativa dos participantes, oferecendo suporte didático e técnico em cada uma das etapas do processo — **concepção, modelagem e visualização** dos requisitos. Para tanto, são organizados materiais complementares, elaboradas estratégias de coleta de dados e definidos os procedimentos metodológicos que orientam a execução prática do minicurso.

Entre os recursos disponibilizados, destacam-se o manual do *framework*, os *flashcards* e a biblioteca digital de ilustrações e um conjunto de modelos visuais que orientam a representação de requisitos.

Nesta seção, são descritos os principais elementos que compõem a estrutura da aplicação, apresentando os materiais utilizados, os instrumentos de coleta de dados, o ambiente de execução e os critérios adotados para garantir a coerência e a reprodutibilidade da experiência. Tais elementos foram fundamentais para sustentar a aplicação prática do *framework*.

Etapas do Processo Metodológico

Na Figura 4.6 é ilustrado o fluxo de execução proposto pelo *framework* aplicado ao desenvolvimento de sistemas com base nos princípios do DSC, aliado a abordagens imersivas de modelagem e visualização de requisitos. O processo é dividido em seis etapas interdependentes, representadas de forma sequencial e didática, promovendo a construção colaborativa do conhecimento com foco em aspectos sociotécnicos.

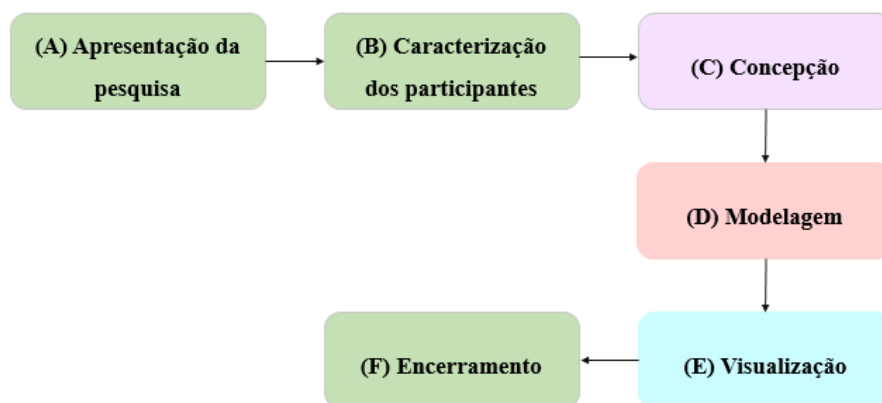


Figura 4.6. Fluxo das etapas metodológicas do framework aplicado

O processo tem início com a etapa (A) **Apresentação da pesquisa**, na qual os participantes são introduzidos ao tema central do minicurso ou oficina. Nesse momento, realiza-se a contextualização do escopo e dos objetivos da atividade, alinhando expectativas e estabelecendo um panorama conceitual sobre Internet das Coisas, Realidade Estendida e os desafios do desenvolvimento consciente de tecnologias.

Em seguida, ocorre a **(B) Caracterização dos participantes**, etapa essencial para o mapeamento do perfil do grupo. Por meio de instrumentos como formulários iniciais, coleta-se informações relevantes sobre a formação, área de atuação, experiências prévias e familiaridade dos participantes com os temas abordados. Esses dados subsidiam a adaptação das explicações e exemplos utilizados ao longo do processo.

A etapa **(C) Concepção** representa o desenvolvimento conceitual do projeto. Nela, os participantes são guiados na identificação de problemas socialmente relevantes, na análise dos atores envolvidos e na elicitación de requisitos sociotécnicos, com base em atividades inspiradas no *Design Socialmente Consciente*. São promovidas discussões orientadas, sessões de *brainstorming* e *brainwriting*, análise de valores e registro dos requisitos utilizando *flashcards* e materiais de apoio.

Nesse contexto, executa-se um conjunto estruturado de atividades inspiradas no DSC, conforme descrito a seguir:

- **Atividade 1/con:** Apresentação do cenário-problema, com base em um contexto real e socialmente relevante.
- **Atividade 2/con:** Discussão orientada sobre o cenário, incentivando a troca de percepções entre os participantes.
- **Atividade 3/con:** Sessão de *brainstorming* para levantar preocupações, valores e desafios percebidos.
- **Atividade 4/con:** Identificação das partes interessadas envolvidas no sistema e análise de suas necessidades.
- **Atividade 5/con:** Levantamento e registro dos requisitos, com apoio de *flashcards* e do manual do framework.

Como produto final desta fase, obtém-se uma **Lista de Requisitos** estruturada, que serve de insumo para as etapas seguintes.

Com os requisitos já estabelecidos, o grupo avança para a etapa de **(D) Modelagem**, onde o foco passa a ser a representação visual e formal desses requisitos. Esta etapa combina duas abordagens complementares: a modelagem empática, realizada por meio de HQs, e a modelagem técnica, com o uso de diagramas UML enriquecidos com estereótipos do perfil MARTE. Essa integração permite contemplar tanto a compreensão de usuários não técnicos quanto a precisão necessária ao projeto. Esta etapa divide-se em três subatividades:

- **Atividade 1/mod:** Refinamento dos requisitos elicitados, com foco na clareza e na organização das informações.
- **Atividade 2/mod:** Ilustração dos requisitos por meio de **Histórias em Quadrinhos (HQs)**, utilizando a biblioteca de ilustrações fornecida.

- **Atividade 3/mod:** Modelagem formal dos requisitos com o uso de diagramas UML, aplicando estereótipos do perfil MARTE, apropriada para sistemas embarcados e com restrições de tempo real, como é o caso de muitos sistemas IoT.

Na sequência, a etapa de **(E) Visualização** transforma os modelos em experiências imersivas. Utilizando tecnologias de *Realidade Estendida*, os participantes constroem ambientes virtuais que representam os requisitos levantados, possibilitando uma simulação interativa e centrada no usuário. Essa visualização permite validar os modelos construídos e antecipar potenciais falhas, incoerências ou omissões. Essa etapa é composta das seguintes atividades:

- **Atividade 1/vis:** Definição dos requisitos que serão visualizados na simulação imersiva.
- **Atividade 2/vis:** Introdução à plataforma escolhida para criação do cenário virtual (por exemplo, Delightex).
- **Atividade 3/vis:** Construção do ambiente virtual representando os requisitos levantados e modelados.
- **Atividade 4/vis:** Testes e validação da visualização imersiva pelos participantes, com análise da coerência entre os requisitos e o protótipo interativo.

Por fim, a etapa **(F) Encerramento** contempla a socialização dos trabalhos desenvolvidos, a troca de percepções entre os grupos, a coleta de *feedback* sobre o processo e a formalização da conclusão do percurso. Trata-se de um momento de reflexão, valorização da participação e consolidação dos aprendizados.

Essas fases compõem a aplicação completa do *framework* e demonstram como a articulação entre o DSC, as representações visuais e a Realidade Estendida pode promover uma abordagem integrada, acessível e colaborativa para o desenvolvimento de requisitos em sistemas IoT.

Estima-se que a **carga horária total de aplicação do framework seja de aproximadamente 6 horas**, sendo 3 horas dedicadas à etapa de **Concepção**, 2 horas à etapa de **Modelagem** e 1 hora à etapa de **Visualização**. Esse tempo contempla tanto a introdução teórica dos conceitos quanto a realização das atividades práticas em grupo, proporcionando uma experiência completa e integrada.

4.4.6. Estratégia de Ensino a Ser Adotada

A aplicação do *framework* é conduzida por meio de uma abordagem ativa, prática e centrada no participante, sendo organizada em momentos expositivos, colaborativos e experimentais. A proposta metodológica é alinhada à lógica do próprio *framework*, permitindo que os participantes vivenciem, de forma progressiva e mediada, cada uma de suas etapas — concepção, modelagem e visualização de requisitos.

Inicialmente, são realizadas exposições dialogadas com o objetivo de introduzir os conceitos fundamentais relacionados à IoT, ao DSC, às representações visuais (como

Histórias em Quadrinhos e diagramas UML) e às tecnologias de Realidade Estendida. Esse momento teórico busca nivelar os conhecimentos dos participantes e contextualizar a proposta de aplicação.

Na sequência, os participantes são organizados em grupos para a realização de atividades práticas com o apoio de materiais previamente preparados, tais como:

- *Flashcards* temáticos, utilizados para apoiar a elicitación e o refinamento de requisitos sociotécnicos;
- Biblioteca de ilustrações digitais, empregada na construção de Histórias em Quadrinhos e na criação de cenários visuais para protótipos imersivos;
- Modelos de diagramas UML com estereótipos do perfil MARTE, utilizados na formalização dos requisitos;
- Plataforma online gratuita de visualização em Realidade Estendida, explorada para a criação e o teste de ambientes interativos.

O uso dessas ferramentas com os fluxos das atividades de concepção, modelagem e visualização, permite a prática do processo de desenvolvimento de requisitos de um sistema IoT, desde a concepção participativa até a representação técnica e imersiva.

A interação entre participantes é incentivada com dinâmicas de grupo, exercícios orientados e desafios criativos. Tais estratégias colaborativas contribuem para a construção coletiva do conhecimento, o desenvolvimento de habilidades práticas e a ampliação do senso crítico sobre os impactos sociais e éticos dos sistemas tecnológicos.

Ao integrar teoria, prática e reflexão, a aplicação do *framework* proporciona uma experiência formativa completa, caracterizada pela interdisciplinaridade, acessibilidade e estímulo à inovação no processo de engenharia de requisitos para sistemas IoT.

4.5. Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma proposta metodológica para apoiar o desenvolvimento de sistemas baseados em IoT, por meio da aplicação de um *framework* que integra Design Socialmente Consciente, modelagem visual de requisitos e tecnologias de Realidade Estendida. A abordagem busca fortalecer a comunicação entre atores técnicos e não técnicos, ampliar a participação social nos processos de desenvolvimento e promover a empatia, a clareza e a validação antecipada de requisitos.

Ao estruturar a aplicação nas etapas concepção, modelagem e visualização, o *framework* possibilita um fluxo contínuo e acessível de identificação e refinamento de requisitos sociotécnicos. A utilização de ferramentas visuais, como *flashcards*, HQ e diagramas UML com estereótipos do perfil MARTE, aliada à prototipação em ambientes imersivos, proporciona uma experiência rica, colaborativa e centrada no usuário.

A aplicação prática evidencia o potencial do *framework* para ambientes educacionais. A disponibilidade de materiais de apoio e a modularidade das etapas permitem sua adaptação a diferentes públicos, tornando a metodologia replicável e escalável.

Além disso, a abordagem contribui com a formação de profissionais mais críticos e sensíveis aos impactos sociais da tecnologia, incentivando o desenvolvimento de soluções mais inclusivas, éticas e comprometidas com os contextos em que serão aplicadas.

Referências

- Andrade, T., & Bastos, D. (2019). Extended reality in iot scenarios: Concepts, applications and future trends. *2019 5th Experiment International Conference (exp. at'19)*, 107–112.
- Ashton, K., et al. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID journal*, 22(7), 97–114.
- Atziori, L., IERA, A., & MORABITO, G. (2010). The Internet of Things: A Survey COMPUTER Networks. 2010. *Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download>*.
- Baranauskas, M. C. C. (2014). Social awareness in HCI. *Interactions*, 21(4), 66–69.
- Costa, B., Pires, P. F., & Delicato, F. C. (2017). Specifying functional requirements and qos parameters for iot systems. *2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Automatic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*, 407–414.
- da Silva, J. V., Mendoza, Y. M., Duarte, E. F., Maíke, V. R., de França, B. B. N., Pereira, R., & Baranauskas, M. C. C. (2018). Ferramenta DSC (Design Socialmente Consciente) e Direções para uma Plataforma OpenDesign.
- da Silva, J. V., Pereira, R., Buchdid, S. B., Duarte, E. F., & Baranauskas, M. C. C. (2016). SAwD - Socially Aware Design: An Organizational Semiotics-Based CASE Tool to Support Early Design Activities. Em M. C. C. Baranauskas, K. Liu, L. Sun, V. P. d. A. Neris, R. Bonacin & K. Nakata (Eds.), *Socially Aware Organisations and Technologies. Impact and Challenges* (pp. 59–69). Springer International Publishing.
- Da Silva, D. V., De Souza, B. P., Gonçalves, T., & Travassos, G. (2020). Uma tecnologia para apoiar a engenharia de requisitos de sistemas de software iot. *23rd Iberoamerican Conference on Software Engineering*.
- Ferrari, B., Junior, D. S., Oliveira, C. M., Ortiz, J. S., & Pereira, R. (2019). Design Socialmente Consciente de Jogos: relato de uma oficina prática para o entendimento do problema e prospecção de ideias. *Anais do I Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos*, 11–20.
- Guedes, G. T. (2018). *UML 2-Uma abordagem prática*. Novatec Editora.
- Han, B., & Leite, F. (2022). Generic extended reality and integrated development for visualization applications in architecture, engineering, and construction. *Automation in Construction*, 140, 104329.
- Kaleem, S., Ahmad, S., Babar, M., Akre, V., Raian, A., & Ullah, F. (2019). A review on requirements engineering for internet of things (IoT) applications. *2019 Sixth HCT Information Technology Trends (ITT)*, 269–275.

- Koç, H., Erdoğan, A. M., Barjakly, Y., & Peker, S. (2021). UML diagrams in software engineering research: a systematic literature review. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 74(1), 13.
- Kolkman, M. J., van der Veen, A., & Geurts, P. (2007). Controversies in water management: Frames and mental models. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(7), 685–706.
- Meziane, H., & Ouerdi, N. (2022). A Study of Modelling IoT Security Systems with Unified Modelling Language (UML). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(11).
- Pereira, R., Baranauskas, M. C., & da Silva, S. R. (2013). Social Software and Educational Technology: Informal, Formal and Technical Values. *Educational Technology & Society*, 16, 4–14.
- Rahman, M. W., Islam, R., Hasan, A., Bithi, N. I., Hasan, M. M., & Rahman, M. M. (2022). Intelligent waste management system using deep learning with IoT. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(5), 2072–2087.
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249–255.
- Santos, B. P., Silva, L. A., Celes, C. S., Borges Neto, J. B., Peres, B. S., Vieira, M. A. M., Vieira, L. F. M., Goussevskaia, O. N., & Loureiro, A. A. (2016). Internet das coisas: da teoria à prática.
- Siakas, E., Lampropoulos, G., Rahanu, H., Georgiadou, E., Siakas, D., & Siakas, K. (2024). REFIoT: A Framework to Combat Requirements Engineering in IoT Applications and Systems. *European Conference on Software Process Improvement*, 80–96.
- Sommerville, I., et al. (2011). Engenharia de software.[SI]. *Pearson Education*, 19, 60.
- Souza, S., Rodrigues, E., Meireles, M., Lauschner, T., Carvalho, L., Maldonado, J. C., & Conte, T. (2025). Techniques for eliciting iot requirements: Sensorina map and mind iot. *Journal of Systems and Software*, 222, 112323.
- Souza, S. R. d. (2023). Mapa da Sensorina e Mind IoT: técnicas de elicitação de requisitos baseadas em design thinking para sistemas IoT.
- Souza Rodrigues, S., Luiz da Silva Genesio, V., Maria Barroso Paiva, D., & Pontin de Mattos Fortes, R. (2020). A Case Study on How Brazilian Companies Deal with the User Experience in IoT Projects. *Proceedings of the 38th ACM International Conference on Design of Communication*, 1–7.
- Stamper, R. (1973). *Information in business and administrative systems*. John Wiley & Sons, Inc.
- Tori, R., & da Silva Hounsell, M. (2020). Introdução a realidade virtual e aumentada. *Interação*, 7, 468.
- Tori, R., Kirner, C., & Siscoutto, R. A. (2006). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC Porto Alegre.

- Wagner, R., & Cozmiuc, D. (2022). Extended Reality in Marketing—A Multiple Case Study on Internet of Things Platforms. *Information*, 13(6), 278.
- Weyrich, M., & Ebert, C. (2015). Reference architectures for the internet of things. *IEEE Software*, 33(1), 112–116.

Currículo resumido dos autores



Eduarda Maganha de Almeida é doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), com mestrado em Computação com ênfase em Engenharia de Software e graduação em Computação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atua como professora e pesquisadora na área de Computação, lecionando disciplinas voltadas à Inteligência Artificial, Realidade Estendida, Robótica Educacional, Jogos Digitais, Internet das Coisas e *Big Data*. Desenvolve investigações nas áreas de Engenharia de Requisitos, Realidade Estendida e Internet das Coisas, com ênfase em abordagens participativas, visuais e imersivas para o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais inclusivas e conscientes. No contexto deste trabalho, será responsável pela condução do processo de ensino-aprendizagem do *framework*, com atuação direta e especializada nas etapas de Modelagem e Visualização.



Flávia Belintani Blum Haddad é doutora em Ciência da Computação pela UFPR, mestra em Computação Aplicada e graduada em Tecnologia em Informática pela UTFPR e em Tecnologia em Gestão Pública pelo Instituto Federal do Paraná (IFPR). É professora na UTFPR de Engenharia de Software, com ênfase em Requisitos de Software, Processo de Software e Gerenciamento de Projeto de Software. É pesquisadora nas áreas de Requisitos de Software, Jogos Educacionais, Projetos de Software e Design Socialmente Consciente. Neste trabalho, será responsável por apoiar a aplicação do *framework*, com foco específico na etapa de Concepção, utilizando a abordagem de Design Socialmente Consciente para a identificação e elicitação de requisitos.



Leticia Mara Peres é professora associada do Departamento de Informática da UFPR e pesquisadora no Centro de Computação Científica e Software Livre (C3SL, UFPR), no Laboratório de Inteligência Artificial e Métodos Formais (LIAMF, UFPR) e no Laboratório de Fundamentos e Aplicações em Engenharia de Software (FAES, UFPR). Bacharela em Informática pela UFPR, mestra em Automação pela Unicamp e doutora em Computação pela UFPR. Seus interesses são em ensino e pesquisa de Engenharia de Software e de Sistemas, com ênfase em verificação e validação de software e dados. Possui atenção especial a novos processos e tecnologias de software e dados como apoio à pesquisa e implementação de políticas públicas em saúde e educação. Neste trabalho, atua no suporte à aplicação do *framework*, contribuindo para a organização metodológica e acompanhamento das atividades.