

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Proposta de aplicativo de apoio à coleta de resíduos recicláveis no município de Juiz de Fora

Deoclécio Porfírio Ferreira Filho

JUIZ DE FORA
DEZEMBRO, 2023

Proposta de aplicativo de apoio à coleta de resíduos recicláveis no município de Juiz de Fora

DEOCLÉCIO PORFÍRIO FERREIRA FILHO

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Bacharelado em Sistemas de informação

Orientador: André Luiz de Oliveira

JUIZ DE FORA
DEZEMBRO, 2023

PROPOSTA DE APLICATIVO DE APOIO À COLETA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

Deoclécio Porfírio Ferreira Filho

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

André Luiz de Oliveira
Doutor em Ciência da Computação

Igor de Oliveira Knop
Doutor em Modelagem Computacional

Victor Stroele de Andrade Menezes
Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação

JUIZ DE FORA
12 DE DEZEMBRO, 2023

*A minha esposa Maria Aparecida Ferreira.
As minhas filhas Priscila e Stéfani Ferreira
Ao meu neto Enzo Zille Ferreira.*

Resumo

A questão dos resíduos sólidos é uma discussão global atual, com uma parcela significativa da população considerando o problema resolvido após a coleta doméstica. Contudo, uma parte substancial desse lixo pode ser reciclada, prevenindo a contaminação do solo e contribuindo para a preservação ambiental. A falta de pontos fixos para coleta de recicláveis é um desafio para os catadores, e muitas pessoas desejam separar esses resíduos, mas enfrentam limitações de espaço, levando à mistura com o lixo orgânico. Diante da ampla adoção de dispositivos móveis, surge a oportunidade de usar a plataforma de dispositivos móveis para ações ambientais. Para atender à demanda de coleta de materiais recicláveis no município de Juiz de Fora, neste trabalho é proposto um protótipo de aplicativo móvel que possibilita conectar cidadãos interessados no descarte de resíduos à cooperativa de catadores. O aplicativo foi desenvolvido seguindo o processo de Design Centrado na Comunicação da Engenharia Semiótica utilizando a linguagem MoLIC. O método de Avaliação Heurística foi aplicado para avaliar aspectos de usabilidade e experiência de usuário do protótipo desenvolvido.

Palavras-chave: coleta seletiva, reciclagem, interação humano-computador, usabilidade, experiência de usuário, avaliação heurística.

Abstract

The issue of solid waste is a current global discussion, with a significant portion of the population considering the problem solved after domestic collection. However, a substantial portion of this waste can be recycled, preventing soil contamination and contributing to environmental preservation. The lack of fixed points for collecting recyclable waste poses a challenge for the collectors, since many people wish to separate their waste but face space limitations, leading to mixing them with organic waste. Given the widespread adoption of mobile devices, there is an opportunity to use the mobile platform for environmental actions. To meet the demand for the collection of recyclable materials in the municipality of Juiz de Fora, this work proposes a prototype mobile application that enables connecting citizens interested in dispose recyclable waste to the cooperative of waste pickers. The application was developed following the Communication Centred Design process from the Semiotic Engineering theory using the MoLIC language. The Heuristic Evaluation method was applied to assess usability and user experience aspects of the developed prototype.

Keywords: selective collection, recycling, human-computer interaction, usability, user-experience, heuristic evaluation.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por permitir a realização de mais um sonho em minha vida, superando os desafios de saúde, idade e preconceitos que surgiram ao longo desta jornada. Quero expressar minhas desculpas e gratidão aos meus familiares por terem a paciência de respeitar os meus desejos, especialmente ao meu neto Enzo, de seis anos de idade. Espero que um dia ele compreenda o motivo de eu ter deixado diversos momentos de brincadeira para priorizar meus estudos.

Quero estender minha gratidão aos professores do Departamento de Ciência da Computação da UFJF, que, com ensinamentos, paciência e atenção ao longo de todo o curso, foram fundamentais para meu crescimento acadêmico. Em particular, destaco o Prof. André pela orientação, amizade e dedicação, elementos cruciais para a concretização deste trabalho.

Aos colegas, com os quais compartilhei diversas experiências e trabalhos, agradeço pela contribuição para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

“Você nunca é velho demais para determinar um novo objetivo na vida ou para sonhar um novo sonho”.

C. S. Lewis

Conteúdo

Lista de Figuras	9
Lista de Tabelas	10
Lista de Abreviações	11
1 Introdução	12
2 Fundamentação Teórica	14
2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação	14
2.2 Interação Humano-Computador	15
2.3 Qualidade de Uso	16
2.4 Engenharia Semiótica	18
2.4.1 Semiótica: Signo, Significação, Comunicação e Semiose	19
2.5 Usabilidade WEB e Móvel	21
2.6 Princípios e Diretrizes de Design	21
2.6.1 Princípios da Gestalt	21
2.6.2 Regras de Ouro de Schneiderman	23
2.6.3 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen	24
2.7 Processo de Design da IHC	26
2.7.1 Análise da Situação Atual	27
2.8 Síntese e Avaliação da Intervenção	28
2.8.1 Design Centrado na Comunicação	29
2.8.2 Análise de Conversação	30
2.8.3 Modelagem de Interação como Conversa	31
2.9 Técnicas de Modelagem de Sistemas	32
2.9.1 Modelagem Entidade-Relacionamento (MER)	33
2.10 Banco de dados NoSQL (<i>Not Only SQL</i>)	33
2.11 Arquitetura de Aplicações Web e Móveis	34
2.12 Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento Web e Móvel	36
2.12.1 Figma	36
2.12.2 <i>React Native</i>	37
2.12.3 NodeJS	39
2.12.4 Expo	40
2.12.5 Firebase	41
2.13 Considerações Finais	42
3 Processo de desenvolvimento do Sistema	43
3.1 Análise da Situação Atual	43
3.1.1 Escopo do sistema	44
3.1.2 Caracterização dos usuários	44
3.1.3 Caracterização de Personas	47
3.1.4 Definição das Metas de Design	48
3.1.5 Requisitos Funcionais	49
3.1.6 Requisitos não Funcionais	50

3.1.7	Especificação dos Requisitos Funcionais	51
3.1.8	Especificação dos Requisitos Não Funcionais	53
3.2	Síntese da Intervenção	54
3.2.1	Design da Interação	54
3.3	Projeto de Interface	60
3.3.1	Prototipação dos cenários	61
3.4	Avaliação da Intervenção	62
3.5	Considerações Finais	62
4	RECICLE - Sistema de Apoio a Coleta de Resíduos Recicláveis	64
4.1	Arquitetura do Aplicativo	64
4.2	Modelo Conceitual	65
4.3	Visão Geral do <i>Back-End</i>	65
4.3.1	Firebase	66
4.3.2	Plataforma Google Maps (Google API)	67
4.4	Visão Geral do <i>Front-End</i>	68
4.5	Cenários de Uso do Aplicativo RECICLE	68
4.5.1	Tela Inicial	68
4.5.2	Tela de login e Redefinição de senha	69
4.5.3	Tela de cadastro de usuário	70
4.5.4	Tela de cadastro de Coleta	71
4.6	Avaliação Heurística	73
4.6.1	Realização da Avaliação	74
4.6.2	Consolidação dos dados	76
4.6.3	Relato dos resultados	76
4.7	Considerações Finais	78
5	Conclusão	79
	Bibliografia	80
	Apêndice A Requisitos	84
A.1	Requisitos funcionais APP - RECICLE	84
A.2	Requisitos não funcionais APP - RECICLE	84
	Apêndice B Especificação dos Requisitos	86
B.1	Requisitos funcionais APP - RECICLE	86
B.1.1	RF01 - Criar nova conta - Usuário Descartador	86
B.1.2	RF02 - Criar nova conta - Usuário Coletor	88
B.1.3	RF03 - Criar nova conta - Usuário Receptor	91
B.1.4	RF04 - Efetuar login	93
B.1.5	RF05 - Solicitar coleta de material reciclável	95
	Apêndice C Especificação dos requisitos não funcionais	97
C.1	Requisitos não funcionais APP - RECICLE	97
C.1.1	RNF01 - Banco relacional	97
C.1.2	RNF02 - Língua portuguesa	97
C.1.3	RNF03 - Android e iOS	97
C.1.4	RNF04 - Dados do usuário	98
C.1.5	RNF05 - Funcionamento do aplicativo	98
C.1.6	RNF06 - Processador para funcionamento	99

C.1.7 RNF07 - Acessibilidade dos usuários	99
Apêndice D Signos de Conteúdo e de Expressão	100
D.1 Requisitos funcionais APP - RECICLE	100

Lista de Figuras

2.1	Processo de comunicação da engenharia semiótica. Fonte: Barbosa e Silva (2010)	19
2.2	Processo de semiose associado a um signo de interface. Fonte: Barbosa e Silva (2017)	20
2.3	Princípios de gestálticos considerados comuns. Fonte: Barbosa e Silva (2010)	22
2.4	Princípios de gestálticos de região comum e conectividade. Fonte: Barbosa e Silva (2010)	23
2.5	Atividades de design envolvidas na intervenção para transformar situação atual em situação desejada. Fonte: Barbosa e Silva (2017)	28
2.6	Design Centrado na Comunicação. Fonte: Barbosa e Silva (2010)	29
2.7	Exemplo Modelagem Entidade-Relacionamento	33
2.8	Tipos de banco de dados NoSQL.	34
2.9	Model-View-Controller. Fonte: MDN (2023)	35
2.10	Programa Figma Fonte:FIGMA (2023)	36
2.11	React Native. Fonte: REACT NATIVE (2023)	38
2.12	Nodejs. Fonte: Dhaduk (2019)	40
2.13	<i>Framework</i> - Expo. Fonte: EXPO (2023)	40
2.14	Principais características do Firebase Fonte:Pinterest	42
3.1	Diagrama MoLIC de cadastro de usuário	58
3.2	Diagrama MoLIC do cadastro de coleta de material reciclável	59
3.3	Diagrama MoLIC da recepção de materiais coletados	60
3.4	Telas do programa RECICLE	61
3.5	Sequência genérica de atividade de design - fonte: Barbosa e Silva (2017)	62
4.1	Diagrama de Entidade-Relacionamento (fonte: Autor)	66
4.2	Processo de login Firebase/React Native (fonte: Autor)	66
4.3	Visão geral da solução (fonte: Autor)	67
4.4	Tela inicial - RECICLE	69
4.5	Telas de Login e Redefinição de senha	70
4.6	Cadastro de usuário - RECICLE	71
4.7	Endereço do ponto de coleta - RECICLE	72
4.8	Cadastro de coleta - RECICLE	73

Lista de Tabelas

3.1	Caracterização dos Usuários.	45
3.2	Requisitos funcionais do sistema.	50
3.3	Requisitos não funcionais do sistema.	50
3.4	Criar nova conta - Usuário Descartador	51
3.5	Requisito não funcional RNF03	54
4.1	Avaliação heurística - Item 1	74
4.2	Avaliação heurística - Item 2	75
4.3	Avaliação heurística - Item 3	75
4.4	Avaliação heurística - Item 4	75
4.5	Avaliação heurística - Item 5	76
A.1	Requisitos funcionais do sistema.	84
A.2	Requisitos não funcionais do sistema.	84
B.1	Criar nova conta - Usuário Descartador	86
B.2	Criar nova conta - Usuário Coletor	88
B.3	Criar nova conta - Usuário Receptor	91
B.4	Efetuar login	93
B.5	Solicitar coleta de material reciclável	95
C.1	Requisito não funcional RNF01	97
C.2	Requisito não funcional RNF02	97
C.3	Requisito não funcional RNF03	98
C.4	Requisito não funcional RNF04	98
C.5	Requisito não funcional RNF05	98
C.6	Requisito não funcional RNF06	99
C.7	Requisito não funcional RNF07	99
D.1	Cadastrar de usuário - Representação da interação como uma conversa.	100
D.2	Solicitar coleta de material reciclável - Interação como uma conversa.	100
D.3	Receber coleta de materiais recicláveis - Interação como uma conversa.	102
D.4	Cadastrar de usuário(U) - Representação do conteúdo dos signos	102
D.5	Solicitar coleta de material reciclável(S) - Representação do conteúdo dos signos	103
D.6	Receber coleta de materiais recicláveis(R) - Representação do conteúdo dos signos	104
D.7	Cadastrar de usuário(U) - Definição das expressões dos signos	104
D.8	Solicitar coleta de material reciclável(S) - Definição das expressões dos signos	106
D.9	Receber coleta de materiais recicláveis(R) - Definição das expressões dos signos	107

Lista de Abreviações

DCC Departamento de Ciência da Computação

UFJF Universidade Federal de Juiz de Fora

ICE Instituto de Ciências Exatas

IHC Interação Humano-Computador

NoSQL *Not Only SQL*

MoLIC *Modeling Language for Interaction*

1 Introdução

Atualmente, o problema do lixo é debatido em todo o mundo, porém ainda há uma grande parcela da população que acredita que o problema se encerra quando o caminhão de lixo passa e o lixo doméstico é descartado. No entanto, é importante destacar que uma grande quantidade desse lixo descartado poderia ser reciclada, evitando a contaminação do solo e contribuindo para a preservação do meio ambiente. No Brasil, um dos países mais populosos do mundo, apenas 3% do lixo é reaproveitado, mesmo que 30% dele tenha potencial para a reciclagem, de acordo com dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2022).

A pandemia da COVID-19 também trouxe impactos significativos na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Em 2020, a geração de RSU atingiu cerca de 82,5 milhões de toneladas por ano, com uma média de 1,07 kg de lixo por pessoa por dia, devido ao trabalho em *home office*, aumento do consumo por *delivery* e ao fato de as pessoas permanecerem mais tempo em casa (ABRELPE, 2021). Na cidade de Juiz de Fora, que possui uma alta densidade demográfica, são gerados aproximadamente 980 kg de lixo diariamente (IBGE, 2022).

A falta de pontos fixos para coleta de materiais recicláveis é uma realidade para a maioria dos catadores. Por outro lado, muitas pessoas desejam separar esses resíduos para coleta, mas não têm espaço adequado para armazená-los, o que acaba levando-os a misturá-los ao lixo comum e descartá-los. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), apenas 36,3% dos municípios brasileiros possuem coleta seletiva (BRASIL, 2020). Em Juiz de Fora, o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (Demlurb) realiza a coleta seletiva em cerca de 117 bairros e 29 condomínios, correspondendo a aproximadamente 60% dos bairros da cidade (G1, 2022). No entanto, mesmo nos bairros contemplados pela coleta seletiva, nem todos os moradores utilizam as datas agendadas para deixar seus resíduos disponíveis para os catadores. Além disso, 40% dos bairros ainda não são contemplados pelo serviço de coleta seletiva. Muitos moradores dessas áreas fazem a separação adequada de seus resíduos, porém esses materiais acabam

sendo coletados juntamente com o lixo comum. Isso causa frustração nesses moradores, uma vez que seu esforço em contribuir com o meio ambiente acaba sendo enfraquecido.

Considerando a ampla utilização de dispositivos móveis no país, com cerca de 234 milhões de *smartphones*, *notebooks* e *tablets*, ou seja, 1,6 dispositivos portáteis por habitante, é possível utilizar essa plataforma de comunicação em prol do meio ambiente (FGV, 2020; IBGE, 2022). Dessa forma, as cooperativas de catadores desempenham um papel fundamental nesse processo, servindo como intermediárias entre os catadores e os moradores das regiões contempladas e não contempladas com a coleta seletiva. Atualmente, a comunicação entre essas partes é realizada de forma não estruturada, por meio de aplicativos de mensagens. No entanto, a criação de um aplicativo exclusivo para essa finalidade pode potencializar a conectividade e facilitar o processo de coleta de resíduos recicláveis.

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é o desenvolvimento de um aplicativo móvel que conecte pessoas que possuem materiais recicláveis a cooperativas de catadores desses materiais, permitindo que cidadãos efetuem a coleta ou encaminhem os materiais para catadores próximos. O intuito é aumentar a conscientização ambiental da população, proporcionando a oportunidade de as pessoas exercerem seu direito de disponibilizar seus resíduos para reciclagem e contribuírem com o meio ambiente.

O aplicativo foi desenvolvido seguindo o processo de Design Centrado na Comunicação da Engenharia Semiótica (SOUZA, 2005b) utilizando a linguagem MoLIC (Modeling Language of Interaction as Conversation) (Da Silva, B.S., Barbosa, S.D.J., 2007). O método de Avaliação Heurística foi aplicado para avaliar aspectos de usabilidade e da experiência do usuário do projeto de interfaces do aplicativo de apoio à coleta de resíduos recicláveis proposto.

Esta monografia está organizada em cinco capítulos. No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica com os conceitos necessários para a compreensão das contribuições deste trabalho. No Capítulo 3 é descrito cada etapa do processo de desenvolvimento do protótipo do aplicativo móvel RECICLE. No Capítulo 4 são descritos a arquitetura, o modelo conceitual e o projeto de interfaces do aplicativo RECICLE. No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões e as propostas de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo, são apresentados os conceitos necessários para a compreensão das contribuições deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Na Seção 2.1 é apresentado o conceito de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Na Seção 2.2 são apresentados os conceitos básicos da Interação Humano-Computador (IHC). Na Seção 2.3, é descrito o conceito de qualidade de uso e os critérios de qualidade de uso: usabilidade, acessibilidade, experiência de usuário e comunicabilidade. Na Seção 2.5, é apresentada uma visão geral dos princípios de usabilidade na web e em dispositivos móveis. Na Seção 2.6 são descritos os princípios e diretrizes de design de interfaces. Na Seção 2.7, o processo de design da IHC, que envolve as fases de análise da situação atual, síntese da intervenção e avaliação da intervenção, é descrito. Na Seção 2.8, o processo de Design Centrado na Comunicação é descrito. Na Seção 2.9, são apresentadas as seguintes técnicas de modelagem de sistemas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho: modelagem entidade-relacionamento, Diagrama de Classes e Diagrama de Atividades da UML (*Unified Modeling Language*). Na Seção 2.10, é mostrado uma visão geral sobre bancos de dados NoSQL (*Not Only SQL*). Na Seção 2.11, é fornecida uma visão geral do padrão arquitetural Model-View-Controller utilizado no desenvolvimento de aplicações web e móveis. Por fim, na Seção 2.12, são apresentadas a ferramenta de prototipação Figma e as tecnologias React Native, NodeJS e Firebase utilizadas no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação

As Tecnologias de Informação e Comunicação oferecem maneiras eficientes de processamento e troca de informações com diversos propósitos: compras, serviços bancários, saúde, educação etc. As TICs possibilitam criar sistemas computacionais embutidos nos mais variados dispositivos eletrônicos que combinam poder computacional e meios de comunicação como telefonia móvel, rádio, TV e Internet (BARBOSA; SILVA, 2017).

Vários autores têm discutido a importância das Tecnologias de Informação e Co-

municação (TICs) na sociedade atual. De acordo com Lévy (2013), as TICs desempenham um papel central na transformação dos processos de comunicação, permitindo interações em tempo real e possibilitando a troca de informações em diferentes formatos, como texto, imagem e som. Nesse contexto, Castells (2010) destaca que as TICs têm um impacto significativo na vida cotidiana das pessoas, afetando desde a forma como elas se comunicam até a maneira como trabalham e se relacionam socialmente.

No campo educacional, Moran (2017) ressalta que as TICs têm um potencial transformador, proporcionando uma educação mais colaborativa e participativa. Com o uso das TICs, os estudantes podem acessar uma gama diversificada de recursos, ampliando seus horizontes de aprendizado. Além disso, Drotner (2015) destaca que as TICs também podem ser utilizadas como ferramentas de inclusão social, permitindo que grupos marginalizados tenham acesso a informações e oportunidades antes inacessíveis.

No entanto, é importante considerar os desafios e questões éticas que surgem com o uso das TICs. Turkle (2015) argumenta que o uso excessivo de dispositivos eletrônicos pode levar a uma desconexão emocional e dificuldades de comunicação face a face. Da mesma forma, Johnson e Verdicchio (2018) destaca a importância de garantir a privacidade e a segurança dos dados dos usuários em um mundo cada vez mais conectado.

Diante dessas perspectivas, é fundamental que o desenvolvimento das TICs seja orientado por princípios de usabilidade e design centrado no usuário. Norman (2013) enfatiza a importância de projetar sistemas que sejam intuitivos e fáceis de usar, considerando as habilidades e necessidades dos usuários. Além disso, Nielsen (1994b) destaca a importância da avaliação da usabilidade dos sistemas, buscando identificar e solucionar problemas que possam comprometer a experiência do usuário.

2.2 Interação Humano-Computador

A interação humano-computador (IHC) é uma área de conhecimento que abrange a análise, projeto, implementação e avaliação de sistemas computacionais interativos para uso humano. Hewett et al. (1992) destacam que a IHC estuda os fenômenos relacionados ao uso desses sistemas, como a natureza da interação entre pessoas e computadores, o contexto de uso, as características humanas, a arquitetura de sistemas, a interface com o

usuário e os processos de desenvolvimento com foco na qualidade de uso.

A disciplina de IHC envolve conhecimentos multidisciplinares. Além da computação, outras áreas como psicologia, sociologia, antropologia, design, ergonomia, linguística e semiótica contribuem para compreender os aspectos culturais, comportamentais e ergonômicos dos usuários (BARBOSA; SILVA, 2010). A compreensão dos fenômenos de interação entre seres humanos e sistemas computacionais interativos é fundamental para melhorar a concepção, o design e a introdução de tecnologias da informação e comunicação (TICs) no cotidiano das pessoas. Isso resulta em melhorias na experiência de uso e na satisfação dos usuários (BARBOSA; SILVA, 2010).

Diversos autores contribuíram para a definição do conceito de interação. Card, Moran e Newell (1983) enfatizam que a interação é a comunicação entre seres humanos e máquinas. Norman (1986) destaca que a interação envolve a formulação de intenções, o planejamento de ações, a interação com a interface, a interpretação das respostas do sistema e a avaliação dos resultados alcançados. Souza (2005a) destaca a interação como um processo de comunicação mediado pelo sistema computacional, envolvendo usuários e designers.

A interface desempenha um papel central na interação. Moran (1981) define a interface como a parte do sistema com a qual o usuário mantém contato físico ou conceitual durante a interação. Ela abrange dispositivos de entrada e saída, como teclados, mouses, telas, impressoras, entre outros. As affordances, conceito proposto por Gibson (2014), referem-se às características físicas da interface que sugerem ao usuário as possíveis ações e manipulações que podem ser realizadas.

2.3 Qualidade de Uso

A qualidade de um sistema interativo está relacionada ao quão adequado é o design da interação e o projeto de interface, que permitam aos usuários aproveitarem o máximo de apoio computacional fornecido pelo sistema. O uso é definido como a interação com a interface de um sistema computacional, com a finalidade de alcançar um objetivo em um determinado contexto. Os critérios de qualidade de uso enfatizam determinadas características do design da interação e do projeto de interfaces adequados aos efeitos esperados

do uso do sistema. Os critérios de qualidade de uso compreendem Usabilidade, Acessibilidade, Experiência de Usuário e Comunicabilidade (BARBOSA; SILVA, 2017).

Nielsen (1994), enfatiza que a qualidade de uso está diretamente relacionada à usabilidade de um sistema. Ele define usabilidade como a medida em que um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir metas específicas com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso. Nielsen destaca que sistemas com alta usabilidade proporcionam aos usuários a capacidade de alcançar seus objetivos de forma rápida, eficiente e com poucos erros.

Para Nielsen (1994b), a usabilidade está relacionada à facilidade de aprendizado e uso da interface e a satisfação do usuário em decorrência desse uso. A usabilidade de sistema computacional interativo engloba os seguintes fatores: facilidade de aprendizado e memorização, eficiência e segurança no uso e experiência de usuário. A facilidade de aprendizado refere-se ao tempo e ao esforço necessários para que o usuário aprenda a utilizar o sistema com eficiência. Para atingir a facilidade de aprendizado é necessário estabelecer um equilíbrio entre a complexidade da atividade que está sendo apoiada, o conjunto de funcionalidades oferecidas, o tempo e o esforço necessário para aprender a utilizar o sistema em cada nível de competência estabelecido. A facilidade de memorização está relacionada ao esforço cognitivo necessário para o usuário lembrar como interagir com a interface do sistema. A eficiência no uso refere-se ao tempo necessário para o usuário concluir uma atividade/tarefa com o apoio do sistema. A eficiência é determinada pela forma como o usuário interage com a interface para realizar uma tarefa. A segurança está relacionada ao nível de confiança do usuário no sistema durante o uso. Para alcançar a segurança no uso, o design de um sistema computacional interativo deve ser concebido para prever as ações dos usuários, prevenir que os mesmos cometam erros e possibilitar que ações não desejadas sejam desfeitas. A Experiência de Usuário está relacionada a aspectos emocionais decorrentes do uso do sistema. Consiste em uma avaliação subjetiva que expressa o efeito do uso do sistema sob as emoções e sentimentos (satisfação, prazer, criatividade, surpresa, cansaço, frustração, ofensa) do usuário.

A ISO 9241-11 (1998) define usabilidade como a medida em que um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir metas específicas com eficácia, eficiência e

satisfação em um contexto específico de uso. A acessibilidade consiste em fornecer meios para usuários interagirem com o sistema sem que a interface imponha obstáculos à pessoas com limitações motoras, perceptivas ou cognitiva (de aprendizado).

O conceito de comunicabilidade foi proposto pela teoria da Engenharia Semiótica (SOUZA, 2005a) no qual caracteriza a interação humano-computador como comunicação entre pessoas mediada por sistemas computacionais. A comunicabilidade refere-se à capacidade do projeto de interface comunicar ao usuário a lógica do design, ou seja, as intenções do designer aos princípios gerais de interação com a interface.

Rocha e Baranauskas (2003) destacam a importância da qualidade de uso ao afirmar que a qualidade de uso está relacionada à satisfação do usuário e à eficácia do sistema em permitir que os usuários alcancem seus objetivos. Os autores ressaltam que a qualidade de uso deve ser avaliada considerando fatores como a facilidade de aprendizado, a eficiência de uso, a facilidade de memorização, a taxa de erros e a satisfação do usuário.

Barbosa e Silva (2017) mencionam que a qualidade de uso é uma propriedade crucial dos sistemas interativos que influencia diretamente a satisfação do usuário e o sucesso de um produto ou serviço. Os autores abordam aspectos como a facilidade de aprendizado, a eficiência de uso, a flexibilidade, a robustez e a estética visual como elementos fundamentais para a qualidade de uso.

2.4 Engenharia Semiótica

A interação entre indivíduos é frequentemente mediada por processos de comunicação. A Engenharia Semiótica, uma teoria da Interação Humano-Computador (IHC), concebe a interação humano-computador como um processo comunicativo entre pessoas, mediado por sistemas computacionais. Durante essa interação, o designer é responsável por projetar na interface gráfica as mensagens ou ações necessárias para comunicar a lógica do design, ou seja, os princípios gerais de interação com o sistema, ao usuário.

Essas mensagens representam a interpretação do designer sobre as necessidades, objetivos, valores e preferências dos usuários, delineando como o sistema projetado pode apoiar os usuários na consecução dos objetivos alinhados a essa visão. Assim, a comunicação entre designer e usuário se desenrola durante a interação do usuário com o sistema

por meio de sua interface, conforme ilustrado na Figura 2.1.

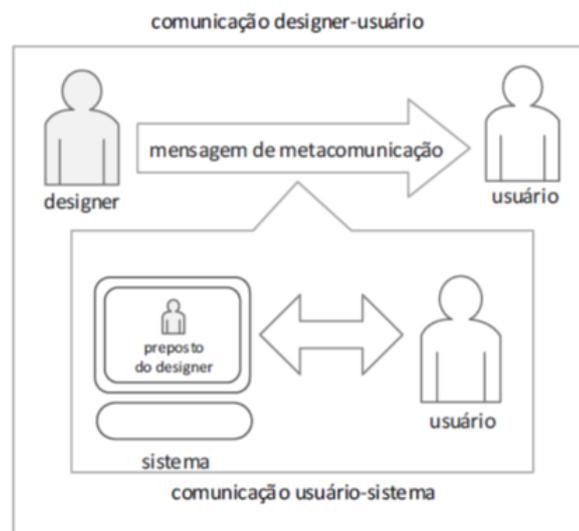


Figura 2.1: Processo de comunicação da engenharia semiótica. Fonte: Barbosa e Silva (2010)

2.4.1 Semiótica: Signo, Significação, Comunicação e Semiose

A Semiótica é uma disciplina que se dedica ao estudo de signos, processos de significação e comunicação. Peirce (1991) define um signo como algo que tem a função de conectar o conhecimento de uma outra coisa, chamada de objeto do signo, que ele representa. A ideia gerada na mente, motivada pelo signo e que representa mentalmente o mesmo objeto, é denominada de interpretante do signo. Em termos simples, um signo é aquilo que representa algo para alguém.

Para eficácia e eficiência na transmissão da meta-mensagem, o designer deve selecionar cuidadosamente os signos representados na interface. Signos, que podem ser palavras, imagens, símbolos, gestos ou outros recursos de comunicação, desempenham um papel crucial nesse processo. A semiose, a cadeia de interpretações de um signo, é um processo no qual alguém percebe sua representação e gera uma ideia ou pensamento. Esse processo é influenciado pela experiência e conhecimento prévio das pessoas, bem como pelo contexto e cultura em que estão inseridas no momento.

Os signos escolhidos pelo designer devem inspirar interpretações dos usuários que estejam alinhadas com as suas próprias, permitindo que compreendam a meta-mensagem e possam fazer um uso efetivo e criativo do sistema. Portanto, a escolha cuidadosa dos

signos na interface é crucial para garantir uma comunicação clara, compreensível e eficaz entre o designer e o usuário.

A semiose envolve três elementos principais: o Signo, que é qualquer coisa que representa algo para alguém em algum contexto. Pode ser uma palavra, uma imagem, um gesto, ou qualquer outro símbolo que possua significado, um Objeto, que Refere-se à entidade ou conceito que o signo representa. O objeto é a realidade para a qual o signo aponta e Interpretante que é a interpretação ou a ideia que é gerada na mente do intérprete em resposta ao signo. O interpretante é, por sua vez, potencialmente interpretado por outros signos, desencadeando um processo contínuo de criação de significado. Este processo é ilustrado na Figura 2.2

O processo de semiose é dinâmico e contínuo. Um signo não é estático, mas está envolvido em um ciclo constante de interpretação e produção de significado. A semiose destaca a natureza ativa e relacional dos signos, mostrando como eles funcionam para criar e transmitir significados em diferentes contextos e para diferentes públicos.

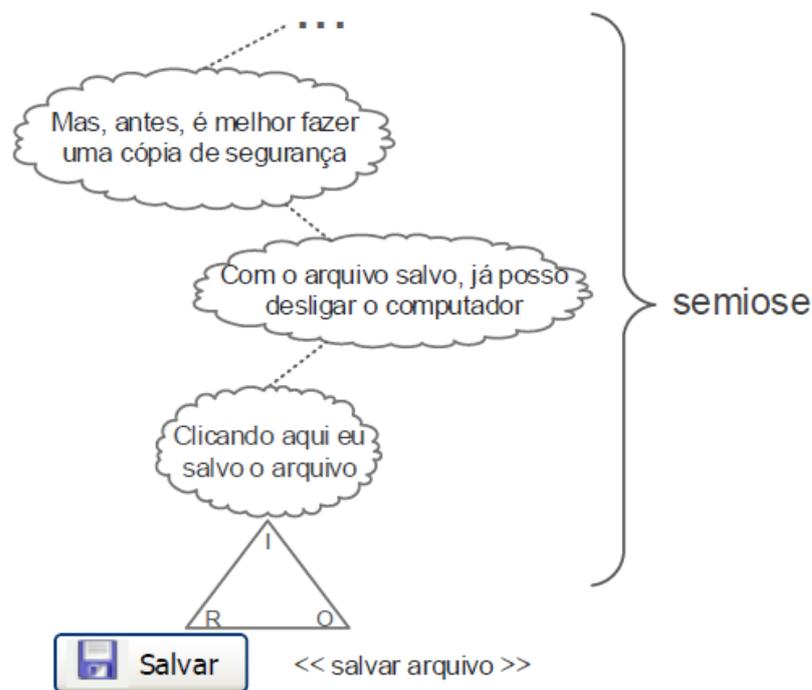


Figura 2.2: Processo de semiose associado a um signo de interface. Fonte: Barbosa e Silva (2017)

2.5 Usabilidade WEB e Móvel

A usabilidade web e móvel são áreas da IHC que se dedicam ao estudo e à melhoria da experiência de uso de sistemas interativos em ambientes web e dispositivos móveis. Ambas abordam aspectos específicos relacionados à interação e à qualidade de uso nesses contextos.

A usabilidade é um componente chave para o sucesso de um site. É importante projetar interfaces intuitivas, fornecer *feedback* adequado aos usuários e garantir uma navegação fácil e eficiente (NIELSEN; BUDIUI, 2013).

No contexto da usabilidade móvel, Löwgren e Stolterman (2004) discutem a importância de considerar as características dos dispositivos móveis, como tamanho reduzido de tela, restrições de recursos e contextos de uso variados. Eles ressaltam que a usabilidade móvel deve levar em conta a mobilidade do usuário e proporcionar interações rápidas e eficientes. É de suma importância projetar interfaces adaptáveis, que se ajustem às restrições do dispositivo e às preferências do usuário (ROTO, 2006).

Sutcliffe (2011) destaca a importância de considerar a usabilidade web e móvel em termos de acessibilidade, ou seja, garantir que os sistemas sejam utilizáveis por pessoas com diferentes habilidades e necessidades.

2.6 Princípios e Diretrizes de Design

Vários pesquisadores e profissionais de IHC ressaltam que a adoção de princípios e diretrizes de design jamais substitui as demais atividades de análise, *design* e avaliação (BARBOSA; SILVA, 2017). Nesta seção serão apresentadas algumas práticas utilizadas, que ajudam na experiência e satisfação do usuário, e eficiência das funcionalidades de um programa. Essas práticas são citadas a seguir e são elas: princípios da gestalt; regras de ouro de Schneiderman e as heurísticas de Design de Nielsen.

2.6.1 Princípios da Gestalt

A nossa inteligência pode ser caracterizada pela nossa capacidade de identificar padrões, e nosso mecanismo de reconhecimento mais sofisticado é a visão (WARE, 2003). Um dos ob-

jetivos do design de representações visuais é realizar o mapeamento dos dados de maneira que estes sejam compatíveis com as nossas capacidade de percepção (BARBOSA; SILVA, 2017). No início do século XX, alguns psicólogos, formavam um grupo de *gestaltianos*, que identificou uma série de leis de percepção que são inatas, ou seja, nascemos com elas. Essas leis mapeiam extraordinariamente bem uma série de características do moderno design de *interface* (BENYON, 2011). Na psicologia Cognitiva Aplicada de *Gestalt* são listadas os princípios:

Proximidade: refere-se à observação de que objetos que parecem próximos no espaço ou no tempo tendem a ser percebidos juntos (BENYON, 2011).

Continuidade: traços contínuos são percebidos mais prontamente do que contornos que mudem de direção rapidamente (BARBOSA; SILVA, 2010).

Similaridade: figuras similares tendem a ser agrupadas juntas (BENYON, 2011).

Simetria: objetos simétricos são mais prontamente percebidos do que objetos assimétricos (BARBOSA; SILVA, 2010).

Destino comum: objetos com a mesma direção de movimento são percebidos como um grupo (BARBOSA; SILVA, 2010).

Fecho: a mente tende a fechar contornos para completar figuras regulares, “completando as falhas” e aumentando a regularidade (BARBOSA; SILVA, 2010).

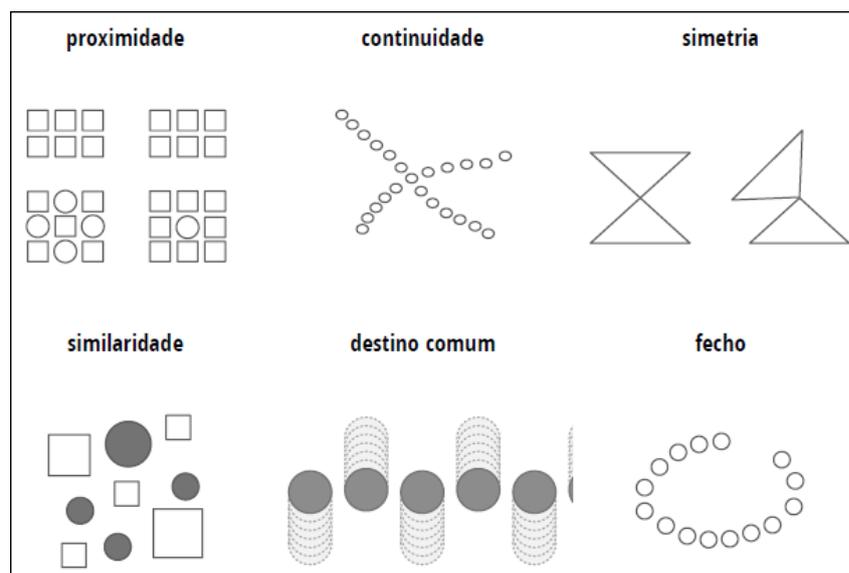


Figura 2.3: Princípios de gestálticos considerados comuns. Fonte: Barbosa e Silva (2010)

Região comum: objetos dentro de uma região espacial confinada são percebidos como um grupo (PALMER, 1992).

Conectividade: objetos conectados por traços contínuos são percebidos como relacionados Palmer e Rock (1994).

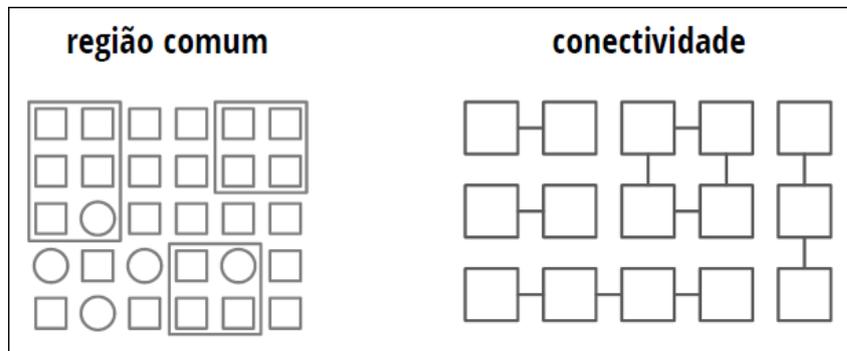


Figura 2.4: Princípios de gestálticos de região comum e conectividade. Fonte: Barbosa e Silva (2010)

2.6.2 Regras de Ouro de Schneiderman

As regras de ouro de Shneiderman são um conjunto de diretrizes propostas por Ben Shneiderman, são consideradas princípios fundamentais para o design de sistemas interativos. Ao seguir essas diretrizes, os *designers* podem criar interfaces mais intuitivas, fáceis de usar e que proporcionam uma experiência satisfatória para os usuários (SHNEIDERMAN, 1998). A heurística de Schneiderman foram divididas em oito princípios, são elas:

1. **Mantenha a consistência:** Elementos de design, terminologia e interações devem ser consistentes em todo o sistema. Isso ajuda os usuários a criar um modelo mental do sistema e a transferir seu conhecimento de uma parte para outra.
2. **Busque usabilidade universal:** Permita que os usuários realizem ações comuns de forma rápida e eficiente, fornecendo atalhos ou maneiras de automatizar tarefas frequentes. Isso ajuda a agilizar o uso do sistema.
3. **Ofereça *feedback* informativo:** O sistema deve fornecer *feedback* claro e imediato sobre as ações dos usuários, de forma que eles possam entender o que está acontecendo. Isso permite que os usuários tenham uma visão clara das consequências de suas ações.

4. **Forneça um bom mapeamento entre ações e resultados:** A relação entre as ações dos usuários e os resultados obtidos deve ser intuitiva e previsível. Os usuários devem ser capazes de entender facilmente como suas ações afetam o sistema.
5. **Prevenção de erros:** Projete o sistema de forma a prevenir erros sempre que possível. Isso pode ser feito por meio de restrições de entrada, confirmações de ações críticas e fornecimento de mecanismos de desfazer.
6. **Permita a fácil reversão de ações:** Os usuários devem ter a capacidade de desfazer ações indesejadas e refazer ações desfeitas acidentalmente. Isso proporciona uma sensação de segurança e controle durante a interação.
7. **Mantenha o usuário no controle:** Os usuários devem ter controle sobre o sistema e suas ações. Eles devem poder iniciar, interromper e reverter ações de forma fácil e sem complicações.
8. **Reduza a carga de trabalho da memória de curto prazo:** Minimize a quantidade de informações que os usuários precisam lembrar ou manter em mente durante a interação. Isso pode ser alcançado através de uma boa organização, *feedback* visual e fornecendo lembretes e *prompts* quando necessário.

2.6.3 Heurísticas de Usabilidade de Nielsen

As heurísticas de usabilidade de Nielsen são um conjunto de princípios gerais que podem ser aplicados no design de interfaces de usuário com o objetivo de melhorar a usabilidade (NIELSEN; MOLICH, 1990). Essas heurísticas são diretrizes que auxiliam os designers na identificação de problemas de usabilidade e na criação de interfaces mais eficazes e satisfatórias para os usuários, tem objetivo também, de fornecer um conjunto de diretrizes que podem ser aplicadas para identificar problemas de usabilidade e melhorar a experiência do usuário (NIELSEN, 1994b). As heurísticas de usabilidade de Nielsen consistem em um conjunto de 10 princípios, que são os seguintes:

1. **Visibilidade do estado do sistema:** O sistema deve sempre informar os usuários sobre o que está acontecendo, fornecendo feedback adequado e visível sobre o estado

das operações.

2. **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** A linguagem, os conceitos e as convenções utilizadas na interface devem ser familiares aos usuários e refletir o mundo real.
3. **Controle do usuário e liberdade:** Os usuários devem ter controle sobre as ações realizadas no sistema e a possibilidade de desfazer operações indesejadas ou errôneas.
4. **Consistência e padrões:** A interface deve seguir padrões e ser consistente em termos de design, terminologia e comportamento, tanto dentro do sistema quanto em relação a outros sistemas similares.
5. **Reconhecimento em vez de memorização:** A interface deve ser projetada de forma que os usuários possam reconhecer as opções e ações disponíveis, em vez de dependerem da lembrança de informações.
6. **Prevenção de erros:** O design da interface deve ser pensado para minimizar a ocorrência de erros e fornecer mecanismos de recuperação caso eles ocorram.
7. **Flexibilidade e eficiência de uso:** A interface deve ser flexível, permitindo que os usuários realizem tarefas de maneira eficiente, seja por meio de atalhos, personalização ou outras formas de agilizar a interação.
8. **Design estético e minimalista:** A interface deve ser esteticamente agradável e ter um design minimalista, evitando informações desnecessárias e mantendo o foco nas tarefas principais.
9. **Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros:** Caso ocorram erros, o sistema deve oferecer mensagens claras, que permitam aos usuários entender o problema e recuperar-se dele.
10. **Ajuda e documentação:** Quando necessário, a interface deve fornecer ajuda e documentação que sejam facilmente acessíveis e compreensíveis pelos usuários.

2.7 Processo de Design da IHC

O processo de design da IHC é um conjunto de etapas e atividades que envolvem a concepção e o desenvolvimento de sistemas interativos com foco na usabilidade e na experiência do usuário. Envolve a compreensão do contexto e dos usuários, a definição de requisitos e objetivos, a geração de ideias e conceitos, o design e a prototipação, a avaliação e os testes, a implementação e o desenvolvimento, e a avaliação contínua. Essas etapas, conforme Nielsen (1994b) e Nielsen e Molich (1990), proporcionam uma abordagem estruturada para criar interfaces interativas que atendam às necessidades dos usuários e ofereçam uma experiência satisfatória.

A primeira etapa do processo é a compreensão do contexto e dos usuários. Nielsen (1993) ressalta a importância de conduzir pesquisas e análises para compreender o ambiente de uso do sistema, as necessidades e características dos usuários e os objetivos do projeto. Essa compreensão é fundamental para orientar todo o processo de design.

A definição de requisitos e objetivos é uma etapa crucial, conforme Nielsen (1993) destaca. É necessário estabelecer claramente o que o sistema deve realizar e quais são as expectativas em relação à sua usabilidade. Essa definição orienta as decisões de design e as metas a serem alcançadas.

A geração de ideias e conceitos é uma etapa criativa em que várias propostas de design são exploradas. Nielsen e Molich (1990) enfatizam a importância de considerar diferentes abordagens e soluções possíveis para a interface do sistema.

O design e a prototipação são etapas essenciais no processo de design da IHC. Nielsen (1994b) ressalta a importância de criar designs iterativos e protótipos para testar e iterar sobre o design da interface. Esses protótipos podem ser de baixa ou alta fidelidade, dependendo das necessidades do projeto.

A avaliação e os testes com usuários reais são fundamentais para identificar problemas de usabilidade e coletar *feedback* para aprimorar o design. Nielsen (1993) destaca a importância de observar como os usuários interagem com o sistema, identificar dificuldades e realizar ajustes com base nas observações e *feedback* coletados.

A implementação e o desenvolvimento são etapas em que o design finalizado é transformado em um sistema interativo funcional. Nielsen (1993) ressalta a importância

de garantir a consistência do design durante essa etapa e realizar testes de usabilidade para verificar se o sistema atende aos requisitos definidos.

Nielsen (1994b) destaca a importância da avaliação contínua da interface, mesmo após a implementação, a fim de identificar problemas e oportunidades de melhoria. O *feedback* dos usuários e as métricas de desempenho são considerados nesse processo contínuo de refinamento.

2.7.1 Análise da Situação Atual

A análise da situação atual é uma etapa fundamental no processo de design da IHC que visa compreender o contexto e os problemas existentes antes de iniciar qualquer intervenção no sistema. Essa etapa envolve a coleta de informações sobre o ambiente de uso, as necessidades e características dos usuários e as limitações do sistema atual. Diversos autores destacam a importância dessa análise para embasar as decisões de design.

Nielsen (1993) ressalta que a análise da situação atual ajuda a identificar as deficiências do sistema existente, as oportunidades de melhoria e os requisitos para o novo sistema. É importante realizar pesquisas, entrevistas e observações para coletar dados relevantes sobre o contexto de uso e as necessidades dos usuários.

No mesmo sentido, Preece, Rogers e Sharp (2015) enfatizam que a análise da situação atual permite compreender como o sistema é utilizado na prática, identificar os problemas enfrentados pelos usuários e avaliar a adequação das funcionalidades e da interface existente.

A análise da situação atual também pode envolver a análise de tarefas, na qual se busca compreender as atividades que os usuários realizam e as interações com o sistema. Essa análise permite identificar fluxos de trabalho, gargalos e possíveis melhorias nas tarefas executadas.

Segundo Barbosa e Silva (2017), a análise da situação atual é uma etapa de investigação e diagnóstico que fornece subsídios para a definição dos requisitos e objetivos do novo sistema. É nessa etapa que são identificadas as necessidades dos usuários, as limitações do sistema atual e os problemas a serem solucionados. Conforme mostrado na Figura 2.5.

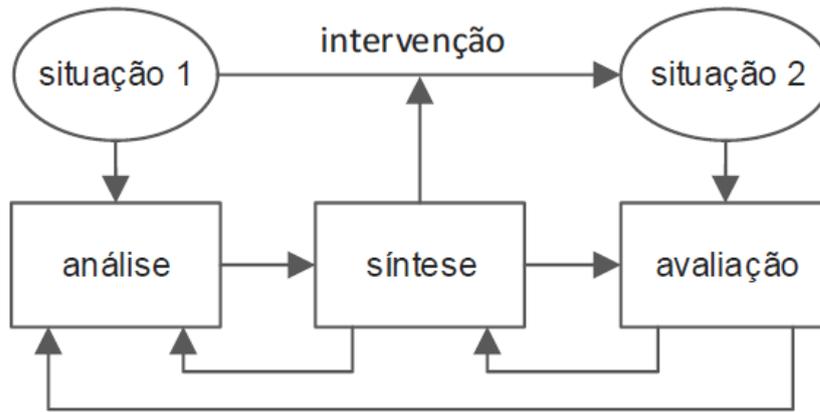


Figura 2.5: Atividades de design envolvidas na intervenção para transformar situação atual em situação desejada. Fonte: Barbosa e Silva (2017)

2.8 Síntese e Avaliação da Intervenção

Nessa fase, os designers consolidam as informações coletadas durante a análise da situação atual e utilizam essas as percepções coletadas para criar soluções de *design* que atendam às necessidades e objetivos dos usuários.

A síntese envolve a geração de ideias e a elaboração de propostas de design com base nas informações obtidas durante a análise. Os designers podem utilizar diferentes técnicas, como *brainstorming*, prototipagem e *storyboarding*, para explorar e visualizar as possíveis soluções. Após a síntese, é importante avaliar as propostas de design para garantir sua eficácia e adequação aos usuários e ao contexto de uso.

A avaliação pode ser realizada por meio de técnicas como testes de usabilidade, inspeção heurística e avaliação com usuários. O objetivo é identificar problemas e oportunidades de melhoria, de forma a refinar e aperfeiçoar as soluções propostas. Bødker, Grønbæk e Vestergaard (2004) enfatizam a necessidade de iterar entre a síntese e a avaliação, permitindo que as soluções sejam refinadas com base nos *feedbacks* e nas descobertas durante a avaliação.

Já Barbosa e Silva (2017) ressaltam que a síntese e a avaliação são etapas complementares, em que as soluções de design são iterativamente desenvolvidas e testadas para garantir sua eficácia e adequação aos usuários e ao contexto de uso.

2.8.1 Design Centrado na Comunicação

O Design Centrado na Comunicação é uma abordagem que coloca a comunicação como um elemento central no processo de design de interação. Essa perspectiva reconhece a importância da comunicação efetiva entre os usuários e os sistemas interativos, buscando criar interfaces que facilitem a compreensão, a expressão e a colaboração.

Nessa abordagem, o design é orientado para promover a comunicação clara e eficaz entre os usuários e os sistemas, considerando aspectos como a linguagem utilizada, a organização da informação, a estrutura de diálogo e as formas de interação. O objetivo é garantir que a comunicação ocorra de maneira fluente e sem ambiguidades, facilitando a compreensão mútua e a realização de tarefas.

Um dos principais fundamentos do Design Centrado na Comunicação é o uso de metáforas, que permitem aos usuários relacionar a interface com conceitos e objetos familiares, facilitando a compreensão e a utilização do sistema. Essas metáforas podem ser visuais, como ícones que representam ações ou objetos do mundo real, ou conceituais, como o uso de pastas para organizar documentos digitais.

Barbosa e Silva (2017) destacam a importância da Avaliação heurística Comunicação na criação de sistemas interativos efetivos e utilizáveis, ressaltando a necessidade de considerar a comunicação como um aspecto central no design de interfaces.

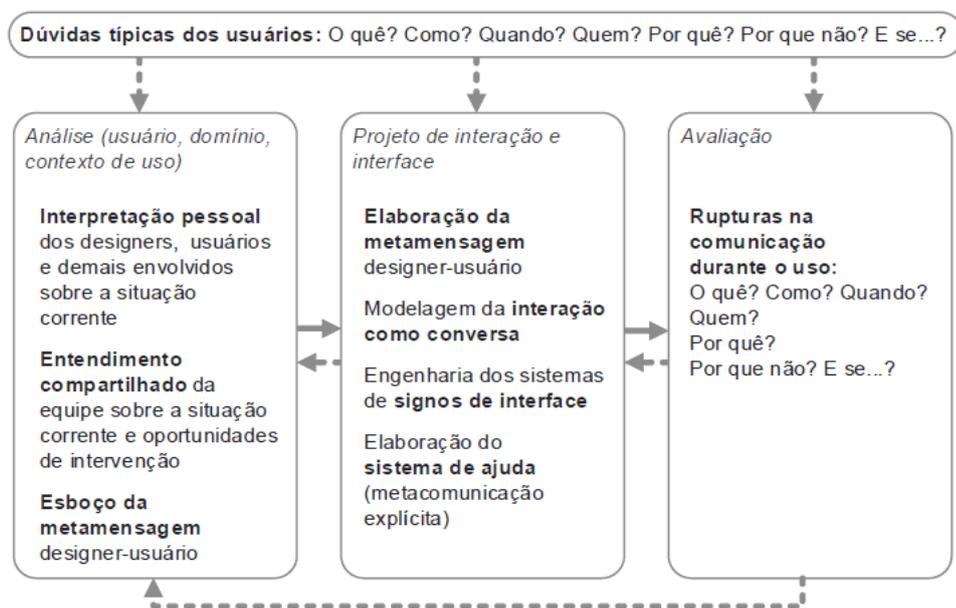


Figura 2.6: Design Centrado na Comunicação. Fonte: Barbosa e Silva (2010)

Löwgren e Stolterman (2004) também discutem o Design Centrado na Comunicação, enfatizando a importância de projetar sistemas que sejam compreensíveis, expressivos e envolventes para os usuários.

Diaper e Stanton (2004) destacam a importância de compreender as necessidades comunicativas dos usuários e projetar interfaces que promovam uma comunicação clara e eficiente. É de suma importância da comunicação como um processo colaborativo entre designers, usuários e demais *stakeholders*. É necessário considerar as características linguísticas, sociais e culturais dos usuários para projetar sistemas que sejam adequados aos seus contextos de uso (CARROLL, 2000). Deve ser enfatizada a importância de projetar sistemas que suportem a comunicação efetiva, considerando aspectos como a linguagem, os signos e os meios de interação (ROGERS; SHARP; PREECE, 2011).

2.8.2 Análise de Conversação

A análise de conversação é uma abordagem metodológica utilizada na IHC para investigar a comunicação entre usuários e sistemas computacionais. Essa abordagem permite examinar de forma detalhada as interações verbais entre os participantes, identificando padrões, estruturas e elementos que influenciam a comunicação durante a interação.

Segundo Heath e Luff (1992), a análise de conversação na IHC busca compreender as práticas comunicativas entre os usuários e os sistemas, analisando os turnos de fala, pausas, entonações e outros recursos linguísticos e paralinguísticos presentes na interação. Essa análise detalhada pode revelar problemas de comunicação, lacunas na compreensão e dificuldades enfrentadas pelos usuários durante a interação com os sistemas.

Através da análise de conversação, é possível identificar falhas na comunicação, ambiguidades, falta de clareza nas instruções e outras questões que afetam a usabilidade e a efetividade dos sistemas computacionais (NIELSEN, 1994b). Essas informações são essenciais para o processo de design e avaliação de interfaces, permitindo a criação de sistemas mais intuitivos, eficientes e adaptados às necessidades dos usuários.

Além disso, essa análise pode revelar aspectos socioculturais presentes na interação, como normas de comportamento, papéis sociais e formas de interação estabelecidas entre os usuários e os sistemas (HUTCHBY, 2008). Essa compreensão mais ampla

do contexto social da interação contribui para o design de interfaces mais adequadas às características dos usuários e às práticas comunicativas estabelecidas em determinados contextos.

2.8.3 Modelagem de Interação como Conversa

A modelagem de interação como conversa busca compreender e projetar sistemas interativos baseados em princípios e estruturas de conversação. Essa abordagem reconhece a natureza social da interação e a trata como um processo de comunicação entre usuários e sistemas.

De acordo com Bannon (1991), a modelagem de interação como conversa envolve a aplicação de conceitos e técnicas da teoria da conversação para descrever e analisar a interação em sistemas computacionais. Essa abordagem se baseia na premissa de que a interação entre humanos e sistemas deve seguir princípios semelhantes aos da comunicação humana, incluindo a troca de turnos, a negociação de significados e a colaboração na realização de tarefas. Essa abordagem reconhece a interação como um processo social e discursivo, no qual os usuários e os sistemas trocam informações e colaboram para alcançar seus objetivos (BARBOSA; SILVA, 2017).

Este tipo de modelagem, tem sido amplamente aplicada no design de sistemas interativos, especialmente em interfaces de *chatbot* e assistentes virtuais. Esses sistemas são projetados para simular a interação conversacional e proporcionar uma experiência mais natural e intuitiva aos usuários. Segundo Gartner, König e Irlbeck (2019), a modelagem de interação como conversa permite criar sistemas que são capazes de interpretar e responder às intenções dos usuários, fornecendo respostas contextuais e personalizadas.

Segundo Barbosa e Silva (2017), essa abordagem influencia tanto a análise quanto o design de sistemas interativos. Na análise de conversação, são utilizadas técnicas e metodologias para identificar padrões de interação, compreender a estrutura dos diálogos e identificar problemas de usabilidade e comunicação. Já no design de interfaces, a modelagem de interação como conversa promove a criação de sistemas que são mais adequados às necessidades e expectativas dos usuários, considerando aspectos culturais, contextuais e de interação social

Segundo Oviatt (1999), a modelagem de interação como conversa é essencial para o *design* e desenvolvimento de sistemas multimodais eficazes. Estes sistemas combinam diferentes modalidades de interação, como voz, gestos e toque. Essas interfaces buscam reproduzir a complexidade da comunicação humana, permitindo uma interação mais rica e natural.

2.9 Técnicas de Modelagem de Sistemas

A modelagem de sistemas visa representar e descrever os sistemas interativos de forma estruturada e compreensível. Essas técnicas de modelagem são utilizadas para capturar os aspectos funcionais, estruturais e comportamentais dos sistemas, permitindo uma melhor compreensão de seu funcionamento e interação com os usuários.

Dentre as diversas técnicas de modelagem de sistemas utilizadas na IHC, destacam-se algumas abordagens utilizadas, tais como a modelagem de tarefas, a modelagem de interfaces e a modelagem de processos.

- **Modelagem de tarefas:** busca identificar as metas dos usuários, as sequências de ações necessárias para atingir essas metas e os possíveis obstáculos ou dificuldades encontrados durante o processo (PREECE; ROGERS; SHARP, 2015).
- **Modelagem de interfaces:** é responsável por representar visualmente as interfaces dos sistemas, incluindo a disposição dos elementos na tela, a organização dos menus e as interações possíveis com o usuário. Nessa abordagem, busca-se criar representações gráficas que facilitem a compreensão e utilização do sistema pelos usuários (Preece et al., 2015).
- **Modelagem de processos:** é utilizada para representar as sequências de interações entre usuários e sistemas, capturando as diferentes etapas e ações envolvidas durante a interação. Essa técnica permite identificar possíveis problemas de fluxo, gargalos ou inconsistências no processo de interação (Barbosa e Silva, 2017).

2.9.1 Modelagem Entidade-Relacionamento (MER)

A Modelagem Entidade-Relacionamento (MER) é uma técnica utilizada na modelagem de dados, que faz parte da modelagem de sistemas de informação. A técnica ER é usada para representar e descrever as entidades (objetos do mundo real) e seus relacionamentos em um sistema. Ela é frequentemente empregada na fase de projeto de banco de dados, ajudando a identificar as entidades, atributos e as relações entre elas. A modelagem ER utiliza diagramas ER para visualizar essas informações de forma clara e compreensível.



Figura 2.7: Exemplo Modelagem Entidade-Relacionamento

2.10 Banco de dados NoSQL (*Not Only SQL*)

O banco de dados NoSQL é um sistema de armazenamento de dados que oferece uma abordagem alternativa ao modelo relacional. Esses bancos de dados são projetados para atender a requisitos específicos de escalabilidade, flexibilidade de esquema e desempenho em ambientes nos quais os modelos de dados tradicionais podem ser inadequados (NAYAK; PORIYA; POOJARY, 2013).

São esquema-livres, permitindo a adaptação dinâmica da estrutura dos dados. Este tipo de estrutura proporciona flexibilidade adicional em relação ao esquema de dados, permitindo acomodar mudanças nos requisitos sem a necessidade de um esquema rígido. São projetados para escalabilidade horizontal, facilitando a distribuição de dados em vários servidores, isso é particularmente benéfico para sistemas que exigem manipulação eficiente de grandes volumes de dados distribuídos. Muitos bancos de dados NoSQL são otimizados para operações de leitura e escrita rápidas, em comparação com bancos de dados relacionais, alguns bancos de dados NoSQL podem oferecer um desempenho superior em operações de leitura e escrita (AZEVEDO, 2020).

Para Candel, Ruiz e García-Molina (2022), o banco de dados NoSQL suportam uma variedade de modelos de dados, como documentos, pares chave-valor, grafos e famílias

de colunas. Alguns adotam modelos de consistência eventual, priorizando a disponibilidade e particionamento em detrimento da consistência imediata. São frequentemente escolhidos para cenários nos quais a estrutura dos dados é dinâmica, a escalabilidade é essencial e a consistência imediata pode ser negociada. A Figura 2.8 ilustra os tipos de bancos de dados NoSQL mais utilizados.

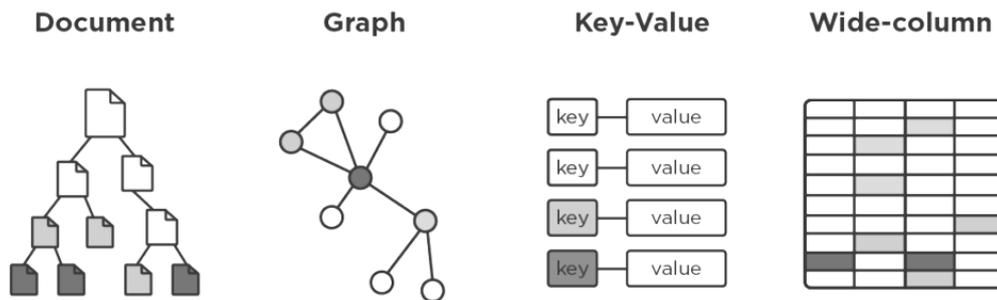


Figura 2.8: Tipos de banco de dados NoSQL.

2.11 Arquitetura de Aplicações Web e Móveis

A arquitetura de aplicações web e móveis desempenha um papel fundamental na criação de sistemas interativos eficientes e escaláveis. Essas arquiteturas oferecem estruturas para organizar componentes, definir a comunicação entre diferentes partes do sistema e garantir uma experiência de usuário consistente. Várias abordagens arquiteturais têm sido desenvolvidas para atender às necessidades específicas de aplicações web e móveis, levando em consideração fatores como desempenho, segurança, escalabilidade e usabilidade.

O padrão arquitetural Modelo-Visão-Controlador (MVC) é uma abordagem amplamente utilizada no desenvolvimento de aplicações interativas, incluindo aplicações web e móveis. O MVC foi introduzido como uma maneira de separar as preocupações relacionadas à lógica de negócios, à apresentação e ao controle das interações em um sistema, promovendo uma maior modularidade e facilitando a manutenção.

Nessa arquitetura, o sistema é dividido em três componentes principais:

Model (modelo): representa os dados e a lógica de negócios da aplicação. Ele lida com o armazenamento, a recuperação e a manipulação dos dados, garantindo a integridade e a consistência das informações. O modelo não possui conhecimento sobre a interface do

usuário ou como os dados são apresentados (GAMMA et al., 1995).

View (visão): é responsável por apresentar os dados ao usuário de maneira compreensível e visualmente agradável. Ela reflete o estado atual do modelo e é responsável por exibir informações de forma formatada. A visão não contém lógica de negócios; seu foco está na representação visual dos dados (FOWLER, 2002).

Controller (controlador): atua como intermediário entre o modelo e a visão. Ele recebe as interações do usuário e decide como essas interações devem ser tratadas pelo modelo e pela visão. O controlador contém a lógica que coordena as ações do usuário e as operações do modelo, garantindo a sincronização adequada entre ambos (REENSKAUG, 1979).

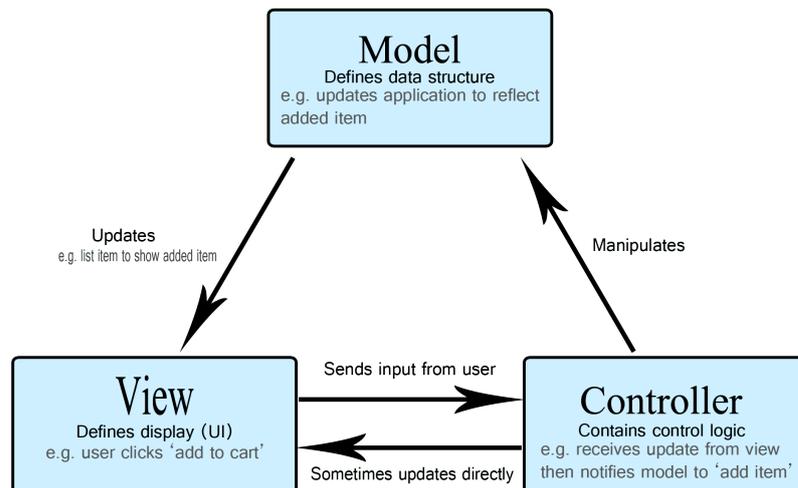


Figura 2.9: Model-View-Controller. Fonte: MDN (2023)

O MVC proporciona vários benefícios, incluindo a reutilização de código, a separação clara de responsabilidades e a facilitação da manutenção e evolução do sistema. Ele permite que desenvolvedores trabalhem em paralelo em diferentes partes da aplicação, desde que respeitem as interfaces definidas pelo padrão (BUSCHMANN et al., 1996).

2.12 Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento Web e Móvel

Algumas tecnologias foram aplicadas na implementação do aplicativo RECICLE e serão descritas a seguir.

2.12.1 Figma

É uma ferramenta de design e prototipagem colaborativa baseada em nuvem. Ele permite que equipes de design trabalhem em conjunto em projetos, compartilhem ideias e criem interfaces de usuário de forma eficiente. É usado principalmente para criar designs de aplicativos, sites, interfaces de usuário e outros elementos visuais (FIGMA, 2023), exemplo mostrado na Figura 2.10.

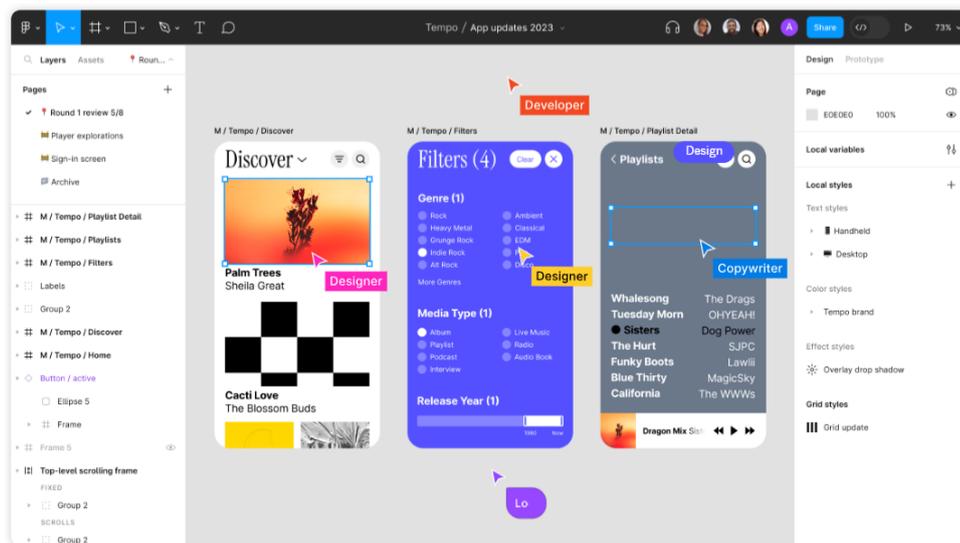


Figura 2.10: Programa Figma Fonte:FIGMA (2023)

Suas principais características são:

Colaboração em tempo real: Permite que várias pessoas trabalhem simultaneamente no mesmo projeto, visualizando as alterações em tempo real. Isso facilita a colaboração entre designers, desenvolvedores e *stakeholders*, possibilitando o *feedback* instantâneo e agilizando o processo de design.

Interface intuitiva: Possui uma interface de usuário amigável e intuitiva, tornando-o acessível tanto para designers experientes quanto para iniciantes. Suas ferramentas e

recursos são organizados de maneira lógica, o que facilita a navegação e a utilização do aplicativo.

Design responsivo: É possível criar designs responsivos que se adaptam a diferentes tamanhos de tela e dispositivos. Você pode definir restrições de *layout* e ajustar os elementos para diferentes resoluções, garantindo uma experiência consistente em diferentes plataformas.

Prototipagem interativa: Permite criar protótipos interativos para testar fluxos de usuário e experiências de design. É possível adicionar links entre as telas, criar animações e simular interações, fornecendo uma visualização realista do produto final.

Componentes e bibliotecas: Oferece recursos poderosos de componentização e criação de bibliotecas de design. Você pode criar componentes reutilizáveis, como botões, barras de navegação e ícones, e atualizá-los automaticamente em todos os lugares onde são usados. Isso ajuda a manter a consistência e agiliza o processo de design.

Integrações e *plugins*: Possui uma ampla gama de integrações *plugins* que ampliam suas funcionalidades. É possível integrar o Figma com outras ferramentas populares de design, como *Slack*, *Jira* e *Trello*, além de aproveitar *plugins* desenvolvidos pela comunidade para adicionar recursos extras ao aplicativo.

2.12.2 *React Native*

É um *framework* de desenvolvimento de aplicativos móveis que permite criar aplicativos nativos para *iOS* e *Android* usando *JavaScript* e a biblioteca *React*. Desenvolvido pelo *Facebook*, o *React Native* oferece uma abordagem inovadora para o desenvolvimento de aplicativos móveis, permitindo que os desenvolvedores compartilhem uma grande parte do código entre as plataformas, economizando tempo e esforço (REACT NATIVE, 2023).

Ao contrário das abordagens tradicionais de desenvolvimento móvel, em que é necessário criar aplicativos separados para *iOS* e *Android*, o *React Native* utiliza uma abordagem de escreva uma vez, execute em qualquer lugar. Ele permite que os desenvolvedores escrevam código em *JavaScript* e criem componentes de interface de usuário reutilizáveis, que são então renderizados como elementos nativos em dispositivos móveis (REACT NATIVE, 2023).

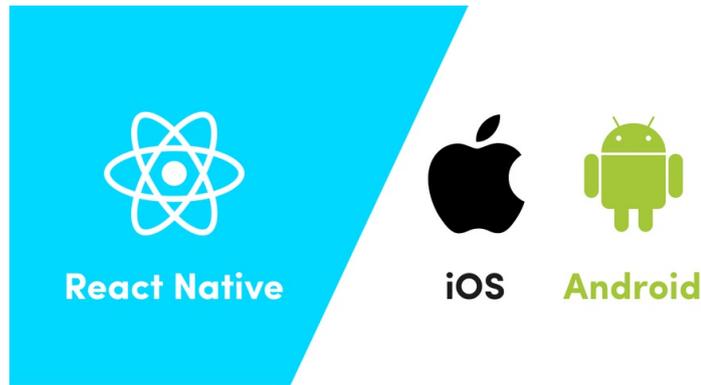


Figura 2.11: React Native. Fonte: REACT NATIVE (2023)

Algumas das características e pontos fortes do *React Native* incluem:

Desenvolvimento rápido: Com o *React Native*, os desenvolvedores podem aproveitar seus conhecimentos em *JavaScript* para criar aplicativos móveis de forma eficiente. A reutilização de componentes e a atualização em tempo real permitem um desenvolvimento rápido e iterativo (REACT NATIVE, 2023).

Desenvolvimento multiplataforma: O *React Native* permite criar aplicativos para *iOS* e *Android* a partir de uma base de código compartilhada. Isso resulta em uma economia significativa de tempo e recursos, pois não é necessário desenvolver e manter dois conjuntos separados de código (REACT NATIVE, 2023).

Interface nativa: Os aplicativos criados com *React Native* não são aplicativos híbridos, mas sim aplicativos nativos. Isso significa que eles utilizam componentes e *APIs* nativas, proporcionando uma experiência de usuário rica e de alto desempenho (REACT NATIVE, 2023).

Ecossistema e comunidade ativos: O *React Native* possui uma comunidade ativa de desenvolvedores e um ecossistema robusto, com uma ampla gama de bibliotecas, ferramentas e componentes disponíveis para acelerar o desenvolvimento e adicionar funcionalidades extras aos aplicativos (REACT NATIVE, 2023).

Atualizações *over-the-air*: Com o *React Native*, é possível enviar atualizações de código diretamente para os dispositivos dos usuários sem a necessidade de atualizar o aplicativo por meio das lojas de aplicativos. Isso permite correções de *bugs* rápidas e aprimoramentos contínuos (REACT NATIVE, 2023).

2.12.3 NodeJS

É um ambiente de tempo de execução (*runtime*) de código aberto, baseado no motor *JavaScript V8* do Google Chrome. Ele permite que os desenvolvedores executem código *JavaScript* no servidor, em vez de apenas no navegador, tornando possível a construção de aplicativos de rede escaláveis e de alta performance (NODE.js, 2023). O Node.js foi criado por Ryan Dahl e lançado em 2009 (MAGAJI, 2020). Na Figura 2.12 apresenta um resumo de, forma sucinta, as funcionalidades do Node.js.

Principais características do Node.js:

Baseado em JavaScript: O Node.js utiliza a linguagem de programação *JavaScript*, que é amplamente conhecida e utilizada pelos desenvolvedores web. Isso permite que os desenvolvedores compartilhem código entre o lado do cliente (navegador) e o lado do servidor (Node.js), tornando o desenvolvimento mais eficiente (NODE.js, 2023).

I/O não bloqueante e assíncrono: Uma das principais características do Node.js é sua arquitetura assíncrona e não bloqueante. Isso permite que o Node.js lide com várias operações de entrada e saída de forma eficiente, sem bloquear a execução de outras tarefas. Como resultado, ele é ideal para aplicações com alto tráfego e operações de I/O intensivas (NODE.js, 2023).

Módulos e gerenciamento de pacotes: O Node.js possui um sistema de módulos embutido que permite aos desenvolvedores organizar o código em módulos reutilizáveis. Além disso, o Node.js utiliza o gerenciador de pacotes npm (*Node Package Manager*), que é uma das maiores coleções de pacotes e bibliotecas de código aberto, facilitando a integração de funcionalidades adicionais (NODE.js, 2023).

Extensibilidade: O Node.js é altamente extensível por meio do uso de módulos e pacotes. Isso permite que os desenvolvedores adicionem funcionalidades personalizadas e integrem-se facilmente com outras tecnologias e serviços (NODE.js, 2023).

Comunidade ativa: O Node.js possui uma comunidade de desenvolvedores ativa e engajada. Isso resulta em um ecossistema crescente de ferramentas, bibliotecas e *frameworks* que facilitam o desenvolvimento de aplicativos Node.js (NODE.js, 2023).



Figura 2.12: Nodejs. Fonte: Dhaduk (2019)

2.12.4 Expo

O Expo é um *framework* de código aberto para o desenvolvimento de aplicativos móveis usando React Native. Ele oferece um conjunto de ferramentas e serviços que simplificam o processo de construção, implantação e gerenciamento de aplicativos React Native. O Expo visa agilizar o fluxo de trabalho de desenvolvimento, fornecendo uma variedade de componentes pré-construídos, uma interface de linha de comando (CLI) e uma série de serviços para lidar com tarefas comuns (EXPO, 2023). A Figura 2.13 mostra as logos utilizadas pelo *framework* em diversas plataformas.

Figura 2.13: *Framework* - Expo. Fonte: EXPO (2023)

2.12.5 Firebase

O Firebase, uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos fornecida pelo Google, tornou-se uma ferramenta indispensável para desenvolvedores em busca de agilidade e eficiência no ciclo de vida de seus projetos. Com uma ampla gama de serviços integrados, o Firebase simplifica tarefas complexas, permitindo que os desenvolvedores se concentrem na criação de experiências específicas para os usuários.

Um dos principais recursos oferecidos pelo Firebase é o *Realtime Database*, um banco de dados em tempo real baseado em JSON (JavaScript Object Notation) que proporciona atualizações instantâneas para todos os usuários conectados. Essa funcionalidade é particularmente valiosa para aplicativos que necessitam de sincronização em tempo real de dados.

O gerenciamento de autenticação de usuários é simplificado pelo Firebase, oferecendo suporte a diversos métodos, desde e-mail e senha até autenticação social. Seu sistema de banco de dados é NoSQL (*Not Only SQL*), de código aberto, e utiliza um modelo de armazenamento baseado em documentos JSON (JavaScript Object Notation), permitindo uma estruturação flexível dos dados. Projetado para armazenar, recuperar e gerenciar grandes volumes de dados de maneira eficiente, gratuita e escalonável, o Firebase é amplamente utilizado, especialmente em aplicações web e aplicativos móveis.

Uma das maiores vantagens do Firebase é a integração descomplicada, tornando a incorporação em aplicativos existentes ou em novos projetos uma tarefa fácil. Com uma variedade de serviços integrados, o Firebase simplifica tarefas complexas, permitindo que os desenvolvedores se concentrem na criação de experiências específicas para os usuários. A Figura 2.14 apresenta algumas características/recursos do Firebase.



Figura 2.14: Principais características do Firebase Fonte:Pinterest

2.13 Considerações Finais

Neste capítulo, foram explorados os conceitos, tecnologias e processos fundamentais da Interação Humano-Computador (IHC), todos desempenhando um papel crucial no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso. Foram examinadas as Perspectivas de Interação, que fornecem diferentes abordagens para compreender a interação entre humanos e sistemas computacionais. Além disso, discutimos a importância da Qualidade de Uso e da Usabilidade Web e Móvel, juntamente com os Princípios e Diretrizes de Design que orientam a criação de interfaces mais eficientes e agradáveis.

Exploramos o abrangente Processo de Design da IHC, destacando sua relevância para criar sistemas interativos que atendam às necessidades e expectativas dos usuários. A Síntese e Avaliação da Intervenção foram tratadas como etapas essenciais para garantir que as interfaces projetadas sejam eficazes e intuitivas. As Técnicas de Modelagem de Sistemas e a Arquitetura de Modelagem Web e Móvel foram apresentadas como ferramentas cruciais para a construção de sistemas interativos bem estruturados.

Adicionalmente, examinamos as Tecnologias e Padrões Arquiteturais empregados no desenvolvimento de aplicações web, ressaltando sua influência na criação de interfaces eficientes e responsivas. Esses elementos convergem para criar um ambiente propício ao desenvolvimento de interfaces de sistemas que proporcionam uma experiência de usuário aprimorada.

3 Processo de desenvolvimento do Sistema

Neste Capítulo é descrita cada etapa do processo de desenvolvimento do Sistema de Apoio à Coleta Seletiva (RECICLE). Iniciaremos com uma análise da Especificação do Documento de Requisitos na Seção 3.1, onde são discutidos os principais elementos necessários para o entendimento da intervenção proposta. Em seguida, na Seção 3.2, apresentamos a Síntese da Intervenção, destacando as decisões chave que direcionaram o desenvolvimento do sistema.

No âmbito da Interação Humano-Computador, o Design da Intervenção é discutido na Seção 3.2.1, onde exploraremos a concepção estratégica do sistema, alinhando-o com as necessidades dos usuários e os objetivos do projeto. Prosseguindo, na Seção 3.3, detalharemos o Projeto de Interface, abordando aspectos visuais e funcionais que garantem uma experiência de uso eficaz e agradável.

A Avaliação da Intervenção é uma etapa crítica, discutida em detalhes na Seção 3.4.

Por fim, na Seção 3.5, consolidaremos as considerações finais deste capítulo, reforçando a importância de cada etapa no processo de desenvolvimento do RECICLE.

3.1 Análise da Situação Atual

Primeiramente, foi definido o escopo do sistema na fase de análise da situação. Posteriormente, foi feito o levantamento de requisitos para a construção do aplicativo. Ainda na fase de análise, os usuários foram caracterizados em Perfis e Personas, que foram considerados na fase de avaliação no qual o método da Avaliação Heurística foi aplicado. Posteriormente, foram definidas as metas de usabilidade do sistema. Na fase de síntese da intervenção, cada requisito funcional do sistema foi detalhado utilizando a técnica de modelagem da interação como uma conversa do processo de Design Centrado na Comunicação.

3.1.1 Escopo do sistema

O objetivo do aplicativo é conectar cidadãos, que produzem resíduos recicláveis interessados em descartá-los de forma apropriada, a coletores desses materiais, organizados em associações. O usuário cidadão, interessado no descarte de resíduos recicláveis, irá utilizar o aplicativo para registrar uma solicitação de coleta informando o endereço, a descrição de cada tipo de resíduo a serem descartados (e.g., plástico, papel, metais, móveis dentre outros) e, opcionalmente, uma foto dos resíduos a serem descartados, e ao menos duas possíveis datas e horários para que os coletores realizem a coleta no endereço informado. Para utilizar o aplicativo, o usuário cidadão precisa cadastrar-se no sistema informando o seu nome completo, e-mail, senha. Seu perfil completo é composto com sexo, data de nascimento, número de telefone e uma foto.

A associação de coletores de resíduos recicláveis é responsável por gerenciar o cadastro de coletores de resíduos recicláveis e por encaminhar as solicitações de coleta registradas pelos cidadãos a cada coletor associado de acordo com a sua região de abrangência. Por exemplo, um coletor associado, que possui como área de cobertura o centro da cidade, irá atender a solicitações de coleta nesta região. A associação utilizará o sistema para avaliar a admissão de novos coletores que efetuaram o cadastro no aplicativo, consultar a lista de coletores cadastrados e ativos, bem como o histórico de solicitações de coleta pendentes e atendidas por coletor.

O usuário coletor deverá efetuar o cadastro no aplicativo fornecendo os seguintes dados: nome completo, e-mail, senha. Seu perfil completo é composto com sexo, data de nascimento, número de telefone, uma foto e região(ões) de atuação. O usuário coletor utilizará o sistema para visualizar solicitações de coleta designadas, optar por atender ou não uma solicitação de coleta, conversar, via chat, com o usuário solicitante da coleta, para confirmar o local e o horário da coleta e para visualizar relatórios de coletas realizadas e solicitações de coleta pendentes.

3.1.2 Caracterização dos usuários

A maioria dos usuários com idade de 18 a 65 anos, com formações variadas, desde o ensino básico a ensino superior, com grande habilidade tecnológica ou com pouca habilidade.

Na Tabela 3.1 é ilustrada a caracterização dos usuários Descartador (cidadãos comuns), Coletor e Receptor (representante das associações de coletores) que serão os usuários do sistema.

Tabela 3.1: Caracterização dos Usuários.

Perfil	Descartador	Coletor	Receptor
Faixa etária (anos)	[18, 70]	[18, 40]	[18, 50]
Formação e habilidades necessárias	Ser alfabetizado; Ter familiaridade com dispositivos móveis e possuir habilidade mínima para interpretar mapas.	Ser alfabetizado; Ser familiarizado com dispositivos móveis e possuir habilidade razoável para interpretar mapas.	Ser alfabetizado; Ser familiarizado com dispositivos móveis e possuir habilidade razoável para interpretar mapas.
Frequência de uso do sistema	Intermitente	Várias vezes ao dia	Várias vezes ao dia
Experiência com o uso de tecnologia Alta: 5 (faz tudo sem ajuda) Baixa: 1 (precisa de muita ajuda)	4	3	3
Atitude perante a tecnologia Gosta muito: 5 Gosta pouco: 1	3	2	2

continuação da Tabela 3.1

Perfil	Descartador	Coletor	Receptor
Estilo de Aprendizado	Busca na internet ou aprende fazendo.	Aprende fazendo ou pergunta ao colega.	Aprende fazendo, ou pergunta ao colega.
Conhecimento do domínio Alta: 5 (é experiente) Baixa: 1 (quase nenhum)	3	2	2
Possui experiência com sistemas semelhantes	Provavelmente	Provavelmente	Provavelmente

3.1.3 Caracterização de Personas

Persona I - Rodrigo da Silva, funcionário da Loteria Federal

Rodrigo da Silva é um funcionário da Loteria Federal, tem 38 anos, casado e pai de um menino de 8 anos de idade e uma menina de 5 anos de idade. Ele mora em um apartamento de três quartos localizado no bairro Poço Rico, na cidade de Juiz de Fora. Embora haja coleta de lixo comum em sua rua uma vez por semana, não há coleta sistemática de resíduos recicláveis. Consciente da importância da reciclagem para o meio ambiente, Rodrigo separa todos os resíduos recicláveis em sacolas separadas dos resíduos orgânicos, mas a coleta sistemática de coleta de lixo urbano, mistura todo resíduo reciclável com o lixo orgânico.

Para atender a sua necessidade, Rodrigo poderá utilizar um sistema computacional (aplicativo) para registrar uma solicitação de coleta de resíduo reciclável, realizar a entrega e acompanhar a entrega do resíduo para destinatário final.

Persona II - Francisco de Oliveira - Coletor de resíduos recicláveis

Francisco de Oliveira é um Coletor de resíduos recicláveis, atuando na área há mais de 2 anos, tem 36 anos de idade e ensino médio incompleto. Ele reside no bairro Santa Cruz e utiliza um veículo modelo Kombi, para realizar suas coletas.

Embora seu veículo não possua caçamba, ele recolhe diversos materiais recicláveis, como papelão, plásticos e latas de alumínio. Francisco sempre se preocupou em executar o seu trabalho com profissionalismo e eficiência, mas a eficácia de seu trabalho está atrelado a uma boa rota de coleta e sorte, pois em certos locais ele não encontra resíduos recicláveis disponíveis. Na maioria das vezes ele conta alguns pessoas conhecidas que guardam os resíduos, na esperança que ele passe para pegá-los.

Utilizando um aplicativo, Francisco poderá otimizar sua rota de coleta, programando com mais eficiência sua coleta de resíduos recicláveis.

Persona III - Flávia Alencar - Receptora de resíduos recicláveis

Flávia Alencar, de 52 anos, desempenha um papel fundamental como funcionária da Associação dos Catadores de Papéis e Resíduos Sólidos de Juiz de Fora (ASCAJUF). Ela

é residente do bairro Ipiranga, localizado em Juiz de Fora, e tem dedicado mais de 5 anos de sua vida à mesma associação.

No decorrer de seus dias de trabalho, Flávia lida diariamente com uma variedade de resíduos recicláveis, no entanto, até recentemente, ela enfrentava desafios em relação ao controle de entregas realizadas por coletoras, bem como o acompanhamento detalhado dos tipos de materiais coletados, suas regiões de origem e as datas correspondentes

A utilização do aplicativo lhe dará um controle dos **Coletores** e aumentará o volume de coletas realizadas em sua região de abrangência.

A adoção de um aplicativo representará uma mudança significativa na rotina de Flávia. Com ele, ela poderá ter um controle muito mais eficaz sobre as atividades dos Coletores, permitindo o rastreamento das coletas por tipo de material, região e data. Como resultado direto dessas melhorias, Flávia terá a capacidade de aumentar consideravelmente o volume de coletas realizadas em sua área de atuação, o que, por sua vez, contribuirá para a eficiência e o sucesso da ASCAJUF.

3.1.4 Definição das Metas de Design

As metas de design referem-se aos objetivos que os designers e desenvolvedores de sistemas interativos buscam alcançar ao criar uma interface ou aplicativo. Essas metas são cruciais para garantir que a interação entre humanos e computadores seja eficaz, eficiente, segura e agradável (PREECE; ROGERS; SHARP, 2015). Para esse projeto foram definidas as seguintes metas de design:

- **Usabilidade:** Conforme a análise dos usuários do aplicativo, a usabilidade é uma das metas mais importantes neste projeto. Ela se refere à facilidade com que os usuários podem aprender a usar um sistema, realizar suas tarefas de maneira eficiente e satisfatória, e se lembrar de como usá-lo. O projeto requer uma interface usável é intuitiva que não requeira esforço excessivo por parte do usuário.
- **Segurança:** A segurança é fundamental neste sistema pois se trata de informações sensíveis, como dados pessoais do usuário. O sistema deve garantir que as transações sejam seguras e resistentes a ataques e ameaças.

- **Eficiência:** A eficiência está relacionada à rapidez com que os usuários podem realizar suas tarefas. Uma interface eficiente minimiza o tempo e os recursos necessários para completar uma ação. Isso é especialmente importante para o público alvo que não tem muito tempo disponível.
- **Eficácia:** A eficácia diz respeito à capacidade do sistema de permitir que os usuários alcancem seus objetivos de forma precisa. A interface eficaz garante que os usuários possam concluir tarefas com sucesso e sem erros.
- **Satisfação do Usuário:** Além de ser eficaz e eficiente, uma interface deve ser agradável de usar. A satisfação do usuário se relaciona à experiência geral do usuário ao interagir com o sistema. Isso inclui fatores emocionais, como prazer, conforto e atração visual. O Sistema tem o propósito de fidelizar o usuário e a satisfação é preponderante nestes termos.
- **Eficiência de Aprendizado:** Tal qual o item anterior, a interface deve ser projetada de forma que os usuários possam aprender a usá-la rapidamente, pois os usuários não têm tempo para um extenso treinamento.
- **Feedback Adequado:** O sistema deve fornecer *Feedback* aos usuários, informando sobre o resultado de suas ações. O *Feedback* ajudando aos usuários a entender o que está acontecendo e a corrigir erros, se necessário.

3.1.5 Requisitos Funcionais

Requisitos funcionais são descrições detalhadas das operações, funcionalidades e interações que um sistema deve ser capaz de realizar para atender às necessidades e expectativas dos usuários. Eles definem as ações específicas que o sistema deve executar em resposta a diferentes entradas e condições, delineando como o software deve se comportar em situações diversas.

A numeração desses identificadores teve início com [RF01] e foi progressivamente incrementada à medida que novos requisitos surgiam. Alguns desses requisitos funcionais podem ser verificados na Tabela 3.2. Para ter acesso à lista completa de requisitos funcionais, é possível consultar o Apêndice A.1.

Tabela 3.2: Requisitos funcionais do sistema.

Requisitos	
Identificador	Nome
RF01	Criar nova conta - Usuário Descartador
RF05	Solicitar coleta de material reciclável
RF11	Receber coleta de materiais recicláveis

3.1.6 Requisitos não Funcionais

Os requisitos não funcionais são critérios que não estão diretamente ligados às funcionalidades específicas de um sistema, mas que descrevem suas características gerais, como desempenho, segurança, usabilidade e escalabilidade. Eles têm como objetivo definir as qualidades e restrições do sistema em termos de como ele deve operar, em vez de descrever o que ele deve fazer.

Eles podem incluir aspectos como a velocidade de resposta do sistema, a capacidade de suportar um certo número de usuários simultâneos, a interface do usuário que deve ser intuitiva e fácil de usar, e até mesmo aspectos éticos e legais que o sistema deve cumprir. Alguns desses requisitos funcionais podem ser verificados na Tabela 3.3. Para ter acesso à lista completa de requisitos funcionais, é possível consultar o Apêndice A.2.

Tabela 3.3: Requisitos não funcionais do sistema.

Requisitos	
Identificador	Nome
RNF01	O sistema deve usar um banco de dados não relacional
RNF04	O sistema não pode deixar que um usuário edite ou modifique informações ou postagens de um outro usuário
RNF07	O sistema deve dar acessibilidade à pessoas que possuem algum tipo de limitação.

3.1.7 Especificação dos Requisitos Funcionais

A especificação estruturada de requisitos funcionais é uma prática importante no processo, pois ajuda a garantir que os desenvolvedores tenham uma compreensão clara e precisa do que o sistema deve fazer. A especificação de requisitos funcionais deve ser completa, consistente, não ambígua e verificável.

De acordo com Sommerville (2011), ela deve conter: identificação do requisito com um número ou código único para rastreamento e referência, a descrição clara e concisa do que o requisito especifica, o objetivo incluindo uma declaração de alto nível sobre o que o sistema deve fazer, os atores interessados/*Stakeholders*, as pré-condições e pós-condições que descrevem a situações antes e depois da realização do requisito, os cenários dos fluxos principal e alternativos, e as restrição ou limitação associada ao requisito, que deve ser claramente especificada. Conforme Tabela 3.4 que descreve o requisito funcional RF01, que detalha a criação de uma nova conta para o usuário Descartador. Os demais requisitos estão detalhados nas tabelas B.1 a B.5, localizadas no apêndice.

Tabela 3.4: Criar nova conta - Usuário Descartador

Atributo	Descrição
Número	RF01
Nome	Criar nova conta - Usuário Descartador
Objetivo	Permitir o cadastro dos usuários que querem realizar o descarte do material reciclável.
Interessado(s)/ <i>Stakeholder(s)</i>	Usuário Descartador.
Pré-condição	Não está cadastrado no sistema.

continuação da Tabela 3.4

Atributo	Descrição
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="587 421 1423 519">1. O usuário seleciona o perfil (Descartador, Coletor ou Receptor).<li data-bbox="587 577 1216 609">2. O usuário insere, opcionalmente, uma foto.<li data-bbox="587 667 1104 698">3. O usuário insere o nome completo.<li data-bbox="587 757 1062 788">4. O usuário insere o CPF ou RG.<li data-bbox="587 846 954 878">5. O usuário insere o sexo.<li data-bbox="587 936 1161 967">6. O usuário insere o data de nascimento.<li data-bbox="587 1025 1289 1057">7. O usuário insere o DDD e o numero do telefone.<li data-bbox="587 1115 986 1146">8. O usuário insere o E-mail.<li data-bbox="587 1205 970 1236">9. O usuário insere a senha.<li data-bbox="587 1294 1011 1326">10. O usuário confirma a senha.<li data-bbox="587 1384 1423 1482">11. O usuário grava as informações clicando no botão "Criar conta".<li data-bbox="587 1541 1382 1572">12. O sistema informa: "Usuário cadastrado com sucesso".

continuação da Tabela 3.4

Atributo	Descrição
Fluxo alternativo 1	<p>Alternativa ao passo 9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário grava as informações clicando no botão "Criar conta". 2. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos e informa: "Todas as informações requeridas devem ser preenchidas."
Fluxo alternativo 2	<p>Alternativa ao passo 9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário grava as informações clicando no botão "Criar conta". 2. O sistema informa: "Usuário existente no sistema."
Pós-condição	Usuário Descartador cadastrado no sistema.
Restrições	NA

3.1.8 Especificação dos Requisitos Não Funcionais

A especificação estruturada de requisitos não funcionais é uma prática fundamental que permite definir claramente as características e qualidades do sistema que não estão relacionadas às suas funcionalidades diretas. Conforme Sommerville (2011), a especificação de requisitos não funcionais deve incluir identificação do requisito com um número ou código único para rastreamento e referência, a descrição do requisito de maneira concisa, a categoria para facilitar a organização e o gerenciamento e a prioridade com base na sua importância, podendo ser Essencial, importante, desejável e opcional. Conforme Tabela 3.5 que descreve o requisito não funcional RNF03, que detalha a criação de uma nova conta para o usuário Descartador. Os demais requisitos estão detalhados nas Tabelas C.1 a C.7, localizadas no apêndice.

Tabela 3.5: Requisito não funcional RNF03

Atributo	Descrição
Número	RNF03
Nome	Android e iOS
Categoria	Portabilidade
Descrição	O sistema deve ter portabilidade para dispositivos móveis Android e iOS
Prioridade	Essencial

3.2 Síntese da Intervenção

Nesta fase, iremos criar as representações do sistema que serão implementadas. Isso envolve a definição do Design de Interação, a definição do Design de Interfaces e de Fluxos de Interação para o desenvolvimento do aplicativo **RECICLE**.

3.2.1 Design da Interação

O design da interação é fundamental na criação de sistemas interativos eficazes e agradáveis para os usuários. Segundo Rogers, Sharp e Preece (2011), é criar experiências de usuário que melhorem e ampliem a maneira como as pessoas trabalham, se comunicam e interagem. Várias técnicas e abordagens são empregadas, incluindo o uso de cenários, signos de conteúdo e de expressão, análise dos cenários, mapa de objetivos dos usuários e diagramas de interação MoLIC (Modelo de Linguagem para a Especificação de Interfaces de Computador).

Cenários

1. Cenário I - Cadastro de usuário - Descartador

Rodrigo da Silva, um funcionário da Loteria Federal, optou por solicitar uma coleta de resíduos recicláveis utilizando o aplicativo **RECICLE**, para essa ação, ao entrar o sistema pela primeira vez, ele deverá se cadastrar.

Para se cadastrar no sistema, Rodrigo deverá fornecer ao sistema: Nome de usuário*, e-mail*, senha* e confirmação da Senha* (a senha deve ter no mínimo 6 dígitos, ter letras maiúsculas, letras minúsculas e números), posteriormente após o cadastro, para o perfil completo, ele deverá informar Data de Nascimento*, Sexo*, Número de telefone*, campos obrigatórios marcados com asterisco.

Após revisar todos os dados, Rodrigo da Silva irá submeter o cadastro para o sistema. Caso os dados estejam todos corretos, o cadastro no de usuário é feito no sistema, e a mensagem Cadastro realizado com sucesso é exibida ao usuário. Caso contrário, o sistema mostrará uma mensagem de erro, indicando quais campos foram preenchidos incorretamente, e possibilitando que ele os corrija.

2. Cenário II - Solicitar coleta de material reciclável

Para acessar o sistema, Rodrigo deverá informar o e-mail e senha e clicar no botão Entrar. Caso não ocorra nenhum erro, ele será direcionado para tela inicial.

Na tela inicial, ele deverá selecionar o endereço em uma lista de endereços já cadastro ou cadastrar um novo endereço. Para num novo endereço, ele deverá digitar as primeiras letras do logradouro e o sistema autocompletará e informar o numero da residência. Deverá selecionar o tipo de resíduos que serão coletados em uma lista pré-definida no sistema (papel, plástico, vidro, metal, óleo de cozinha, pilhas, pilhas/baterias, eletrônicos e roupas/tecidos), duas datas para coleta (data 1 e data 2) e o período do dia para coleta (manhã: 08h às 12h e tarde: 13h às 17h).

Ele deverá clicar no botão Cadastrar. O sistema irá verificar se os dados foram preenchidos corretamente e caso não sejam encontrados erros, o sistema irá gravar a solicitação de coleta no banco de dados, e exibirá uma mensagem informando que seu cadastro foi realizado com sucesso. Caso contrário, o sistema irá mostrar uma mensagem de erro, informando os campos que não foram preenchidos ou preenchidos incorretamente.

3. Cenário III - Receber coleta de materiais recicláveis

Para receber materiais recicláveis, Flávia Alencar, funcionária da Associação dos Catadores de Papéis e Resíduos Sólidos de Juiz de Fora (ASCAJUF), deve acessar o

sistema e selecionar a opção Lista de Catadores Cadastrados. O sistema exibirá uma nova tela contendo uma lista de nomes de **Coletores** juntamente com um campo de Localizar Coletor. Flávia deve inserir as primeiras letras do nome desejado, e o sistema automaticamente filtrará os nomes correspondentes. Após selecionar o nome desejado, o sistema apresentará uma lista das coletas designadas para a referido **Coletor**, que estão no status Executadas, caso queira ver mais informações sobre a coleta, deve clicar sobre Detalhes, que será mostrado o local de coleta, data, hora, foto e observações. Ela pode então escolher a coleta indicada pelo **Coletor**, verificar os tipos de resíduos coletados e, em seguida, marcar a coleta como Finalizada.

Análise dos Cenários

Os cenários incluem ações, objetivos, contexto do usuário e todas as etapas envolvidas na interação. Nos cenários, não menciona detalhes sobre a usabilidade do formulário de cadastro. Aspectos como a clareza dos rótulos dos campos e a facilidade de navegação, mas que serão trabalhados, pois são importantes para a experiência do usuário.

Na análise do Cenário I podemos destacar os seguintes itens:

- **Mensagens de *Feedback*:** O sistema fornece *Feedback* imediato ao usuário. Se o cadastro for bem-sucedido, uma mensagem de confirmação é exibida. Caso contrário, mensagens de erro detalhadas indicam quais informações precisam ser corrigidas. Isso é fundamental para a usabilidade e para orientar o usuário.
- **Segurança:** O sistema exige uma senha para o cadastro, o que é importante para proteger as informações do usuário. Neste contexto, existem requisitos específicos para a senha, como complexidade e comprimento mínimo.
- **Privacidade:** O sistema coleta informações pessoais de Rodrigo, como nome, data de nascimento e endereço. Dessa forma, o aplicativo tem uma política de privacidade para explicar como esses dados serão usados e protegidos.

Para o Cenário II temos:

- **Mensagens de *Feedback*:** Como no Cenário I, o sistema fornece feedback em

tempo real ao usuário, informando-o sobre o sucesso da operação ou quais campos precisam ser ajustados. Isso é crucial para a usabilidade e a orientação do usuário.

- **Usabilidade:** O cenário não detalha a usabilidade da interface, como a clareza das instruções, a facilidade de navegação ou a organização dos elementos na tela. Esses são fatores importantes para uma boa **experiência do usuário**.
- **Segurança:** A segurança não é mencionada explicitamente neste cenário, mas é crítica, pois envolve o acesso a informações sensíveis, como endereços e datas de coleta.

Melhorias Possíveis: Para melhorar a usabilidade, poderia haver mais informações de contexto ou ajuda disponíveis para orientar Rodrigo na seleção dos tipos de resíduos, datas e período de coleta. Além disso, uma etapa de confirmação da solicitação antes do envio final poderia ser adicionada para evitar erros.

No Cenário III, além do itens mencionados anteriormente, temos também:

- **Eficiência e Usabilidade:** O sistema é projetado para ser eficiente, economizando tempo de Flávia ao permitir que ela localize rapidamente um Coletor e marque as coletas como Finalizadas. A funcionalidade de pesquisa é um bom exemplo de usabilidade, tornando mais fácil encontrar informações relevantes.

Signos de Conteúdo e de Expressão

Os signos de conteúdo e de expressão são conceitos fundamentais na área de Design de Interação e na teoria da Semiótica, que busca compreender como as pessoas interagem com sistemas e interfaces digitais. Esses termos têm relação com a comunicação e a transmissão de informações por meio de elementos visuais e de interface (TONDELLO; NACKE, 2019). No Apêndice D são apresentadas as tabelas de signos e conteúdo de expressão. Nas Tabelas D.1 a D.3 são mostrados os modelos da interação como uma conversa entre usuário (U) e preposto do designer (D). Já as Tabelas D.4 a D.6 descrevem as representações do conteúdo dos signos, ou seja, elementos que transmitem uma mensagem, seja essa mensagem texto, imagens, ícones, sons ou qualquer outro tipo de representação simbólica.

Da mesma forma, as Tabelas D.7 a D.9 detalham as definições das expressões dos signos, à forma como as informações são apresentadas pela interface do aplicativo.

Diagramas de Interação MoLIC

São apresentados três diagramas que demonstra a interação do usuário com preposto do designer. A Figura 3.1 apresenta a interação do usuário com o sistema no cadastro de um novo usuário. A Figura 3.2 mostra os passos da interação do usuário no cadastramento de uma coleta de resíduos recicláveis e a Figura 3.3 detalha o recebimento dos resíduos.

1. Diagrama MoLIC de Cadastro de Usuário

No processo de registro de usuário, o primeiro passo consiste em inserir o nome do usuário, seguido pelo e-mail (que também funciona como login) e uma senha que deve ser confirmada posteriormente. Essa etapa do processo é demonstrada de maneira visual na Figura 3.1.

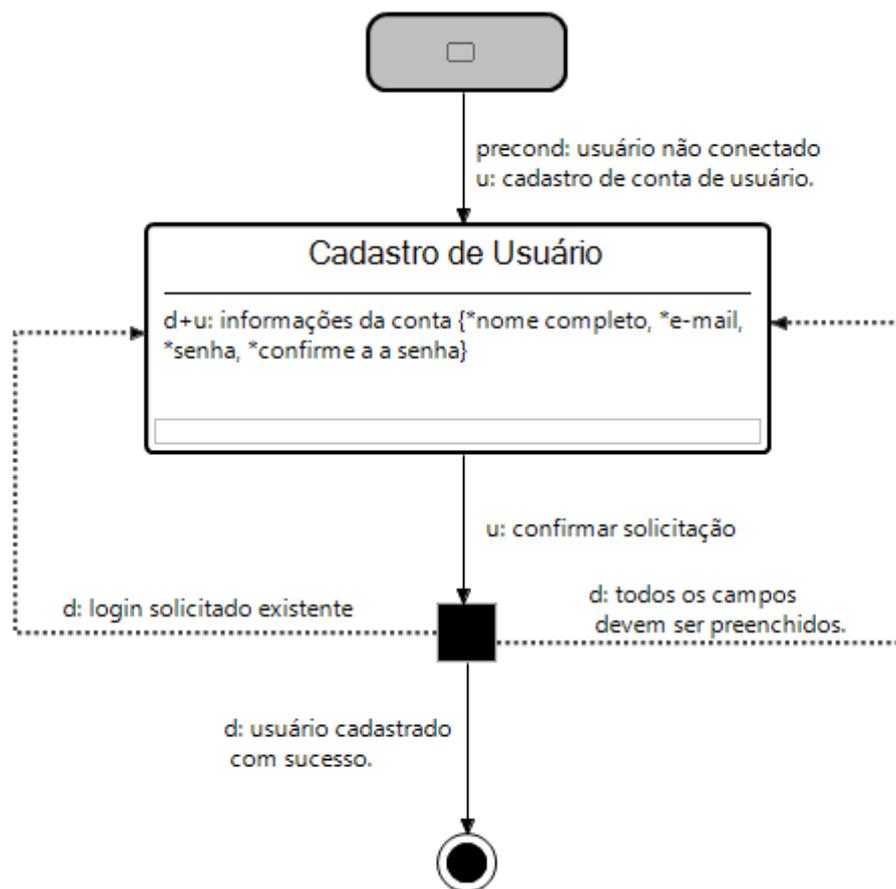


Figura 3.1: Diagrama MoLIC de cadastro de usuário

2. Diagrama MoLIC de Cadastro de coleta de materiais recicláveis

O procedimento de registro de uma coleta de materiais recicláveis inicia-se com a inserção das informações do ponto de coleta ou a seleção de um ponto previamente registrado. Em seguida, procede-se com a especificação dos tipos de materiais a serem coletados, a marcação de duas datas e períodos disponíveis para a coleta, bem como a opção de incluir uma imagem representativa. Essa etapa do processo é exemplificada de forma visual na Figura 3.2.

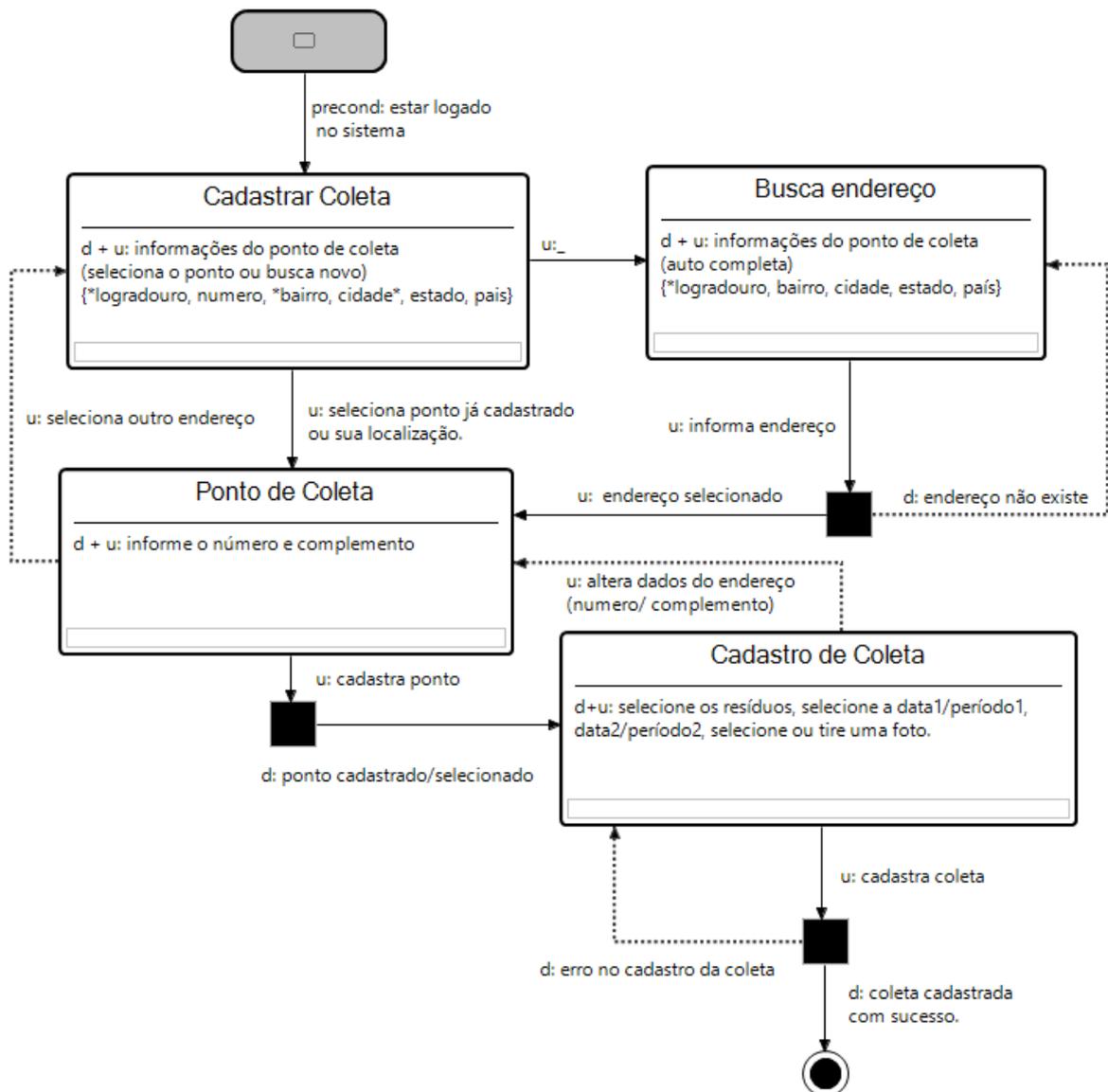


Figura 3.2: Diagrama MoLIC do cadastro de coleta de material reciclável

3. Diagrama MoLIC de Recebimento de materiais recicláveis

No processo de recebimento dos materiais coletados, que é realizado pelo Receptor,

o primeiro passo envolve listar todos os coletores ativos e selecionar aquele desejado. Após a seleção do coletor, o sistema lista todas as coletas designadas e pendentes para o coletor escolhido. Neste ponto, o usuário pode optar por selecionar uma ou várias coletas ou examinar os detalhes de uma coleta específica. A Figura 3.3 ilustra diagrama de recebimento dos materiais coletados.

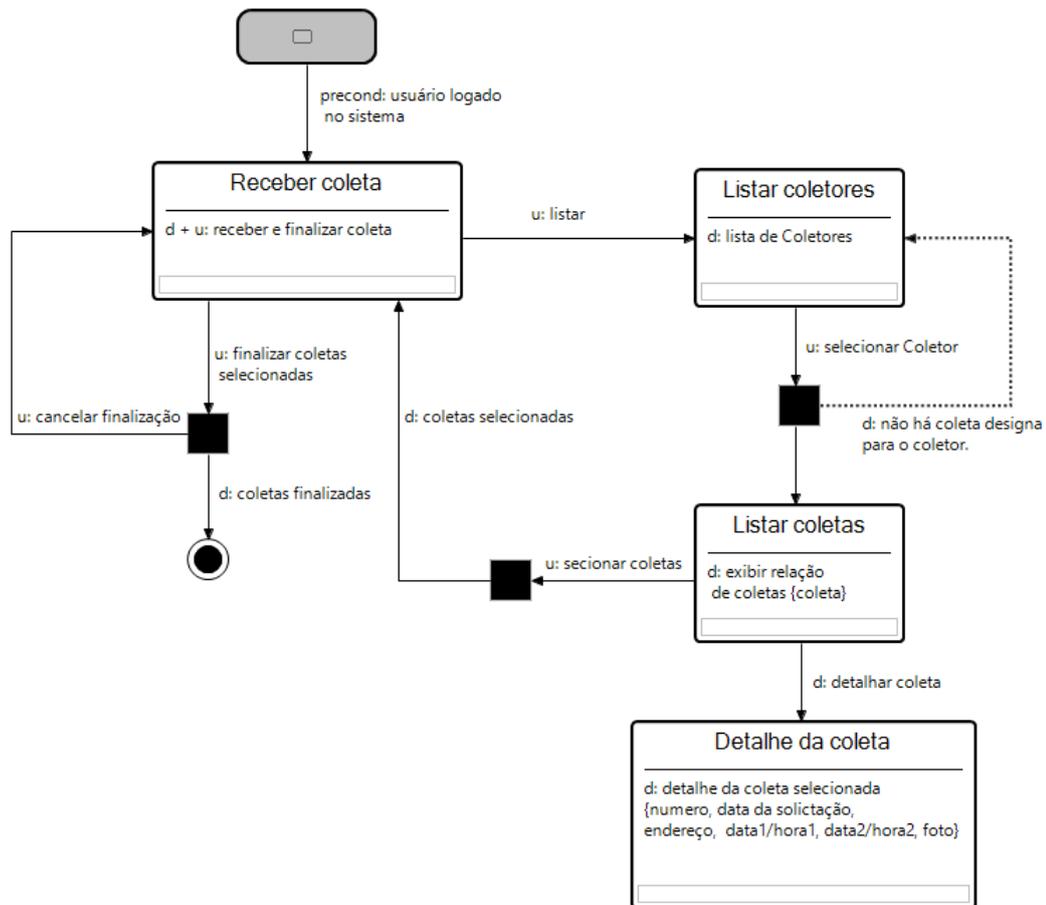


Figura 3.3: Diagrama MoLIC da recepção de materiais coletados

3.3 Projeto de Interface

A qualidade na construção das interfaces é fundamental para garantir uma interação que traga sensação de confiança e satisfação para o usuário, ou seja, que seja segura, agradável e eficiente, cumprindo a sua missão. Para Pimenta, Miletto e Borges (2014), a usabilidade é um critério de qualidade que se refere a facilidade com que uma interface, um programa de computador ou um site pode ser utilizado.

3.3.1 Prototipação dos cenários

A prototipação no contexto do design de interfaces refere-se à criação de representações visuais interativas de um sistema antes da implementação completa. Esses protótipos variam em complexidade, desde rascunhos de baixa fidelidade até simulações interativas de alta fidelidade. A prototipação desempenha um papel crucial no processo de design, permitindo que designers e *stakeholders* visualizem, testem e refinem ideias antes da implementação final. Krug (2014) enfatiza a importância de testar ideias e designs por meio de protótipos para melhorar a usabilidade.

Neste trabalho foi utilizado a ferramenta Figma (FIGMA, 2023) para prototipação e alguns exemplos são mostrados na Figura 3.4 os demais cenários podem ser vistos no apêndice.



Figura 3.4: Telas do programa RECICLE

3.4 Avaliação da Intervenção

Diversos métodos são utilizados para avaliar a eficácia de uma intervenção. Entre esses métodos, destacam-se os testes de envolvimento, que envolvem a interação prática dos usuários, e a avaliação heurística, conduzida por especialistas. Este último método, baseado em princípios de usabilidade, visa identificar potenciais problemas de design (BARBOSA; SILVA, 2017).

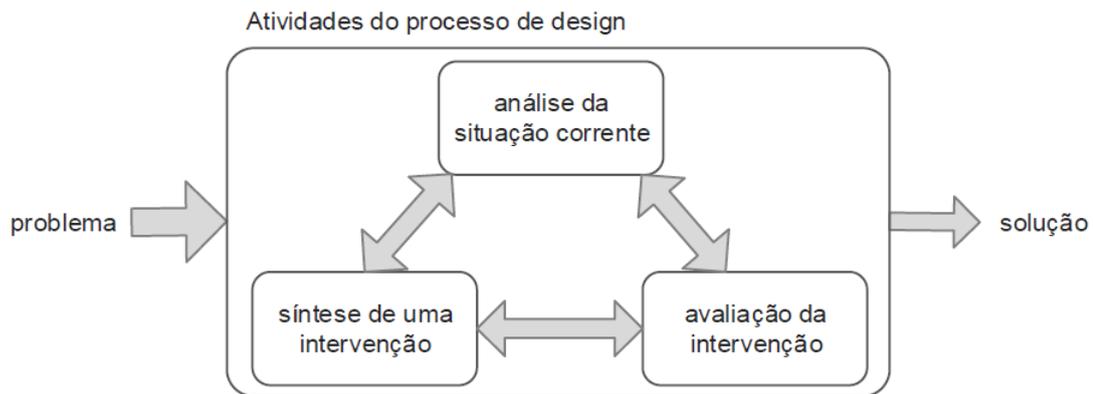


Figura 3.5: Sequência genérica de atividade de design - fonte: Barbosa e Silva (2017)

A análise de análises quantitativas fornece dados objetivos, como taxas de decisão de tarefas e tempo de interação. O *feedback* direto dos usuários é uma fonte valiosa de informações, revelando suas experiências, opiniões e sugestões para aprimoramento (NIELSEN, 1993).

A importância da avaliação reside na identificação precoce de problemas, validação do design proposto e oportunidade de realização de ajustes iterativos. Essa abordagem contínua contribui para a eficiência das interações, a satisfação do usuário e, em última análise, o sucesso do produto (KRUG, 2014).

3.5 Considerações Finais

Neste capítulo, apresentamos a metodologia adotada no processo, delineando atividades essenciais que serviram como alicerces na construção da aplicação. Buscamos fornecer uma visão abrangente do processo, detalhando atribuições cruciais no âmbito da Análise de Interação Humano-Computador (IHC). Destacamos elementos fundamentais para a

elaboração de um documento de requisitos, desempenhando um papel vital no suporte ao período de desenvolvimento.

Além disso, exploramos atividades integrantes do Design de IHC, incluindo a criação de cenários, a modelagem de tarefas e a elaboração de protótipos. Esses elementos não apenas orientaram o desenvolvedor durante a construção das interfaces, mas também foram direcionados significativamente para o alinhamento do produto com as expectativas do usuário.

Dedicamos atenção aos métodos empregados na Avaliação de IHC, particularmente na avaliação heurística. Esse método desempenha um papel crucial na validação do sistema, garantindo que ele atenda aos requisitos de usabilidade e eficácia.

4 RECICLE - Sistema de Apoio a Coleta de Resíduos Recicláveis

Neste capítulo é apresentada uma visão geral da arquitetura e das funcionalidades da versão protótipo do Sistema de apoio a Coleta Seletiva (RECICLE) desenvolvida na forma de um aplicativo móvel. Na Seção 4.1 é apresentada uma visão geral dos módulos que compõem a arquitetura do sistema. Na Seção 4.2 é apresentado o modelo conceitual da aplicação. Uma descrição mais detalhada das implementações do *back-end* do projeto do aplicativo e apresentada na Seção 4.3. Na Seção 4.4 é descrita a implementação do *front-end*. Na Seção 4.5 é apresentada a descrição de dois cenários de uso do aplicativo, um de cadastro de usuário descartador e outro de login para todos usuários. Nesse contexto, apresentaremos a Avaliação Heurística na Seção 4.6, onde examinaremos a interface à luz de princípios de usabilidade estabelecidos e por fim, na Seção 4.7, as considerações finais do capítulo.

4.1 Arquitetura do Aplicativo

A estrutura do aplicativo foi concebida com base no padrão Model-View-Controller (MVC), conforme detalhado na Seção 2.11. Na camada Model, adotamos o sistema de gerenciamento de banco de dados não relacional Firebase (FIREBASE, 2023), conforme explorado na Subseção 2.12.5, para efetuar o armazenamento e a recuperação eficientes de dados. Na camada *Controller*, empregamos o framework NodeJS (NODE.js, 2023), como discutido na Subseção 2.12.3, para implementar as diversas funcionalidades do sistema, oferecendo-as na forma de serviços acessíveis. Por fim, na camada view, optamos pelo framework TypeScript React Native (REACT NATIVE, 2023), conforme delineado na Subseção 2.12.2, para a criação das interfaces gráficas e responsivas do aplicativo. Essa arquitetura estruturada busca promover uma separação clara de responsabilidades, facilitando o desenvolvimento, manutenção e escalabilidade do sistema.

4.2 Modelo Conceitual

A solução consiste em um aplicativo móvel desenvolvido em React Native, com versões destinadas para Android. Nos bastidores, implementamos um *back-end* utilizando o Firebase, responsável por gerenciar a autenticação, persistência dos dados dos usuários e integração com outras funcionalidades do sistema. Essa abordagem proporciona uma experiência consistente e eficiente aos usuários, independentemente da plataforma utilizada, ao mesmo tempo em que facilita a administração dos dados e a implementação de recursos avançados. Na Figura 4.1 é mostrado o modelo conceitual do aplicativo RECICLE com as entidades de domínio, seus atributos e relacionamentos na notação Entidade-Relacionamento (ER). *authentication*, *user*, *adressPoint*, *collectItens* e *collect* as entidades de interesse do domínio do aplicativo RECICLE, cujas informações serão armazenadas. A entidade *authentication* juntamente com o *user* armazena as seguintes informações: e-mail (login), senha, *userName*, *userGenero*, *userDateNasc*, *userTel*, *userPhoto*, *userTipo*. A entidade *authentication* pode ter somente um *user* ($1..1$), ou seja, quando o usuário cria uma autenticação, ele cria um usuário.

Cada entidade *user* pode ter zero ou vários ($0..N$) *adressPoint*, essa entidade armazena as informações: *logra*, *num*, *comp*, *cidade*, *estado*, *dateCrate*. A entidade *adressPoint*, por sua vez possui zero ou várias entidade *collectItens* ($0..N$). A entidade *collectItens* é responsável em armazenar as *collects*. Cada *collect* tem uma *collectItens*, mas a *collectItens* pode ter uma ou várias *collects* ($1..N$). A Figura 4.1 apresenta o diagrama de Entidade-Relacionamento conforme descrito.

4.3 Visão Geral do *Back-End*

O *back-end* é centralizado no Firebase, Google API, NodeJS e TypeScript. Essa integração dos *frameworks* proporciona uma base sólida e eficiente para as operações fundamentais do sistema, assegurando uma execução suave e confiável de todas as funcionalidades. Essa arquitetura bem integrada contribui para a robustez e desempenho do sistema, fornecendo uma plataforma coesa para o suporte eficaz às operações essenciais.

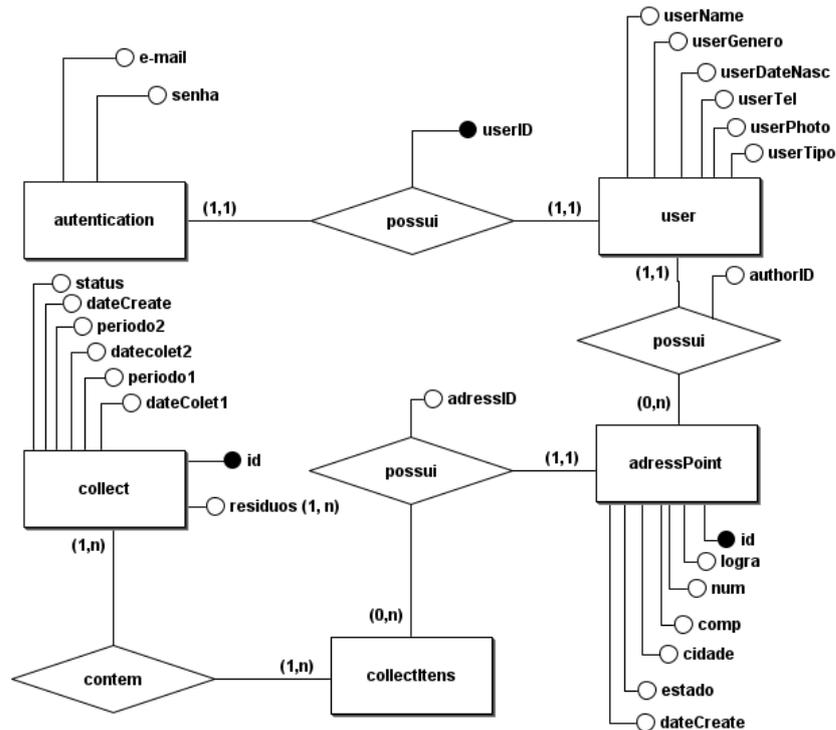


Figura 4.1: Diagrama de Entidade-Relacionamento (fonte: Autor)

4.3.1 Firebase

A fim de acessar o aplicativo, os usuários são requeridos a criar uma conta e realizar o login, sendo para isso utilizado o *Firestore Authentication*. Esta é uma API do Firebase destinada à autenticação de usuários, oferecendo suporte a métodos como e-mail, número de telefone e integração com redes sociais, como Google e Facebook. Na Figura 4.2 mostra simplicidade do código, na realização do login, utilizando o Firebase no *React Native*.

```
const userLogin = () => {
  signInWithEmailAndPassword(auth, userEmail, userPass)
    .then((userCredential) => {
      const user = userCredential.user;
      showToastLogin();
      goBackHome();
    })
    .catch((error) => {
      setErrorCode(error.code)
      setErrorMessage(error.message)
      showToastError()
      setIsTrue(false)
    })
}
```

Figura 4.2: Processo de login Firebase/React Native (fonte: Autor)

Para a persistência dos dados dos usuários, optou-se pelo banco de dados **Cloud Firestore**. A escolha se fundamentou na robustez desse banco, na capacidade de realizar consultas rápidas e avançadas, na excelente escalabilidade oferecida e na capacidade de sincronizar informações em tempo real entre todos os clientes conectados.

Quanto ao armazenamento de arquivos dos usuários, como imagens e vídeos, adotou-se o **Firestore Cloud Storage**. Este serviço permite um armazenamento eficiente e seguro desses arquivos, garantindo uma experiência estável e confiável para os usuários do aplicativo.

4.3.2 Plataforma Google Maps (Google API)

Para a localização e cadastramento dos pontos de coleta, a utilização da plataforma Google Maps (Places API) foi fundamental. A facilidade e agilidade no processo de localização de endereços e lugares desempenharam um papel crucial neste trabalho. Foram incorporadas as bibliotecas `GooglePlacesAutocomplete`, `MapView` e `MapViewDirections`, sendo a primeira proveniente do Google e as duas últimas nativas do React Native. Essa combinação permitiu uma integração eficaz com a API do Google Places, facilitando a busca e seleção de locais durante o cadastro de pontos de coleta no aplicativo. A Figura 4.3 ilustra a visão geral da solução.

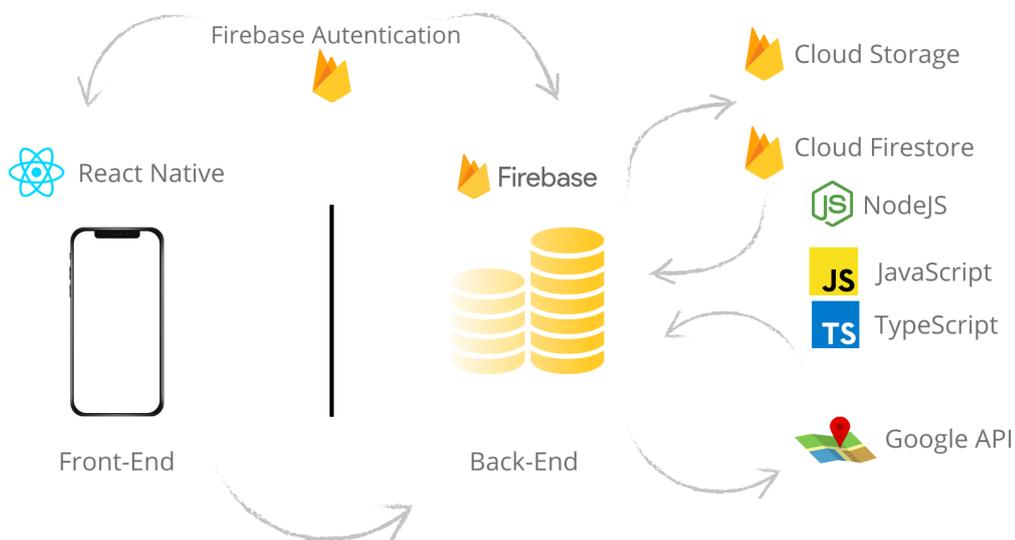


Figura 4.3: Visão geral da solução (fonte: Autor)

4.4 Visão Geral do *Front-End*

Nesta seção, apresenta-se a implementação parcial do front-end (interfaces gráficas) do aplicativo, utilizando o framework React Native. A escolha do React Native viabilizou o desenvolvimento de interfaces gráficas robustas, com controle de lógica interna em JavaScript/TypeScript, que exibem comportamento nativo.

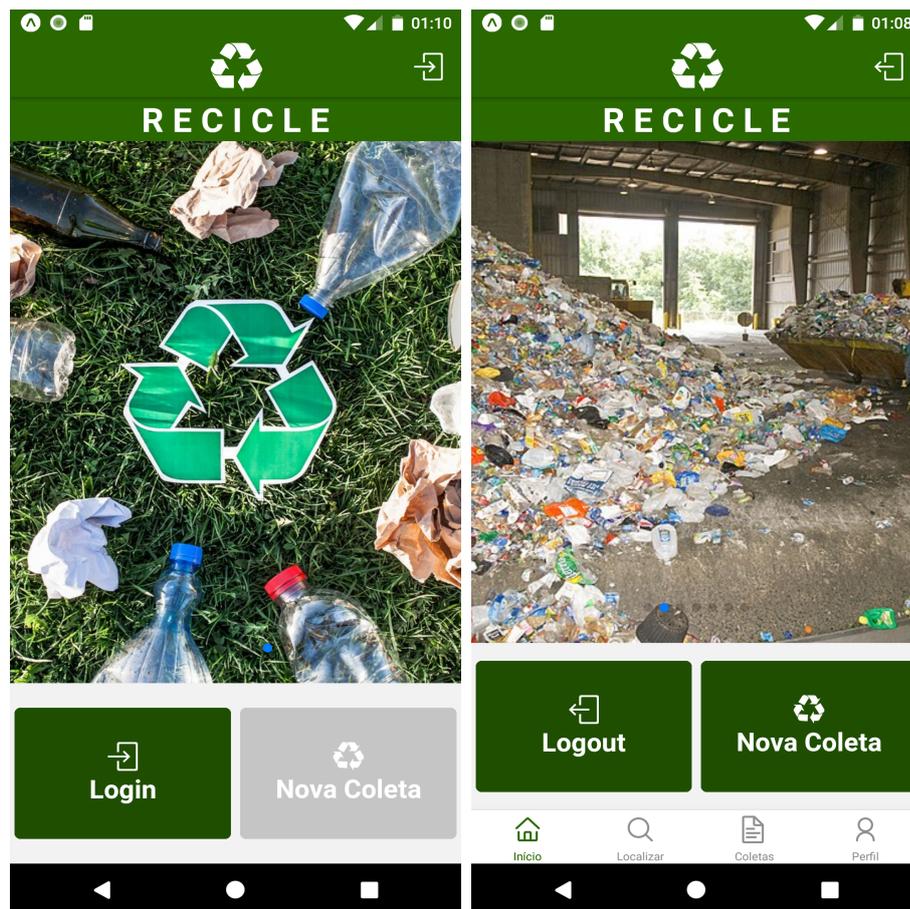
Isso significa que o comportamento das interfaces se adapta automaticamente às características de cada plataforma operacional. O código front-end de cada funcionalidade representa a camada de visualização do aplicativo, sendo o meio exclusivo pelo qual o usuário interage com o sistema, tanto para entrada de dados quanto para a apresentação de informações nas interfaces. Essa abordagem garante uma experiência consistente e otimizada para o usuário em diversas plataformas.

4.5 Cenários de Uso do Aplicativo RECICLE

Nesta fase de desenvolvimento do programa, foram implementadas as principais funcionalidades para o funcionamento básico do aplicativo. Neste capítulo, apresentaremos a tela inicial, que exibe as opções de login e cadastro de coletas. Em seguida, a tela de login, fundamental para o processo, seguida pelas opções disponíveis nessa tela, como a de cadastro e a de redefinição de senha. Abordaremos também o processo de cadastro de coleta, incluindo as telas de seleção de ponto, localização de endereço e o próprio cadastro da coleta.

4.5.1 Tela Inicial

Ao iniciar o aplicativo RECICLE, a tela inicial é apresentada, exibindo dois botões, Login e Cadastro de Coletas, inicialmente desabilitado. Somente após realizar o login, a barra de navegação inferior é revelada, e o botão de Cadastro de Coletas torna-se habilitado. Além disso, a tela conta com uma reprodução automática (*Swiper autoplay*) que exibe diversas imagens relacionadas à reciclagem. A Figura 4.4 ilustra com detalhes a tela de abertura.



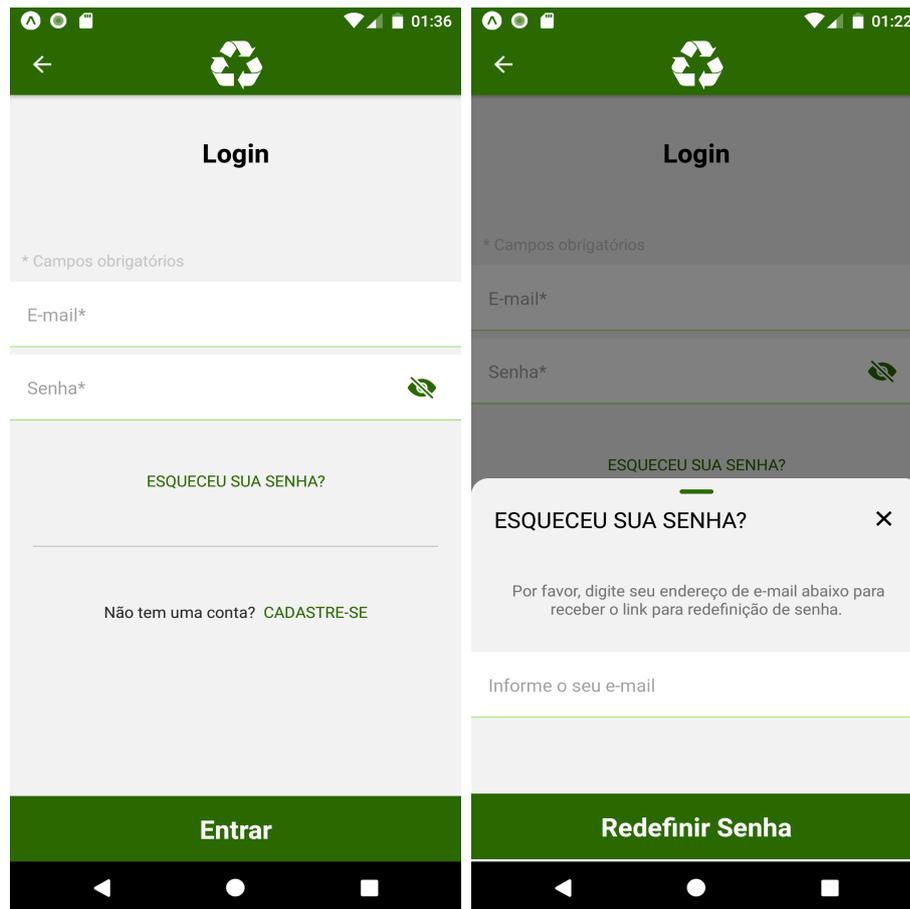
(a) Tela Inicial

(b) Tela Inicial após login

Figura 4.4: Tela inicial - RECICLE

4.5.2 Tela de login e Redefinição de senha

A tela de *Login* consiste em um formulário onde o usuário insere seu e-mail e senha para autenticação. Após a validação das credenciais, o aplicativo retorna à tela inicial, conforme ilustrado na Figura 4.5. Se o usuário esquecer a senha e clicar em *ESQUECEU A SENHA?*, uma tela inferior (*BottomSheet*) é aberta, oferecendo a opção de redefinir a senha, mostrado na Figura 4.5b. Para novos usuários, a opção *CADASTRE-SE* está disponível, redirecionando-os para a tela correspondente.



(a) Tela de login

(b) Redefinição de senha

Figura 4.5: Telas de Login e Redefinição de senha

4.5.3 Tela de cadastro de usuário

A tela de cadastro de usuário é composta por um formulário no qual o usuário insere seu nome, e-mail, senha e a confirmação da senha. O botão para o cadastro está localizado na parte inferior da tela, proporcionando uma experiência de usuário mais intuitiva e acessível.

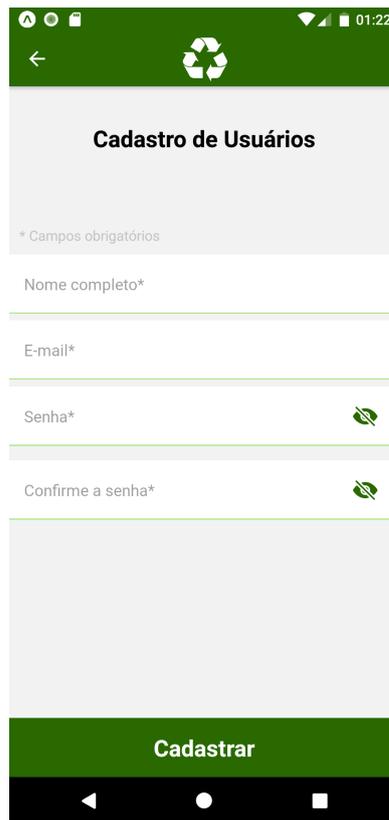
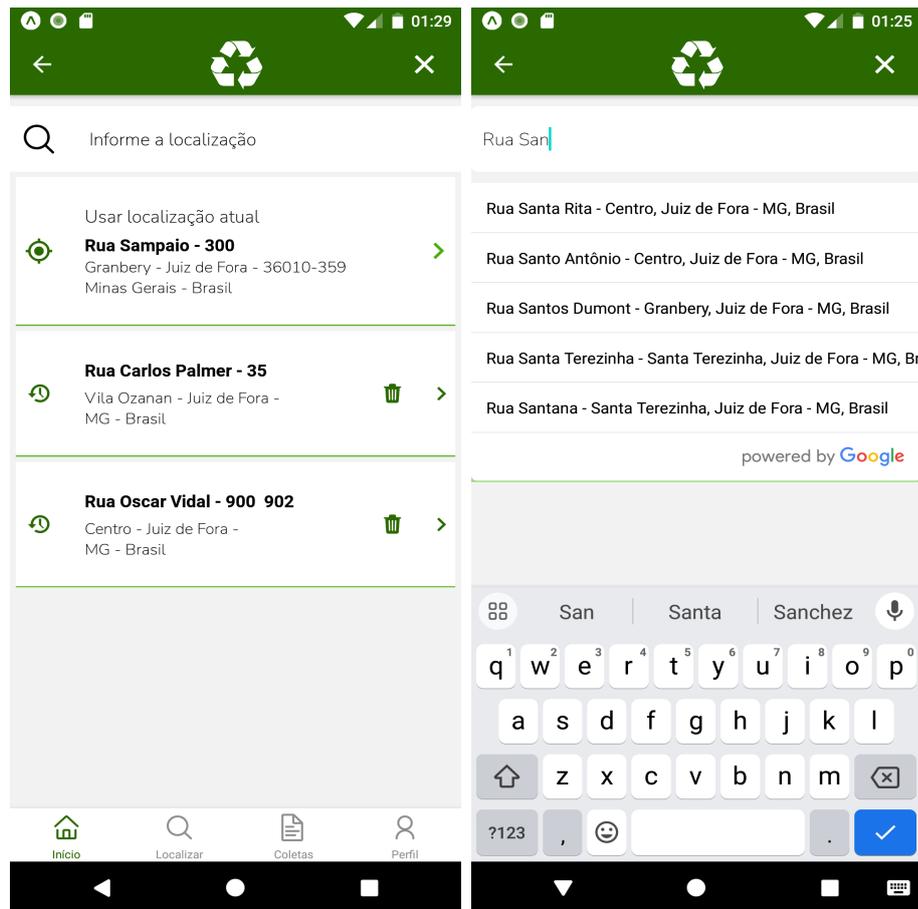


Figura 4.6: Cadastro de usuário - RECICLE

4.5.4 Tela de cadastro de Coleta

O cadastro de coleta é composto por quatro telas. As duas primeiras são relacionadas ao cadastro de endereço (ponto de coleta). A primeira tela permite que o usuário escolha sua localização como ponto de coleta ou selecione um ponto já cadastrado. A segunda tela refere-se à busca de um novo endereço, utilizando o Google Autocomplete. Nessa tela, o usuário pode digitar o nome de um logradouro, resultando em uma lista de endereços. O usuário tem a opção de selecionar o ponto em qualquer uma das telas. A Figura 4.7 apresenta as duas referidas telas.

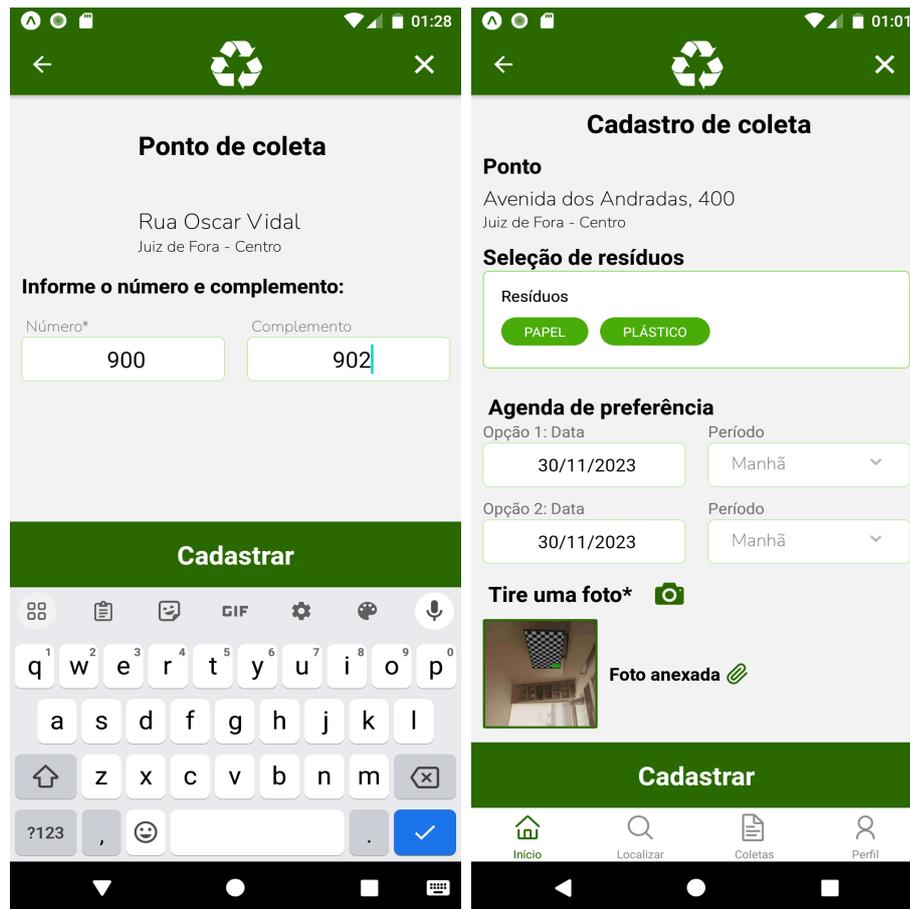


(a) Selecionar endereço

(b) Buscar endereço

Figura 4.7: Endereço do ponto de coleta - RECICLE

Na terceira tela, Figura 4.8a, o usuário deve inserir o número do ponto de coleta e, se aplicável, fornecer um complemento, clicando em Cadastrar. Nesta tela, o número é obrigatório. A última tela é destinada ao cadastro da coleta e é ilustrada na Figura 4.8b. Nela, o usuário deve especificar a lista de resíduos a serem coletados, agendar em até duas datas e períodos (manhã ou tarde) para o recolhimento e anexar uma foto dos resíduos. Todos os campos são obrigatórios.



(a) Numero e complemento

(b) Cadastro de coleta

Figura 4.8: Cadastro de coleta - RECICLE

4.6 Avaliação Heurística

A avaliação heurística é uma técnica de inspeção de usabilidade em que especialistas examinam uma interface de usuário em relação a um conjunto predefinido de heurísticas ou princípios de usabilidade. Essa abordagem visa identificar problemas de design e usabilidade antes mesmo de testes com usuários reais, proporcionando uma maneira eficaz e econômica de aprimorar a experiência do usuário.

O método mais utilizado, desenvolvido por Jakob Nielsen (NIELSEN, 2016), essas heurísticas incluem dez princípios: visibilidade do status do sistema, correspondência entre o sistema e o mundo real, controle do usuário e liberdade, consistência e padrões, estética e design minimalista, ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros, prevenção de erros, reconhecimento, flexibilidade e eficiência de uso, Estética e design minimalista e ajuda e documentação.

Nielsen (1994a) sugere uma escala de severidade, para facilitar a comparação e prioridade no julgamento (BARBOSA; SILVA, 2017) sendo:

1. : Problema cosmético - não precisa ser consertado amenos que haja tempo no cronograma.
2. : Problema pequeno - baixa prioridade no conserto.
3. : Problema grande - importante de ser consertado e deve receber alta prioridade.
4. : Problema catastrófico - é extremamente importante conserta-lo antes de se lançar o produto.

A lista dos problemas encontrados em uma avaliação heurística deve conter, no mínimo: a heurística violada; descrição do problema; local onde ocorre o problema; severidade e sugestão de solução.

Após a execução da Avaliação Heurística, torna-se fundamental conduzir uma análise abrangente dos problemas identificados. É imperativo realizar uma categorização e análise aprofundada das informações obtidas, resultando em uma priorização eficaz. Dentro desse cenário, é essencial realizar uma avaliação da gravidade dos problemas destacados. Esse processo envolve a atribuição de notas com base em critérios previamente definidos (OLIVEIRA; SAVOINE; ITPAC, 2011).

4.6.1 Realização da Avaliação

Foram realizadas avaliações, de acordo com as dez heurísticas de Nielsen nas telas de Cadastro de usuário, Cadastro de coleta e realização de login. As avaliações podem ser vistas nas Tabelas 4.1

Tabela 4.1: Avaliação heurística - Item 1

Item 1 - Cadastro de Usuário	
Heurística violada	Prevenção de Erros
Problema	Após cadastro do novo usuário, no retorno a tela de login, os dados não vem preenchidos

continuação da Tabela 4.1

Item	Descrição
Local	Tela de login
Severidade	1 - cosmético
Sugestão	Inserir a função de preenchimento automático ao retornar a tela de login

Tabela 4.2: Avaliação heurística - Item 2

Item 2 - Cadastro de Usuário	
Heurística violada	Flexibilidade e Eficiência de Uso
Problema	O sistema não possui opção de cadastro de novo usuário na tela inicial
Local	Tela inicial
Severidade	1 - cosmético
Sugestão	Colocar opção 'novo usuário' na tela inicial

Tabela 4.3: Avaliação heurística - Item 3

Item 3 - Tela de login	
Heurística violada	Visibilidade do status do Sistema
Problema	Ao clicar no Entrar, o sistema demora informar que o usuário está logado.
Local	Tela de login
Severidade	2 - baixa prioridade
Sugestão	Inserir um temporizador visual

Tabela 4.4: Avaliação heurística - Item 4

Item 4 - Cadastro de coleta	
Heurística violada	Visibilidade do status do Sistema

continuação da Tabela 4.4

Item	Descrição
Problema	Ao realizar o cadastro da coleta, o sistema retorna para a tela de inicial e não mostra a coleta cadastrada.
Local	Tela de cadastro de coleta
Severidade	3 - Problema grande
Sugestão	Exibir o detalhe do cadastro da coleta e seu status

Tabela 4.5: Avaliação heurística - Item 5

Item 5 - Cadastro de coleta	
Heurística violada	Consistência e Padrões
Problema	A cor do Calendário deveria ser da cor do sistema
Local	Tela de cadastro de coleta
Severidade	1 - cosmético
Sugestão	Configurar a cor do calendário com as cores do sistema

4.6.2 Consolidação dos dados

Três dos problemas encontrados são irrelevantes para funcionalidade do aplicativo; já o outro problema encontrado está na demora de *feedback* ao usuário, mas também de baixa relevância. Os problemas encontrados possuem pouca relevância (gravidade cosmética) e, quanto às heurísticas de design, a versão atual da funcionalidade cadastrar coleta poder ser lançada sem quaisquer problemas.

4.6.3 Relato dos resultados

Durante a análise realizada no aplicativo **RECICLE** nos cenários, cadastro de coleta e realização de login, foi possível observar que ele é intuitivo, mas poderia ter melhor aparência. Foram encontrados alguns erros conforme relatado a seguir.

Retorno de dados

Na tela de Cadastro de novo usuário, após cadastro do novo usuário, no retorno a tela de login, os dados não vem preenchidos.

Reprojeto

Após cadastro do novo usuário, no retorno a tela de login, os dados não vem preenchidos.

Botão novo usuário

Na tela inicial, o sistema não possui opção de criação de login na tela inicial.

Reprojeto

Colocar opção novo usuário na tela inicial.

Visualização de processamento

Na tela de login, ao clicar no botão Entrar, o sistema demora informar que o usuário está logado.

Reprojeto

Inserir um temporizador visual.

Exibição de dados

Ao realizar o cadastro da coleta, o sistema retorna para a tela de inicial e não mostra a coleta cadastrada.

Reprojeto

Exibir o detalhe do cadastro da coleta e seu status.

Design do calendário

Na tela de cadastro de coleta, a cor do Calendário deveria ser da cor do sistema.

Reprojeto

Configurar a cor do calendário com as cores do sistema.

4.7 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma visão abrangente da arquitetura e funcionalidades da versão protótipo do aplicativo RECICLE. Foram detalhados os módulos que compõem a arquitetura, adotando o padrão *Model-View-Controller* (MVC), com destaque para as camadas *Model*, *Controller* e *View*. O *back-end* foi centralizado no Firebase, Google API, NodeJS e *TypeScript*, fornecendo uma base sólida e eficiente para as operações essenciais do sistema.

O modelo conceitual destacou a solução como um aplicativo móvel desenvolvido em React Native, com um *back-end* robusto no Firebase. A seção de *back-end* detalhou o papel essencial do Firebase, desde a autenticação até o armazenamento de arquivos dos usuários, e a integração com o Google Maps para localização dos pontos de coleta.

No *front-end*, foi apresentada a implementação parcial das interfaces gráficas usando React Native, destacando a escolha desse *framework* para desenvolvimento eficiente e responsivo. Os cenários de uso demonstraram as principais funcionalidades, desde a tela inicial até o cadastro de coleta, proporcionando uma visão holística do fluxo do usuário no aplicativo.

Por fim, foi descrita a Avaliação Heurística realizada, onde foi analisado a interface do usuário em relação a um conjunto de heurísticas pré-definidas.

5 Conclusão

Neste trabalho foi apresentado o desenvolvimento de uma versão protótipo do aplicativo móvel RECICLE, projetado para facilitar a coleta seletiva de resíduos recicláveis no município de Juiz de Fora. Este aplicativo, após a conclusão de seu desenvolvimento e implantação, terá o potencial de apoiar políticas de sustentabilidade no município de Juiz de Fora.

O aplicativo foi desenvolvido seguindo processo de Design Centrado na Comunicação utilizando a linguagem MoLIC, que apoiou na compreensão dos princípios de interação usuário-sistema e o projeto de interfaces do aplicativo. O padrão arquitetural Model-View-Controller foi aplicado no projeto arquitetural do aplicativo no qual o framework React Native foi adotado no desenvolvimento do front-end (View) em virtude de ser uma tecnologia compatível com ambas as plataformas Android e iOS. O sistema gerenciador de banco de dados Firebase foi adotado para implementar a camada Model. Por fim, o framework NodeJS foi utilizado na implementação da camada Controller. Além disso, o aplicativo enfatiza a importância da experiência do usuário, com um design orientado para oferecer uma experiência intuitiva e eficiente. A integração de tecnologias como Firebase, Google API e React Native fornece uma base tecnológica sólida para o desenvolvimento e melhoria contínua do aplicativo.

A proposta do aplicativo RECICLE desenvolvido no escopo deste trabalho inclui as seguintes funcionalidades: cadastro e edição de perfil de usuário, cadastro e visualização de solicitações de coleta de resíduos. Apesar da condução da avaliação heurística ter fornecido *feedback* ao projeto das interfaces, ainda há a necessidade de refinamento dos protótipos desenvolvidos visando aderência às heurísticas de usabilidade. Após o refinamento do projeto de interfaces do protótipo, há a necessidade de conduzir um estudo empírico para avaliar a usabilidade do aplicativo com usuários reais.

Dentre as propostas de trabalhos futuros, também está a implementação de funcionalidades adicionais de apoio à gamificação para incentivar o engajamento dos usuários. (SCHIMIGUEL et al., 2005)

Bibliografia

- ABRELPE, A. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021*. [S.l.]: Ass. Bras. Empr. Limp. Públ. Resíd. Esp. S. Paulo, 2021.
- AZEVEDO, B. S. M. d. Processo de publicação de dados abertos multidimensionais em bancos de dados nosql. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.
- BANNON, L. J. From human factors to human actors: the role of psychology and human-computer interaction studies in system design. In: CRC PRESS. *Design at work: Cooperative design of computer systems*. [S.l.], 1991. p. 25–44.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. *Interação humano-computador*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2010.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. *Interação Humano-Computador*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2017.
- BENYON, D. Interação humano-computador. *Tradução de Heloisa Coimbra de Souza. 2a. ed. Sao Paulo: Person Prentice Hall*, p. 464, 2011.
- BØDKER, S.; GRØNBÆK, K.; VESTERGAARD, M. Understanding and designing: Technology-mediated activity for rehabilitation. In: *Proceedings of the 2004 conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 37–46.
- BRASIL. Manejo dos resíduos sólidos urbanos - 2020. In: . Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos>. Acesso em: 29 maio 2022: [s.n.], 2020.
- BRASIL. Plano nacional de resíduos sólidos. In: AMBIENTE, M. do M. (Ed.). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2022.
- BUSCHMANN, F. et al. *Pattern-oriented software architecture: A system of patterns*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1996.
- CANDEL, C. J. F.; RUIZ, D. S.; GARCÍA-MOLINA, J. J. A unified metamodel for nosql and relational databases. *Information Systems*, Elsevier, v. 104, p. 101898, 2022.
- CARD, S. K.; MORAN, T. P.; NEWELL, A. The psychology of. *Human-Computer Interaction*, p. 1–43, 1983.
- CARROLL, J. M. *Making Use: Scenario-Based Design of Human-Computer Interactions*. [S.l.]: MIT Press, 2000.
- CASTELLS, M. *End of millennium*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010. v. 3.
- COOPER, A.; REIMANN, R.; CRONIN, D. *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*. [S.l.]: Wiley, 2007.
- Da Silva, B.S., Barbosa, S.D.J. *Designing human-computer interaction with MoLIC diagrams—a practical guide*. Tech. Rep. 12/07, PUC-Rio, Rio de Janeiro (2007), ISSN: 0103-9741., 2007. Disponível em: (http://bib-di.inf.puc-rio.br/ftp/pub/docs/techreports/07_12_silva.pdf).

- DHADUK, H. *Node.JS Use Case: When & How Node.JS Should be Used*. 2019. <<https://www.simform.com/blog/nodejs-use-case/>>, Acesso em: 19 julho 2023.
- DIAPER, D.; STANTON, N. A. *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. [S.l.]: Lawrence Erlbaum Associates, 2004.
- EXPO. *EXPO*. 2023. <<https://expo.dev/>>, Acesso em: 2 junho 2023.
- FGV. Brasil tem 424 milhões de dispositivos digitais em uso, revela a 31^a pesquisa anual do fgvcia. In: . Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/brasil-tem-424-milhoes-dispositivos-digitais-uso-revela-31a-pesquisa-anual-fgvcia>. Acesso em: 23 maio 2022: [s.n.], 2020.
- FIGMA. *FIGMA*. 2023. <<https://figma.com>>, Acesso em: 2 maio 2023.
- FIREBASE. *Firebase*. 2023. <<https://firebase.google.com>>, Acesso em: 3 maio 2023.
- FOWLER, M. *Patterns of enterprise application architecture*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2002.
- G1. Catadores de recicláveis recolhem cerca de 2 toneladas de latinhas durante a festa country em juiz de fora. In: . Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2022/05/18/catadores-de-reciclaveis-recolhem-cerca-de-2-toneladas-de-latinhas-durante-a-festa-country-em-juiz-de-fora.ghtml>. Acesso em: 23 maio 2022: [s.n.], 2022.
- GAMMA, E. et al. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1995.
- GARTNER, J.; KÖNIG, T.; IRLBECK, M. Conversational user interfaces: State of the art, challenges, and opportunities. *Multimodal Technologies and Interaction*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 3, n. 3, 2019.
- GIBSON, J. J. *A abordagem ecológica da percepção visual: edição clássica*. [S.l.]: Psychology press, 2014.
- HEATH, C.; LUFF, P. *Interaction in the workplace: Studies of language and communication at work*. [S.l.]: Cambridge University Press, 1992.
- HEWETT, T. T. et al. *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction*. [S.l.]: ACM, 1992.
- HUTCHBY, I. *Conversation Analysis*. [S.l.]: Polity Press, 2008.
- IBGE. População. In: . Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 23 maio 2022: [s.n.], 2022.
- JOHNSON, D. G.; VERDICCHIO, M. Why robots should not be treated like animals. *Ethics and Information Technology*, Springer, v. 20, p. 291–301, 2018.
- KRUG, S. Não me faça pensar: atualizado. *Uma Abordagem de Bom Senso à*, 2014.
- LÉVY, P. *The semantic sphere 1: Computation, cognition and information economy*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.

- LÖWGREN, J.; STOLTERMAN, E. *Thoughtful Interaction Design: A Design Perspective on Information Technology*. [S.l.]: MIT Press, 2004.
- MAGAJI, J. *The History of Node.js*. 2020. <<https://www.section.io/engineering-education/history-of-nodejs/>>, Acesso em: 19 julho 2023.
- MDN. *MDN Web Docs Glossary: Definitions of Web-related terms MVC*. 2023. <<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/MVC>>. Acesso em: 11 agosto 2023.
- MORAN, J. M. Como transformar nossas escolas. *Educação*, v. 3, p. 63–91, 2017.
- MORAN, T. P. The command language grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems. *International journal of man-machine studies*, Elsevier, v. 15, n. 1, p. 3–50, 1981.
- NAYAK, A.; PORIYA, A.; POOJARY, D. Type of nosql databases and its comparison with relational databases. *International Journal of Applied Information Systems*, v. 5, n. 4, p. 16–19, 2013.
- NIELSEN, J. *Usability engineering*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1993.
- NIELSEN, J. Heuristic evaluation. In: NIELSEN, J.; MACK, R. L. (Ed.). *Usability Inspection Methods*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1994. p. 25–62.
- NIELSEN, J. *Usability engineering*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 1994.
- NIELSEN, J. *Heurísticas de usabilidade para design de interface de usuário. 1995*. 2016.
- NIELSEN, J.; BUDIUI, R. *Mobile Usability*. [S.l.]: New Riders, 2013.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. [S.l.: s.n.], 1990. p. 249–256.
- NODE.js. *Node.js*. 2023. <<https://nodejs.org/pt-br>>, Acesso em: 19 julho 2023.
- NORMAN, D. *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. [S.l.]: Basic books, 2013.
- NORMAN, D. A. Cognitive engineering. *User centered system design*, Lawrence, Erlbaum, NJ, USA, v. 31, p. 61, 1986.
- OLIVEIRA, H. S.; SAVOINE, M. M.; ITPAC, C. d. T. da I. Aplicação do método de avaliação heurística no sistema colaborativo heds. *Disponível: http://www.itpac.br/hot-site/revista/artigos/43/1.pdf*, 2011.
- OVIATT, S. Multimodal interfaces. *Computer*, IEEE, v. 32, n. 12, p. 67–72, 1999.
- PALMER, S.; ROCK, I. Rethinking perceptual organization: The role of uniform connectedness. *Psychonomic bulletin & review*, Springer, v. 1, n. 1, p. 29–55, 1994.
- PALMER, S. E. Common region: A new principle of perceptual grouping. *Cognitive psychology*, Elsevier, v. 24, n. 3, p. 436–447, 1992.
- PEIRCE, C. S. *Peirce on signs: Writings on semiotic*. [S.l.]: UNC Press Books, 1991.

- PIMENTA, M. S.; MILETTO, E. M.; BORGES, K. S. Projeto de interface com o usuário. *Desenvolvimento de Software II: Introdução ao Desenvolvimento Web com HTML, CSS, JavaScript e PHP-Eixo: Informação e Comunicação-Série Tekne*, Bookman Editora, p. 47, 2014.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Interaction design: beyond human-computer interaction*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2015.
- REACT NATIVE. *React Native*. 2023. <<https://reactnative.dev>>, Acesso em: 2 maio 2023.
- REENSKAUG, T. Thing-model-view-editor. *ACM SIGPLAN Notices*, ACM, v. 14, n. 6, p. 160–173, 1979.
- ROCHA, H. V. d.; BARANAUSKAS, M. C. C. A construção de sistemas interativos homem-computador. In: SBC. *Anais do Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. [S.l.], 2003.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2011.
- ROTO, V. Mobile usability: How nokia changed the face of mobile phone user interfaces. *Interactions*, ACM, v. 13, n. 5, p. 43–46, 2006.
- SCHIMIGUEL, J. et al. Accessibility as a quality requirement: geographic information systems on the web. In: *Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 8–19.
- SHNEIDERMAN, B. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. [S.l.]: Pearson, 1998.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. [S.l.]: Pearson, 2011.
- SOUZA, C. S. *The semiotic engineering of human-computer interaction*. [S.l.]: MIT press, 2005.
- SOUZA, C. S. D. Semiotic engineering: bringing designers and users together at interaction time. *Interacting with Computers*, OUP, v. 17, n. 3, p. 317–341, 2005.
- SUTCLIFFE, A. *Theory and Methods of Human Computer Interaction*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2011.
- TONDELLO, G. F.; NACKE, L. E. *Gameful UX Design: A Behavioral Design Approach*. [S.l.]: Springer, 2019.
- TURKLE, S. *Pare de pesquisar no Google. Vamos conversar*. [S.l.]: The New York Times, 2015. v. 27.
- WARE, C. Design as applied perception. *HCI Models, Theories and Frameworks: Toward a Multidisciplinary Science*. Morgan Kaufman Publishers: San Francisco (USA), 2003.

A Requisitos

A.1 Requisitos funcionais APP - RECICLE

Tabela A.1: Requisitos funcionais do sistema.

Requisitos	
Identificador	Nome
RF01	Criar nova conta - Usuário Descartador
RF02	Criar nova conta - Usuário Coletor
RF03	Criar nova conta - Usuário Receptor
RF04	Realizar login
RF05	Solicitar coleta de material reciclável

A.2 Requisitos não funcionais APP - RECICLE

Tabela A.2: Requisitos não funcionais do sistema.

Requisitos	
Identificador	Nome
RNF01	O sistema deve usar um banco de dados não relacional
RNF02	O sistema deve ser disponibilizado pelo menos em português, mas com a possibilidade de usar tradutor para outras línguas
RNF03	O sistema deve ter portabilidade para dispositivos móveis Android e iOS
RNF04	O sistema não pode deixar que um usuário edite ou modifique informações ou postagens de um outro usuário

continuação da Tabela A.2

Identificador	Nome
RNF05	O sistema deve prezar por simplicidade, sendo necessário no máximo uma conexão de 1mbps para o funcionamento do aplicativo
RNF06	O sistema deve funcionar para qualquer dispositivo com um processador A4 1GHz e memória RAM de 256 MB ou superior.
RNF07	O sistema deve dar acessibilidade à pessoas que possuem algum tipo de limitação.

B Especificação dos Requisitos

B.1 Requisitos funcionais APP - RECICLE

B.1.1 RF01 - Criar nova conta - Usuário Descartador

Tabela B.1: Criar nova conta - Usuário Descartador

Atributo	Descrição
Número	RF01
Nome	Criar nova conta - Usuário Descartador
Objetivo	Permitir o cadastro dos usuários que querem realizar o descarte do material reciclável.
Interessado(s)/ <i>Stakeholder(s)</i>	Usuário Descartador.
Pré-condição	Não está cadastrado no sistema.

continuação da Tabela B.1

Atributo	Descrição
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="587 421 1315 454">1. o usuário seleciona o tipo de perfil: "Descartador"<li data-bbox="587 510 1219 544">2. O usuário insere, opcionalmente, uma foto.<li data-bbox="587 600 1123 633">3. O usuário insere o nome completo*.<li data-bbox="587 689 1075 723">4. O usuário insere o CPF ou RG*.<li data-bbox="587 779 963 813">5. O usuário insere o sexo*.<li data-bbox="587 869 1171 902">6. O usuário insere o data de nascimento*.<li data-bbox="587 958 1299 992">7. O usuário insere o DDD e o numero do telefone*.<li data-bbox="587 1048 995 1081">8. O usuário insere o E-mail*.<li data-bbox="587 1137 979 1171">9. O usuário insere a senha*.<li data-bbox="587 1227 1027 1261">10. O usuário confirma a senha*.<li data-bbox="587 1317 1426 1417">11. O usuário grava as informações clicando no botão "Criar conta".<li data-bbox="587 1473 1378 1507">12. O sistema informa: "Usuário cadastrado com sucesso".

continuação da Tabela B.1

Atributo	Descrição
Fluxo alternativo 1	<p>Alternativa ao passo 11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com informação: "Todas as informações requeridas devem ser preenchidas.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Fluxo alternativo 2	<p>Alternativa ao passo 11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com a informação: "Usuário existente no sistema.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Pós-condição	Usuário Descartador cadastrado no sistema.
Restrições	NA

B.1.2 RF02 - Criar nova conta - Usuário Coletor

Tabela B.2: Criar nova conta - Usuário Coletor

Atributo	Descrição
Número	RF02
Nome	Criar nova conta - Usuário Coletor

continuação da Tabela B.2

Atributo	Descrição
Objetivo	Permitir o cadastro dos usuários que coletam o materiais recicláveis.
Interessado(s)/ <i>Stakeholder(s)</i>	Usuário Coletor.
Pré-condição	Não está cadastrado no sistema.

continuação da Tabela B.2

Atributo	Descrição
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none">1. o usuário seleciona o tipo de perfil "Coletor"2. O usuário insere, opcionalmente, uma foto.3. O usuário insere o nome completo.4. O usuário insere o CPF ou RG.5. O usuário insere o sexo.6. O usuário insere o data de nascimento.7. O usuário insere o DDD e o numero do telefone.8. O usuário insere o Endereço residencial(CEP, número e complemento).9. O usuário insere suas região(ões) de atuação.10. O usuário insere o E-mail.11. O usuário insere a senha.12. O usuário confirma a senha*.13. O usuário grava as informações clicando no botão "Criar conta".14. O sistema informa: "Usuário cadastrado com sucesso".

continuação da Tabela B.2

Atributo	Descrição
Fluxo alternativo 1	<p>Alternativa ao passo 13</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com informação: "Todas as informações requeridas devem ser preenchidas.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Fluxo alternativo 2	<p>Alternativa ao passo 13</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com a informação: "Usuário existente no sistema.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Pós-condição	Usuário Coletor cadastrado no sistema.
Restrições	NA

B.1.3 RF03 - Criar nova conta - Usuário Receptor

Tabela B.3: Criar nova conta - Usuário Receptor

Atributo	Descrição
Número	RF02
Nome	Criar nova conta - Usuário Receptor

continuação da Tabela B.3

Atributo	Descrição
Objetivo	Permitir o cadastro dos usuários que fazem a recepção do material reciclável.
Interessado(s)/ <i>Stakeholder(s)</i>	Usuário Receptor.
Pré-condição	Usuário não cadastrado no sistema
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. o usuário seleciona o tipo de perfil: "Receptor" 2. O usuário insere, opcionalmente, uma foto. 3. O usuário insere o nome da cooperativa. 4. O usuário insere o CNPJ. 5. O usuário insere o DDD e o numero do telefone. 6. O usuário insere o Endereço (CEP, número e complemento). 7. O usuário insere o E-mail. 8. O usuário insere a senha. 9. O usuário confirma a senha*. 10. O usuário grava as informações clicando no botão "Criar conta". 11. O sistema informa: "Usuário cadastrado com sucesso".

continuação da Tabela B.3

Atributo	Descrição
Fluxo alternativo 1	<p>Alternativa ao passo 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com informação: "Todas as informações requeridas devem ser preenchidas.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Fluxo alternativo 2	<p>Alternativa ao passo 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com a informação: "Usuário existente no sistema.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Pós-condição	Usuário Descartador cadastrado no sistema.
Restrições	NA

B.1.4 RF04 - Efetuar login

Tabela B.4: Efetuar login

Atributo	Descrição
Número	RF04
Nome	Efetuar login

continuação da Tabela B.4

Atributo	Descrição
Objetivo	Autenticar a entrada do usuário no sistema.
Interessado(s)/ <i>Stakeholder(s)</i>	Usuários Descartador, Coletor e Receptor.
Pré-condição	Não está logado no sistema.
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário informa o e-mail. 2. O usuário informa a senha. 3. O usuário clica no botão "Entrar". 4. O sistema analisa as informações fornecidas, autentica o usuário. 5. O sistema redireciona o usuário para a tela inicial do aplicativo.
Fluxo alternativo 1	<p>Alternativa ao passo 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema analisa as informações fornecidas e verifica que o e-mail/senha estão incorretos, permanecendo na mesma tela de autenticação. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo informando que os dados fornecidos estão inválidos, com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Pós-condição	Usuário deve ter acesso às funcionalidades do sistema de acordo com suas permissões de acesso.

continuação da Tabela B.4

Atributo	Descrição
Restrições	NA

B.1.5 RF05 - Solicitar coleta de material reciclável

Tabela B.5: Solicitar coleta de material reciclável

Atributo	Descrição
Número	RF05
Nome	Solicitar coleta de material reciclável
Objetivo	Realizar a solicitação de seus materiais recicláveis
Interessado(s)/ <i>Stakeholder(s)</i>	Descartador
Pré-condição	O usuário deve estar logado no sistema como Descartador
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário seleciona seu endereço para coleta dos resíduos. 2. O usuário seleciona os tipos de resíduos a serem coletados. 3. O usuário informa duas datas possíveis de coleta e o período de sua preferência. 4. O usuário anexa uma foto dos materiais a serem coletados. 5. O usuário clica no botão "Solicitar" 6. O sistema informa: "Solicitação cadastrada com sucesso."

continuação da Tabela B.5

Atributo	Descrição
Fluxo alternativo 1	<p>Alternativa ao passo 1 do fluxo principal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário seleciona novo endereço. 2. O usuário digita o endereço e autocompleta e solicita o numero da residência. 3. O usuário clica no botão "Concluir".
Fluxo alternativo 2	<p>Alternativa ao passo 6 do fluxo principal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com informação: "Todas as informações requeridas devem ser preenchidas.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Fluxo alternativo 3	<p>Alternativa ao passo 6 do fluxo principal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O sistema verifica se todos os dados foram preenchidos, permanecendo na mesma tela de cadastro. 2. O sistema exibe uma caixa de diálogo com a informação: "Solicitação já existente no sistema.", com um botão "Ok" para fechamento da mensagem. 3. O usuário clica no botão "Ok".
Pós-condição	Solicitação de coleta de resíduos cadastrada
Restrições	Só pode haver uma solicitação cadastrada por endereço

C Especificação dos requisitos não funcionais

C.1 Requisitos não funcionais APP - RECICLE

C.1.1 RNF01 - Banco relacional

Tabela C.1: Requisito não funcional RNF01

Atributo	Descrição
Número	RNF01
Nome	Banco relacional
Categoria	Portabilidade
Descrição	O sistema deve usar um banco de dados não relacional
Prioridade	Essencial

C.1.2 RNF02 - Língua portuguesa

Tabela C.2: Requisito não funcional RNF02

Atributo	Descrição
Número	RNF02
Nome	Língua portuguesa
Categoria	Usabilidade
Descrição	O sistema deve ser disponibilizado pelo menos em português, mas com a possibilidade de usar tradutor para outras línguas
Prioridade	Essencial

C.1.3 RNF03 - Android e iOS

Tabela C.3: Requisito não funcional RNF03

Atributo	Descrição
Número	RNF03
Nome	Android e iOS
Categoria	Portabilidade
Descrição	O sistema deve ter portabilidade para dispositivos móveis Android e iOS
Prioridade	Essencial

C.1.4 RNF04 - Dados do usuário

Tabela C.4: Requisito não funcional RNF04

Atributo	Descrição
Número	RNF04
Nome	Dados do usuário
Categoria	Segurança
Descrição	O sistema não pode deixar que um usuário edite ou modifique informações ou postagens de um outro usuário
Prioridade	Essencial

C.1.5 RNF05 - Funcionamento do aplicativo

Tabela C.5: Requisito não funcional RNF05

Atributo	Descrição
Número	RNF05
Nome	Funcionamento do aplicativo
Categoria	Desempenho

continuação da Tabela C.5

Atributo	Descrição
Descrição	O sistema deve prezar por simplicidade, sendo necessário no máximo uma conexão de 1Mbps para o funcionamento do aplicativo
Prioridade	Essencial

C.1.6 RNF06 - Processador para funcionamento

Tabela C.6: Requisito não funcional RNF06

Atributo	Descrição
Número	RNF06
Nome	Processador para funcionamento
Categoria	Desempenho
Descrição	O sistema deve funcionar para qualquer dispositivo com um processador A4 1GHz e memória RAM de 256 MB ou superior.
Prioridade	Essencial

C.1.7 RNF07 - Acessibilidade dos usuários

Tabela C.7: Requisito não funcional RNF07

Atributo	Descrição
Número	RNF07
Nome	Acessibilidade dos usuários
Categoria	Usabilidade
Descrição	O sistema deve dar acessibilidade à pessoas que possuem algum tipo de limitação.
Prioridade	Essencial

D Signos de Conteúdo e de Expressão

D.1 Requisitos funcionais APP - RECICLE

1. Cadastrar usuário - Representação da interação como uma conversa entre usuário (U) e preposto do designer (D)

Nas Tabelas D.1, D.2, D.3 são apresentados a representação da interação como uma conversa entre o Usuário e o preposto do designer.

Tabela D.1: Cadastrar de usuário - Representação da interação como uma conversa.

Cadastrar de usuário	
Tópico > Subtópico (diálogo)	Falas e Signos
Cadastrar conta de usuário	U: Preciso realizar um cadastramento de conta de usuário.
> Informar dados para login no sistema	D: Qual é o seu nome, e-mail e senha (no mínimo com 6 dígitos)? Confirme a senha, tem ser igual a anterior. U: Meu nome é: Luiz Roberto Gonçalves, meu email é: luiz.roberto2020@gmail.com e a senha é: *****, confirmando a senha: *****.
> Confirmar o cadastramento.	D: Ok, Usuário luiz.roberto2020@gmail.com foi criado. Faça o login.

Tabela D.2: Solicitar coleta de material reciclável - Interação como uma conversa.

Solicitar coleta de material reciclável	
Tópico > Subtópico (diálogo)	Falas e Signos
Criar uma solicitação de coleta	U: Preciso cadastrar uma solicitação de coleta.

continuação da Tabela D.2

Tópico > Subtópico (diálogo)	Falas e Signos
> Cadastrar o endereço de coleta.	<p>D: Qual é o endereço de coleta?</p> <p>D: Selecione ou localize um!</p> <p>U: O endereço é: Rua Joaquim Fur....</p> <p>D: já sei: Rua Joaquim Furtado, Grama, Juiz de Fora, certo?</p> <p>U: Certo.</p> <p>D: Qual número e complemento?</p> <p>U: 100, não há complemento</p>
> Selecionar os tipos de materiais que serão coletados	<p>D: Quais materiais serão coletados? PAPEL, PLÁSTICO, VIDRO, METAL, ÓLEO DE COZINHA, PILHAS/BATERIAS, ELETRÔNICOS E ROUPAS/TECIDOS.</p> <p>U: serão coletados: PAPEL, PLÁSTICO E VIDRO.</p>
> Informar datas e horários para coleta.	<p>D: Agenda: D: Qual é a primeira data e período do dia para coleta?</p> <p>U: Eis a data e período: 21/05/2023 e à TARDE (13h às 18h)</p> <p>D: Qual é a segunda data e período do dia para coleta?</p> <p>U: Eis a segunda data: 27/05/2023 e MANHÃ (08h às 12h)</p>
> Inserir uma foto dos resíduos	<p>D: Insira uma foto. U: Eis a foto.</p>
> Enviar a solicitação de cadastro.	<p>D: Clique em CADASTRAR para finalizar.</p> <p>U: Enviado a solicitação clicando em CADASTRAR.</p>

> Confirmar o cadastramento.	D: CADASTRO REALIZADO COM SUCESSO.
------------------------------	---

Tabela D.3: Receber coleta de materiais recicláveis - Interação como uma conversa.

Receber coleta de materiais recicláveis	
Tópico > Subtópico (diálogo)	Falas e Signos
Receber coleta de materiais	U: Quero realizar um recebimento de coleta
> Identificar o Coletor	D: Qual é o nome do Coletor ? U: O nome do coletor é: BELTR... D: Já sei: BELTRANO DA SILVA, certo? U: Certo.
> Identificar a solicitação de coleta realizada	D: Estas são as solicitações de coletas "EXECUTADAS" por este Coletor , selecione a desejada. U: Ok, selecionada .
> Verificar resíduos coletados realizadas e Finalizar a solicitação	D: Estes são os resíduos coletados U: Ok, confere. FINALIZAR COLETA.
> Confirmando a finalização da coleta	D: Pode finalizar a coleta? U: Sim, pode finalizar. D: Ok, COLETA FINALIZADA COM SUCESSO.

2. Representação do conteúdo dos signos

Nas Tabelas D.4, D.5, D.6 são representados os conteúdos dos signos responsáveis por comunicar mensagens, funcionalidades e informações relevantes no contexto da interação.

Tabela D.4: Cadastrar de usuário(U) - Representação do conteúdo dos signos

Cadastrar de usuário(U)		
Signo	Origem	Observações
tipo de usuário	domínio	caixa de opção

continuação da Tabela D.4		
Signo	Origem	Observações
foto	domínio	
nome	domínio	
+cpf	domínio	
sexo	domínio	caixa de opção
data de nascimento	domínio	(dd/mm/aaaa)
telefone	domínio	(99)9999-9999
+email	domínio	(e.g., fulano@controle.com)
senha	domínio	com 6 dígitos (números, letras maiúsculas e minúsculas)
confirmar senha	domínio	idêntico a senha

Tabela D.5: Solicitar coleta de material reciclável(S) - Representação do conteúdo dos signos

Solicitar coleta de material reciclável(S)		
Signo	Origem	Observações
+solicitação	domínio	
+solicitante(U) U.[cpf, email]	domínio	
endereço	domínio	
numero	domínio	
materiais coletados	domínio	caixa de seleção
data1	domínio	dd/mm/aaaa
período1	domínio	caixa de opção - Manhã (08h às 12h) ou Tarde (13h às 17h)
data2	domínio	dd/mm/aaaa
período2	domínio	caixa de opção - Manhã (08h às 12h) ou Tarde (13h às 17h)

continuação da Tabela D.5		
Signo	Origem	Observações
foto	domínio	
situação	domínio	Alteração de status (cadastrada, designada, encerrada, cancelada e finalizada)

Tabela D.6: Receber coleta de materiais recicláveis(R) - Representação do conteúdo dos signos

Receber coleta de materiais recicláveis(R)		
Signo	Origem	Observações
nome coletor(U) U.[Nome, cpf, email]	domínio	U realiza R
coleta (S) S.[numero, endereço, número, resíduos, data, foto, situação]	Aplicação	O receptor alterar a D.[situação]

3. Definição das expressões dos signos

Nas Tabelas D.7, D.8, D.9 são definidos as expressões dos signos, que são os aspectos relacionados à estética e à experiência sensorial da interação (COOPER; REIMANN; CRONIN, 2007).

Tabela D.7: Cadastrar de usuário(U) - Definição das expressões dos signos

Cadastrar de usuário (U)			
Signo	Emissor	Tipo de expressão	Expressão em contexto
tipo de usuário	d+u	grupo de opções	radio (Descartador, Coletor, Recebedor)
	d	texto simples	rótulo

continuação da Tabela D.7

Signo	Emissor	Tipo de expressão	Expressão em contexto
foto	d+u	botão de seleção	botão de <i>upload</i> para imagem
	d	botão	rótulo
nome	d+u	texto editável simples	caixa de texto
	d	texto simples	rótulo
+cpf	d+u	texto formatado editável	caixa de texto formatado
	d	cpf	rótulo (999.999.999-99)
sexo	d+u	grupo de opção	rádio (masculino, feminino)
	d	texto simples	rótulo
data de nascimento	d+u	calendário	controle de calendário
	d	data	<i>default</i> rótulo (dd/mm/aaaa)
telefone	d+u	texto formatado editável	caixa de texto
	d	telefone	rótulo ((99)9999-9999)
+email	d+u	texto formatado editável	caixa de texto
	d	email	rótulo
senha	d+u	texto formatado editável	caixa de texto
	d	senha	rótulo
confirmação de senha	d+u	texto formatado editável	caixa de texto
	d	confirmar senha	rótulo

Tabela D.8: Solicitar coleta de material reciclável(S) - Definição das expressões dos signos

Solicitar coleta de material reciclável (S)			
Signo	Emissor	Tipo de expressão	Expressão em contexto
+solicitação	d	texto não editável	rótulo
	d	texto simples	rótulo
+solicitante(U) U.[cpf, email]	d	texto não editável	rótulo
	d	texto simples	rótulo
endereço	d+u	texto editável simples	caixa de texto
	d	texto simples	rótulo
número	d	texto editável simples	caixa de texto
	d	texto simples	rótulo
materiais coletados	d+u	lista de seleção simples	<i>default</i> : caixa de listagem
	d	texto simples	rótulo
data1	d+u	calendário	controle de calendário
	d	data	<i>default</i> rótulo (dd/mm/aaaa)
período1	d+u	lista de seleção simples	<i>default</i> : caixa seleção
	d	texto simples	rótulo
data2	d+u	calendário	controle de calendário
	d	data	<i>default</i> rótulo (dd/mm/aaaa)
período2	d+u	lista de seleção simples	<i>default</i> : caixa seleção

continuação da Tabela D.8

Signo	Emissor	Tipo de expressão	Expressão em contexto
	d	texto simples	rótulo
foto	d+u	botão de seleção	botão de <i>upload</i> para imagem
	d	botão	rótulo
situação	d+u	botão habilitado	botão "cadastrar"
	d	Botão	rótulo

Tabela D.9: Receber coleta de materiais recicláveis(R) - Definição das expressões dos signos

Receber coleta de materiais recicláveis(R)

Signo	Emissor	Tipo de expressão	Expressão em contexto
nome Coletor(U) U.[nome, CPF,	d+u		
	d		
editável(S) S[numero, endereço, numero, resíduos, data, foto, situação]	d	texto não editável	rótulo
	d	texto simples	rótulo
situação	d+u	botão habilitado	botão "Encerrar"
	d	Botão	rótulo