



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO – FAED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DA INFORMAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE UNIDADES DE INFORMAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INTERNET DAS COISAS EM
BIBLIOTECAS:** requisitos de um sistema para
monitoramento de ruído

FERNANDA VASCONCELOS AMARAL

FLORIANÓPOLIS, 2020

FERNANDA VASCONCELOS AMARAL

**INTERNET DAS COISAS EM BIBLIOTECAS: REQUISITOS DE UM SISTEMA
PARA MONITORAMENTO DE RUÍDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação, do Centro de Ciências Humanas e da Educação, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão de Unidades de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Jordan Paulesky Juliani
Coorientador: Prof. Dr. Raphael Winckler de Bettio

FLORIANÓPOLIS, 2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do FAED/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Amaral, Fernanda Vasconcelos

Internet das coisas em bibliotecas : requisitos de um sistema para monitoramento de ruído / Fernanda Vasconcelos Amaral. -- 2020.

166 p.

Orientador: Jordan Paulesky Juliani

Coorientador: Raphael Winckler de Bettio

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão de Unidades de Informação, Florianópolis, 2020.

1. Internet das Coisas. 2. Sistema de Monitoramento de Ruídos. 3. Engenharia de Requisitos. 4. Gestão de Bibliotecas. I. Juliani, Jordan Paulesky . II. Bettio, Raphael Winckler de . III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão de Unidades de Informação. IV. Título.

FERNANDA VASCONCELOS AMARAL

**INTERNET DAS COISAS EM BIBLIOTECAS: REQUISITOS DE UM SISTEMA
PARA MONITORAMENTO DE RUÍDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação, do Centro de Ciências Humanas e da Educação, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão de Unidades de Informação.

Banca Examinadora:

Orientador: _____
Prof. Dr. Jordan Paulesky Juliani
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Coorientador: _____
Prof. Dr. Raphael Winckler de Bettio
Universidade Federal de Lavras - UFLA

Membro: _____
Prof.^a Dra. Ana Maria Pereira
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro: _____
Prof. Dr. Vinícius Medina Kern
Universidade do Estado de Santa Catarina - UFSC

Florianópolis, 16 de junho de 2020.

AGRADECIMENTOS

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós”.
(Antoine de Saint-Exupéry)

Em primeiro lugar, agradeço a meus pais, Jussara e José Vânio, por me apoiarem e compreenderem os momentos de ausência. Eu honro a história de vocês de sacrifícios para que minha irmã, meu irmão e eu recebêssemos uma boa educação.

Agradeço à minha irmã Jaqueline, ao meu irmão Thiago e ao meu cunhado Tiaguinho por, mesmo à distância, acompanharem a minha busca por novos conhecimentos.

Agradeço à minha grande amiga Jana pelas palavras de carinho, elogios e incentivo. Você será para sempre o melhor presente que a Biblioteconomia me trouxe.

Agradeço à Thais por me ouvir durante os momentos mais difíceis e trocar inúmeras ideias sobre o papel do bibliotecário e da Ciência da Informação na sociedade atual.

Agradeço à Salete pelo acolhimento tão generoso em sua casa, e à Bruna e Maria pela companhia e entendimento dos momentos de crise.

Agradeço a turma dos “iluminados de Floripa” por todos os novos aprendizados na Ilha da Magia, em especial a Belinha, Paulinha e Ju por formarem comigo o Quarteto Fantástico.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras pela incrível oportunidade de realizar esse mestrado e por acreditar na importância de capacitar seu quadro de servidores para melhor atender a comunidade acadêmica.

Agradeço a todos os colegas da Biblioteca Universitária da UFLA pelos maiores aprendizados que tive durante minha carreira profissional, contribuindo para meu crescimento enquanto bibliotecária e ser humano. Agradecimentos especiais ao Nivaldo e ao Eduardo pelo apoio ao meu projeto mesmo em meio a todas as adversidades envolvidas na gestão de uma biblioteca; à Tati pela amizade e o carinho recebido; e à equipe da CDA por adaptarem o trabalho da coordenadoria durante minha ausência.

Agradeço aos participantes da pesquisa, tanto os usuários quanto os servidores da BU/UFLA, que contribuíram com uma discussão tão rica para o meu projeto.

Agradeço ao meu orientador Jordan e ao meu coorientador Raphael pelo entusiasmo pelo tema da pesquisa e valiosa orientação durante o mestrado.

Agradeço aos membros da banca de qualificação e defesa, Ana Maria, Vinícius, Telma e Lani, pelas sugestões e preciosas contribuições para a melhora do texto.

Agradeço aos colegas da turma PPGInfo 2018 pelas trocas, sempre tão ricas de experiências e visões de mundo. Agradeço em especial a Vivi pelos vários trabalhos realizados em conjunto e ao Neri pela revisão do texto.

Agradeço à Universidade do Estado de Santa Catarina e aos professores do PPGInfo por me mostrarem novas facetas da área de Biblioteconomia e Ciência da Informação.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram ao longo da minha caminhada para que eu compreendesse a importância do papel do bibliotecário e da pesquisa científica.

Gratidão Universo pela jornada!

“Tornamo-nos deuses na tecnologia, mas
permanecemos macacos na vida”.
(Arnold Toynbee)

RESUMO

A internet das coisas (IoT) é uma das tecnologias mais promissoras nas transformações advindas da chamada 4ª Revolução Industrial, que promoverá a criação de sistemas ciberfísicos por meio da integração entre os mundos físico e digital. Por isso, esta pesquisa aborda as possibilidades de incorporação da IoT em bibliotecas, com o intuito de inserir essas unidades de informação no contexto da 4ª Revolução Industrial. O objetivo é investigar, por meio da especificação de requisitos, como a aplicação de IoT pode contribuir para atender as necessidades dos usuários de uma biblioteca. Trata-se de uma pesquisa exploratória e o método escolhido é o estudo de caso. Sob o ponto de vista da natureza da coleta e análise de dados, possui uma abordagem quanti-qualitativa, pois combina dados quantitativos e qualitativos. O procedimento metodológico está fundamentado na Engenharia de Requisitos e envolveu três fases: 1) a elicitação de requisitos, para identificar oportunidades e problemas na utilização da biblioteca e gerar soluções baseadas em IoT; 2) a especificação de requisitos, para detalhar e descrever em linguagem apropriada os requisitos elicitados; e 3) a validação dos requisitos, para avaliar se os requisitos estão claros e completos. Para o tratamento dos dados coletados, utilizou-se a análise de conteúdo e a elaboração de um Documento de Requisitos de Sistema (DRS) baseado na norma IEEE 830/1998. Os resultados finais da pesquisa permitiram apontar nove aplicações principais de IoT no ambiente das bibliotecas com potencial para melhorar os serviços ofertados aos usuários e facilitar o trabalho desempenhado pelos bibliotecários. Dentre as soluções baseadas em IoT elencadas, a criação de um sistema de monitoramento de ruídos foi eleita como a mais viável de implementação. O sistema idealizado almeja auxiliar na manutenção de um nível de barulho aceitável nas áreas de estudo, além de utilizar o ruído como um dado para apoiar as atividades de gestão da biblioteca. Por fim, conclui-se que a IoT possui potencial para promover inovações no ambiente das bibliotecas, com a finalidade de modernizar os serviços oferecidos e buscar uma maior satisfação dos usuários atendidos.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Sistema de Monitoramento de Ruídos. Engenharia de Requisitos. Gestão de Bibliotecas.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is one of the most promising technologies in the transformations caused by the so-called 4th Industrial Revolution, which promotes the creation of cyber-physical systems through the integration between the physical and the digital worlds. Therefore, this research addresses the possibilities of incorporating IoT in libraries, in order to introduce these information units in the context of the 4th Industrial Revolution. The goal is to investigate, through a requirements specification, how IoT applications can contribute to answering library users' needs. It is an exploratory research and the method chosen is the case study. Considering the nature of the data collection and analysis, it has a quantitative and qualitative approach, owing to the combination of quantitative and qualitative data. The methodological procedure is based on Requirements Engineering and involves three phases: 1) the requirements elicitation, aiming to identify opportunities and problems while using the library and to generate IoT-based solutions; 2) the requirements specification, to detail and describe the requirements in appropriate language; and 3) the requirements validation, to assess whether the requirements are clear and complete. For the collected data processing, it was used the content analysis technique and the elaboration of a System Requirements Specifications (SRS) based on the IEEE 830/1998 standard. The research final results allowed to indicate nine main applications of IoT in the library environment with potential to improve the services offered to users and facilitate the work performed by librarians. Among the IoT-based solutions listed, the creation of a noise monitoring system was chosen as the most feasible to implement. The idealized system aims to assist in maintaining an acceptable noise level in the study areas and also use the noise as a data to support the library management activities. Lastly, it is concluded that IoT has a potential to promote innovations in the library environment, in order to modernize the services offered and pursue greater satisfaction from the users served.

Keywords: Internet of Things. Noise Monitoring System. Requirements Engineering. Library Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de arquitetura de sistemas de IoT.....	28
Figura 2 – Requisitos de usuário e de sistema.....	46
Figura 3 – Visão em espiral da Engenharia de requisitos de acordo com Sommerville (2011)	51
Figura 4 – Estrutura de um documento de requisitos	56
Figura 5 – Organograma da BU/UFLA	62
Figura 6 – Fases da pesquisa	64
Figura 7 – Vínculo dos usuários com a universidade	73
Figura 8 – Idade dos usuários	74
Figura 9 – Área de estudo dos usuários	74
Figura 10 – Usuários que mantem dados móveis do celular ligado durante todo o dia	75
Figura 11 – Usuários que mantem rede de Wi-Fi do celular ligada durante todo o dia	75
Figura 12 – Usuários que desabilitam rede de Wi-Fi ou funcionalidade de dados móveis para poupar bateria do celular	76
Figura 13 – Usuários com conhecimento sobre habilitar o <i>bluetooth</i> do celular	76
Figura 14 – Quais aplicativos os usuários utilizam no celular	77
Figura 15 – Nível de preocupação dos usuários com o compartilhamento de dados	78
Figura 16 – Usuários que conhecem a tecnologia de IoT	78
Figura 17 – Usuários que utilizam algum dispositivo com IoT	78
Figura 18 – Frequência com que usuário estão de posse do cartão da instituição	79
Figura 19 – Nível de dificuldade na utilização do RIUFLA	81
Figura 20 – Fontes de indicação de materiais bibliográficos	81
Figura 21 – Avaliação dos serviços de autoempréstimo e autodevolução	82
Figura 22 – Nível de dificuldade na utilização das máquinas de autoempréstimo e autodevolução.....	82
Figura 23 – Usuários que se sentem seguros em utilizar a biblioteca após a capacitação	83
Figura 24 – Facilidade para utilizar o catálogo eletrônico (Pergamum).....	86
Figura 25 – Avaliação do sistema de reserva	86
Figura 26 – Facilidade na localização dos livros e periódicos nas estantes.....	87
Figura 27 – Facilidade na localização dos espaços e setores da BU	88
Figura 28 – Preferência de sinalização para auxiliar na locomoção dentro da BU/UFLA	89
Figura 29 – Avaliação do silêncio dentro da BU.....	90

Figura 30 – Avaliação da conexão de Wi-Fi, iluminação e temperatura da BU/UFLA	90
Figura 31 – Representação gráfica do mapa de calor do nível de ruído dentro da biblioteca	115
Figura 32 – Captação dos decibéis pelos celulares e transmissão para um servidor de processamento de dados	117
Figura 33 – Processamento dos dados coletados.....	118
Figura 34 – Dados processados e disponibilizados para acesso por meio de um aplicativo..	119
Figura 35 – Prova de Conceito do sistema proposto	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Segmentos de aplicações da IoT	30
Quadro 2 – Etapas de Engenharia de Requisitos de acordo com diferentes autores	49
Quadro 3 – Propostas com soluções baseadas em IoT para atender as demandas identificadas	91
Quadro 4 – Matriz SWOT das propostas prioritárias	108

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALA	American Library Association
BU/UFLA	Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Lavras
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDA	Coordenadoria de Desenvolvimento do Acervo
CDD	Classificação Decimal de Dewey
CDU	Classificação Decimal Universal
CIS	Coordenadoria de Informações e Serviços
COMUT	Comutação Bibliográfica
CONEP	Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
CPS	<i>Cyber Physical Systems</i> (Sistemas ciber-físicos)
CPT	Coordenadoria de Processos Técnicos
CRI	Coordenadoria de Repositório Institucional
CTI	Coordenadoria de Tecnologia da Informação
dB	Decibéis
DCC	Departamento de Ciência da Computação
DRS	Documento de Requisitos de Sistemas
ESAL	Escola Agrícola de Lavras
EPV	Espaço de Pesquisa Virtual
GDPR	<i>General Data Protection Regulation</i> (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados)
GPS	<i>Global Position System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
MIT	Massachusetts Institute of Technology
M2M	<i>Machine to Machine</i> (Máquina a Máquina)
MEC	Ministério de Educação
NFC	<i>Near Field Communication</i> (Comunicação por campo de proximidade)
OCLC	Online Computer Library Center
PoC	Prova de Conceito
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por radiofrequência)
RIUFLA	Repositório Institucional Universidade Federal de Lavras
RTF	Revisões Técnicas Formais
SIG	Sistema Integrado de Gestão
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	19
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo geral	20
1.2.2 Objetivos específicos	21
1.3 JUSTIFICATIVA.....	21
1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	23
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2 INTERNET DAS COISAS	25
2.1 CONCEITOS	25
2.2 ARQUITETURA EM CAMADAS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS À IOT.....	27
2.3 APLICAÇÕES DE IOT	30
2.4 OS RISCOS DA IOT: PRIVACIDADE E SEGURANÇA	34
3 INTERNET DAS COISAS EM BIBLIOTECAS	38
3.1 APLICAÇÕES DE IOT EM BIBLIOTECAS.....	38
3.2 PANORAMA INTERNACIONAL	40
3.3 PANORAMA BRASILEIRO	42
4 ENGENHARIA DE REQUISITOS	44
4.1 CONCEITOS	44
4.2 PROCEDIMENTOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS	49
4.2.1 Estudo de viabilidade ou anteprojeto	52
4.2.2 Elicitação e análise de requisitos	53
4.2.3 Especificação dos requisitos	55
4.2.4 Validação dos requisitos	57
4.2.5 Gerenciamento de requisitos	58
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	59
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	59
5.2 CAMPO DA PESQUISA	60
5.3 FASES DA PESQUISA	64
5.3.1 Fase de elicitação de requisitos	65
<i>5.3.1.1 Pesquisa com os usuários da BU/UFLA</i>	65
<i>5.3.1.2 Pesquisa com Comissão Técnica da BU/UFLA</i>	67
5.3.2 Fase de especificação de requisitos	68

5.3.3 Fase de validação de requisitos	68
5.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	68
6 IOT NA BIBLIOTECA DA UFLA.....	73
6.1 PERSPECTIVA DE VALOR PARA OS USUÁRIOS.....	73
6.1.1 Caracterização dos usuários da BU/UFLA	73
6.1.2 Experiência do Usuário na BU/UFLA	79
6.1.3 Problemas e expectativas dos usuários em relação à BU/UFLA.....	85
6.1.4 Propostas com soluções baseadas em IoT para atender as demandas identificadas	91
6.2 PERSPECTIVA DE VALOR PARA OS GESTORES	96
6.2.1 Avaliação das soluções geradas.....	96
6.2.2 Percepção dos gestores quanto à tecnologia de IoT em bibliotecas	104
6.3 AVALIAÇÃO DAS DEMANDAS PRIORITÁRIAS	107
6.4 SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE RUÍDOS	112
6.4.1 Sistema proposto	113
6.4.2 Criação da Prova de Conceito do sistema	116
6.4.3 Avaliação do sistema proposto.....	121
6.4.3.1 Avaliação do DRS	121
6.4.3.2 Avaliação do PoC.....	123
6.4.4 Documento de Requisitos de Sistema (DRS)	125
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS.....	136
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	149
APÊNDICE B – BRAINSTORMING	155
APÊNDICE C – CADERNO DE SENSIBILIZAÇÃO.....	157
APÊNDICE D – GRUPO FOCAL	160
APÊNDICE E – ROTEIRO DE GRUPO FOCAL COM COMISSÃO TÉCNICA DA BU/UFLA	162
APÊNDICE F – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM COMISSÃO TÉCNICA DA BU/UFLA	164
APÊNDICE G – ROTEIRO DO GRUPO FOCAL COM GESTORES E PROFISSIONAL DE TI DA BU/UFLA (FASE DE AVALIAÇÃO)	165
APÊNDICE H – ROTEIRO DO GRUPO FOCAL COM PROFISSIONAIS DE TI DA UFLA (FASE DE AVALIAÇÃO).....	166

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia no cotidiano da sociedade está modificando profundamente a forma como o ser humano trabalha, realiza suas atividades pessoais e até mesmo interage uns com os outros. Seja para viabilizar, facilitar ou agilizar o desempenho de uma tarefa, as tecnologias estão cada vez mais presentes como um intermediário entre o sujeito e o ambiente que o rodeia.

Voltando no tempo para demarcar as grandes alterações na maneira de viver da humanidade, Schwab (2016) elenca cinco grandes revoluções tecnológicas. A primeira é a Revolução Agrícola com a transição do forrageamento (busca por alimentos) para a agricultura (técnica de cultivo do solo). Movida pela força dos animais e seres humanos, essa revolução resultou no aumento da produção de alimentos, no crescimento populacional e início do processo de urbanização, com o surgimento das cidades. Em seguida, já no espaço urbano, ocorrem uma série de revoluções industriais. No final do século XVIII, ocorre a 1ª Revolução Industrial caracterizada pela mecanização e pela energia a vapor. A 2ª Revolução Industrial, no século XIX, é marcada pelo início da produção em massa e pela energia elétrica. A 3ª Revolução Industrial, iniciada na década de 1960, promove a automação dos processos, com a introdução dos computadores e da internet, sendo por isso denominada de revolução digital. E, por fim, a partir do século XXI, chegamos a 4ª Revolução Industrial, caracterizada pela internet móvel e ubíqua (disponível em todos os lugares, a qualquer hora), sensores cada vez menores e poderosos, inteligência artificial, aprendizagem automática, interação entre diferentes sistemas e velocidade das mudanças em um ritmo exponencial.

Essas revoluções são marcadas pela “[...] transição da força muscular para a energia mecânica, a qual evolui até a atual quarta revolução industrial, momento em que a produção humana é aumentada por meio da potência aprimorada da cognição” (SCHWAB, 2016, p. 11). Dessa forma, percebe-se uma trajetória na qual, primeiramente, a força bruta do ser humano e animais são potencializadas, sendo em seguida substituída pelas máquinas (processos de mecanização e automação), possibilitando a produção em larga escala por meio de linhas de montagem padronizadas. A 4ª Revolução Industrial, por sua vez, refere-se a um crescimento exponencial da capacidade de gerar conhecimentos, com o surgimento de tecnologias sofisticadas e integradas, que facilitarão imensamente as atividades de captação, análise e processamento de dados. Nessa nova realidade, dispositivos inteligentes, por exemplo, preveem falhas nos processos produtivos de uma fábrica, agendam manutenções de equipamentos e

promovem a adaptação de sistemas diante de mudanças não planejadas, tudo em tempo real (FUNCHAL, 2017).

A perspectiva de uma 4ª Revolução Industrial advém do termo Indústria 4.0, que foi utilizado pela primeira em uma feira industrial em Hannover, na Alemanha, em 2011 (DRATH; HORCH, 2014). Este novo modelo industrial é fundamentado no objetivo de fundir o mundo físico ao virtual, ao gerar sistemas ciber-físicos (CPS - *Cyber Physical Systems*), nos quais entidades físicas podem ser controladas por sistemas computacionais em rede¹ (BAHRIN, 2016; DRATH; HORCH, 2014; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBI, 2013).

Não há um consenso em relação à caracterização das Indústrias 4.0, mas é um conceito que engloba, tecnologias de computação nas nuvens, internet das coisas (IoT – *Internet of Things*), *big data*, realidade aumentada, robótica, impressão 3D, tecnologias implantáveis e vestíveis, *blockchain*, computação ubíqua, sistemas de simulações digitais, entre inúmeros outros recursos tecnológicos (BAHRIN, 2016; SCHWAB, 2016).

Uma diferença desta revolução com as anteriores é a possibilidade de prever as transformações a priori e não apenas observar os acontecimentos *ex-post* (DRATH; HORCH, 2014; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). Isso oferece uma oportunidade de refletir sobre a perspectiva de mundo almejada para o futuro e de

[...] moldar a quarta revolução industrial para garantir que ela seja empoderadora e centrada no ser humano — em vez de divisionista e desumana — não é uma tarefa para um único interessado ou setor, nem para uma única região, ou indústria ou cultura. Pela própria natureza fundamental e global dessa revolução, ela afetará e será influenciada por todos os países, economias, setores e pessoas. E, portanto, crucial que nossa atenção e energia estejam voltadas para a cooperação entre múltiplos *stakeholders* que envolvam e ultrapassem os limites acadêmicos, sociais, políticos, nacionais e industriais. As interações e as colaborações são necessárias para criarmos narrativas positivas, comuns e cheias de esperança que permitam que indivíduos e grupos de todas as partes do mundo participem e se beneficiem das transformações em curso. (SCHWAB, 2016, p. 9-10).

Refletir sobre a nova revolução industrial é imprescindível, pois as inovações tecnológicas afetam não somente o ambiente de trabalho como também a esfera pessoal dos

¹ Na revisão de literatura consultada, o termo físico é utilizado em contraposição ao conceito de digital, mas cabe aqui uma reflexão sobre essa terminologia. O mundo digital não é desprovido de materialidade, pois somente pode ser operacionalizado por meio de hardwares, ou seja, equipamentos físicos. Por isso, embora essa oposição entre o físico e digital seja amplamente disseminada na literatura, a terminologia mais correta seria contrapor o analógico ao digital. De forma semelhante, a contraposição entre os mundos virtual e físico também é problemática, pois o virtual também está ancorado no mundo físico. Dessa forma, entende-se o mundo físico como aquele baseado no analógico, enquanto o mundo virtual é inerente a ambientes simulados por meio de sistemas de computação.

sujeitos na sociedade. Se no início da 3ª Revolução Industrial, por exemplo, os computadores eram compostos por um *mainframe* que ocupava uma sala inteira em fábricas e escritórios, em seguida surgiram os computadores portáteis, os celulares, *tablets*, *smartphones* e mais recentemente os *wearables* (dispositivos vestíveis, como o *smartwatch*/relógio inteligente). Conseqüentemente, a possibilidade de ter um supercomputador dentro do bolso tornou-se uma realidade mesmo entre populações mais desfavorecidas, localizadas em regiões subdesenvolvidas ou remotas (SCHWAB, 2016). A disseminação desses dispositivos, por um menor custo de aquisição, é primordial para facilitar o cotidiano das pessoas não só no ambiente de trabalho como em suas vidas pessoais.

Nos ambientes fora das indústrias, seja em locais residenciais, públicos ou privados, a 4ª Revolução Industrial também propicia grandes transformações e faz surgir os espaços inteligentes (*intelligent spaces* ou *smart environment*). Lupiana, O’Driscoll e Mtenzi (2009) definem os espaços inteligentes como locais físicos altamente integrados a um sistema computacional e que reagem de acordo com as necessidades humanas. Esta é uma nova era na sociedade, onde a computação será embutida e distribuída imperceptivelmente pelos ambientes (KUNIAVSKY, 2010). O objetivo final é que as tecnologias incorporadas forneçam suporte inteligente e relevante para melhorar a experiência humana no mundo físico de maneira menos invasiva que as tecnologias anteriores (STEVENTON; WRIGHT, 2006).

Os mais diferentes locais, como um campus universitário, sala de aula, shopping center e mesmo espaços urbanos inteiros, podem transformar-se em ambientes inteligentes. Nas cidades inteligentes, por exemplo, é possível melhorar o tráfego de automóveis nas ruas e estradas por meio de alertas sobre congestionamentos e acidentes, monitorar o nível de poluição do ar para tomar as medidas cabíveis, entre diversas outras atividades para aumentar a eficiência na gestão da cidade e melhorar a qualidade de vida da população (RIO *et al.*, 2018; ZANELLA *et al.*, 2014).

Contudo, na criação dos espaços inteligentes é necessário, primeiramente, desenvolver a hiperconectividade entre os objetos físicos (as “coisas”) e os sistemas computadorizados por meio da tecnologia de IoT (CUNHA, 2016), que promove a fusão do mundo físico ao digital. A implementação de IoT é, portanto, um passo essencial para criar os ambientes inteligentes e alcançar todas as potencialidades advindas da 4ª Revolução Industrial.

Com a IoT, qualquer objeto físico é conectado à internet e possui funcionalidades para capturar, processar, armazenar e transmitir dados em rede (LACERDA, 2015). Dessa forma, é possível, por exemplo, que um despertador, ao disparar às 6 da manhã, já notifique a cafeteira para iniciar o preparo do café; ou, ao conduzir uma pessoa para uma reunião, um carro

autodirigível verifique as condições de trânsito e determine o melhor trajeto a ser seguido, além de notificar os participantes da reunião em caso de atraso na chegada ao local de encontro (MORGAN, 2014).

A Cisco, empresa americana de soluções para redes e comunicação, prevê que no ano de 2025 haverá aproximadamente 75 bilhões de dispositivos conectados à internet (HORWITZ, 2019). Quanto mais objetos conectados em rede, maiores são as possibilidades de oferecer novos e diferenciados serviços e produtos, por meio da integração de todos os dados gerados por essa rede de hiperconectividade.

Em termos econômicos, o McKinsey Global Institute estima que as aplicações de IoT possam gerar um impacto na economia entre 3,9 trilhões a 11,1 trilhões de dólares por ano em 2025 (MANYIKA; CHUI, 2015). No âmbito político, dado o desafio de materializar as soluções baseadas em IoT, os países estão reunindo esforços entre governo, academia e setor privado para discutir a aplicação dessa tecnologia (LACERDA, 2015). E, tal como nas outras revoluções industriais, os países e empresas pioneiros na incorporação das novas tecnologias, provavelmente, terão uma vantagem em relação aos demais.

Adentrando o contexto das bibliotecas, objeto de estudo desta pesquisa, o potencial de aplicação de IoT é alto, pois é um espaço que lida com inúmeros objetos e constante fluxo de pessoas. Ao promover a integração ciber-física proporcionada pela IoT, os bibliotecários terão à sua disposição mais ferramentas para compreender a utilização do acervo, dos espaços físicos da biblioteca e a forma como os usuários interagem com esses recursos. Por sua vez, os usuários terão novos serviços e produtos para satisfazer suas necessidades informacionais e proporcionar uma melhor experiência ao utilizar a biblioteca.

Contudo, em pesquisas realizadas por Souza e Carvalho (2017) no Brasil e Kaushik (2019) nos Estados Unidos, constatou-se que os bibliotecários ainda estão pouco familiarizados com o tema IoT em bibliotecas. Por isso, esta pesquisa se propõe a aprofundar o estudo sobre a inserção dessa nova tecnologia no cenário das bibliotecas.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

O ambiente das bibliotecas não ficou indiferente aos avanços tecnológicos das revoluções industriais. Da substituição das fichas catalográficas por sistemas eletrônicos de gerenciamento de acervo, passando pela adoção das máquinas de autoempréstimo e autodevolução, as bibliotecas incorporaram vários recursos tecnológicos em suas rotinas de trabalho.

Contudo, mais do que informatizar as bibliotecas, é necessário também criar novos tipos de serviços, ainda indisponíveis ao público atendido. Nesta missão, as novas tecnologias da 4ª Revolução Industrial são importantes aliadas para propiciar experiências inovadoras, que dinamizem e facilitem a utilização dos serviços da biblioteca, aumentando, conseqüentemente, o nível de satisfação dos usuários atendidos. Ao melhorar a experiência do usuário, as bibliotecas serão capazes de manter a fidelidade dos usuários atuais, que continuarão a frequentar o local, além de atrair um novo público em potencial e fortalecer sua imagem institucional perante a comunidade atendida diante da excelência dos serviços prestados.

Entre as diversas oportunidades para inovar em bibliotecas, a IoT destaca-se por possibilitar que os espaços físicos se tornem mais interativos e os serviços ofertados mais personalizados (HAHN, 2017). Visto que a IoT possui a capacidade de promover a criação de novos serviços e a melhoria das condições do ambiente físico e dos serviços já prestados pela biblioteca, foi proposta uma investigação em torno da seguinte questão: como a IoT pode contribuir para que as bibliotecas ofereçam um ambiente mais moderno e alinhado com as necessidades dos usuários atendidos? A resposta a este problema envolve descobrir as funcionalidades e serviços que podem ser oferecidos por meio de um sistema de IoT; os requisitos tecnológicos necessários, tanto de hardware como de software; problemas e limitações da implantação desta tecnologia em bibliotecas; questões éticas que envolvem a implantação de IoT, em especial em relação a privacidade e segurança dos dados dos usuários; a percepção dos gestores e dos usuários das bibliotecas em relação a essa tecnologia.

Para responder estas indagações, um estudo de caso foi desenvolvido na Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Lavras (BU/UFLA). Por meio de um processo de Engenharia de Requisitos, foi realizada uma investigação sobre a aplicação de IoT em uma biblioteca universitária, analisando o contexto organizacional da unidade de informação, as necessidades de sua comunidade e as possibilidades de recursos financeiros e tecnológicos para implementação de um sistema baseado em IoT.

1.2 OBJETIVOS

A pesquisa foi norteada para alcançar os objetivos geral e específicos apontados abaixo.

1.2.1 Objetivo geral

Investigar, por meio da especificação de requisitos, como a aplicação de IoT pode contribuir para atender as necessidades dos usuários de uma biblioteca.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) identificar as aplicações de IoT em bibliotecas, no Brasil e no exterior;
- b) identificar as demandas da comunidade de usuários de uma biblioteca que podem ser atendidas por meio das tecnologias de IoT;
- c) identificar a percepção, aceitabilidade e expectativas dos gestores e usuários de uma biblioteca em relação à IoT;
- d) elicitare os requisitos de um sistema de IoT a partir das demandas identificadas;
- e) especificar e registrar os requisitos elicitados;
- f) avaliar o sistema proposto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Espera-se com esta pesquisa contribuir para a melhoria dos serviços prestados pelas bibliotecas e, conseqüentemente, aumentar o nível de satisfação dos usuários, que terão, possivelmente, mais interesse para utilizarem a biblioteca. Dessa forma, acredita-se que este trabalho trará uma contribuição importante para a área de Biblioteconomia e Ciência da Informação, ao propor novas iniciativas a serem implementadas pelas bibliotecas.

Optou-se por desenvolver o estudo de caso em uma biblioteca acadêmica porque no Brasil esse tipo de biblioteca é, geralmente, mais bem equipada e recebe mais investimentos. Devido às avaliações periódicas realizadas pelo Ministério de Educação (MEC), que atrela a qualidade do acervo e serviços prestados às notas dos cursos ofertados pelas universidades, há um interesse institucional em promover seu desenvolvimento, além é claro, de ser um suporte para a comunidade acadêmica onde está inserida.

Em razão desta posição “privilegiada”, as bibliotecas universitárias constituem-se como o local mais propício para desenvolver inovações com tecnologias de internet das coisas. O fato de algumas universidades contarem com departamentos de Ciência e Sistema da Computação, como na UFLA, é outro facilitador para desenvolver iniciativas nessa área. Dessa forma, as bibliotecas universitárias possuem recursos para serem pioneiras na implantação de IoT, e,

posteriormente, os projetos criados podem ser disseminados para outros ambientes de informação, como, por exemplo, as bibliotecas públicas e escolares.

No cenário das bibliotecas universitárias brasileiras, Souza e Carvalho (2017) constaram por meio de uma pesquisa com um grupo de bibliotecários que 53% conheciam sobre o tema IoT e apenas 19% conheciam aplicações dessa tecnologia em bibliotecas. Em relação a infraestrutura necessária para implementação de IoT, cerca de 60% afirmaram acreditar ter os recursos necessários para projetos nessa área e 87% informaram que receberiam apoio do setor de informática da instituição para instalação de um sistema IoT.

Ou seja, embora possuam pouco conhecimento sobre aplicação de IoT em bibliotecas, os bibliotecários lotados em universidades acreditam que teriam acesso aos recursos necessários para sua implementação. Portanto, a presente pesquisa se justifica na medida em que vai indicar para esses profissionais da informação um caminho para a implementação de IoT em bibliotecas.

A escolha da BU/UFLA como campo de pesquisa foi motivada por dois fatores: 1) o local é o ambiente de trabalho da pesquisadora, que teve acesso facilitado para realizar a coleta de dados e contar com a colaboração dos participantes do estudo; 2) um docente do Departamento de Ciência da Computação (DCC) da UFLA tem interesse em implementar na prática o sistema proposto ao final da pesquisa.

Destaca-se que no Plano de Desenvolvimento Institucional da UFLA, ano de 2016-2020, a BU/UFLA estabeleceu como objetivos estruturar a biblioteca com recursos modernos de informação e comunicação e inovar na prestação de serviços aos usuários (UFLA, 2016b). A implementação de tecnologias de IoT contribuirá para que ambas as metas sejam alcançadas.

Outro benefício que a BU/UFLA obtém da pesquisa é a possibilidade de planejar em conjunto com os profissionais de Tecnologia da Informação (TI) como o sistema deve operar e suas funcionalidades desejáveis. Pois, de acordo com Kilov e Sack (2009), há uma lacuna de comunicação proverbial entre peritos em informática e peritos no negócio sob análise, que resulta em problemas substanciais no projeto e desenvolvimento de sistemas de informação. Esses problemas incluem perdas monetárias significativas, além da perda de confiança e paciência do cliente diante de um sistema ineficiente. Por isso, a pesquisa se propôs que tanto os usuários quanto os gestores da BU/UFLA tivessem uma voz ativa sobre quais são suas demandas prioritárias e a forma mais adequada de atendê-las.

Por fim, o interesse pelo estudo surgiu da percepção da pesquisadora de que as bibliotecas devem trabalhar constantemente para promover inovações para modernizar os serviços oferecidos e buscar o crescimento da satisfação dos usuários. Embora haja uma grande

adesão às tecnologias de informação e comunicações (TIC) pelas bibliotecas, muitas vezes o processo de apropriação tecnológica é realizado tardiamente, prejudicando a formação de uma percepção da biblioteca como um local de excelência na prestação de serviços. Por isso, é importante que as bibliotecas se insiram nas discussões sobre a 4ª Revolução Industrial e vislumbrem formas de incorporar novas tecnologias para que essas unidades de informação se tornem ambientes inteligentes.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa é um estudo de caso desenvolvido na Biblioteca Universitária da UFLA. Portanto, o sistema proposto possui como escopo o ambiente de uma biblioteca acadêmica e objetiva atender as demandas específicas identificadas nessa unidade de informação. Contudo, o Documento de Requisitos de Sistema proposto ao final da pesquisa possui características generalistas que permite sua utilização por outras bibliotecas, que podem adaptar o sistema ao seu contexto organizacional.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para contextualizar o problema de pesquisa, a revisão da literatura foi estruturada em duas fundamentações: uma conceitual e outra metodológica. Na fundamentação conceitual, primeiramente, é apresentado o conceito de internet das coisas, a arquitetura tecnológica requerida para sua implementação, suas aplicações mais comuns, e os riscos da IoT em relação a privacidade e segurança na coleta e transmissão de dados. Em seguida, discorre-se sobre a aplicação de IoT em bibliotecas, o impacto de sua utilização na gestão desses ambientes, e a produção bibliográfica sobre IoT em bibliotecas no Brasil e no cenário internacional. Na fundamentação metodológica, são apresentados aspectos gerais sobre Engenharia de Requisitos para a criação de softwares e sistemas de informação. A compreensão das etapas do processo de Engenharia de Requisitos, incluindo como elaborar um Documento de Requisitos de Sistema (DRS), é essencial para amparar a metodologia da pesquisa.

Na quinta seção, são apresentados os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa, que terá por base os preceitos da Engenharia de Requisitos. Na sexta seção são discutidos os resultados finais e expostos os dados referentes a proposta de implementação da tecnologia de IoT na BU/UFLA. Para finalizar, a sétima seção faz as

considerações finais sobre as descobertas realizadas durante a pesquisa e indica sugestões para trabalhos futuros.

2 INTERNET DAS COISAS

Nesta seção, apresenta-se a definição de IoT e de termos correlacionados, como computação pervasiva e ubíqua, tecnologia *Machine to Machine* (M2M) e ambientes/dispositivos inteligentes. Explica-se o que está por traz do funcionamento de um sistema baseado em IoT e são apontadas suas principais aplicações. Por fim, discorre-se sobre os riscos da implementação dessa tecnologia, relacionados à segurança e privacidade de dados.

2.1 CONCEITOS

Antes de adentrar na definição propriamente dita sobre em que se constitui a internet das coisas, é necessário esclarecer alguns termos correlatos a esta tecnologia. De acordo com Dohr *et al.* (2010), os principais conceitos relacionados à IoT são:

- conectividade ubíqua: possibilidade de estar conectado à internet em todos os lugares a qualquer hora;
- computação pervasiva: onipresença da computação no cotidiano das pessoas de forma quase imperceptível;
- ambiente inteligente: ambientes interativos que podem ser alterados por meio de dispositivos e sensores instalados nesses espaços.

Além dos três conceitos citados acima, julga-se necessário discorrer também sobre a tecnologia *Machine to Machine* (M2M) para esclarecer fatores mais técnicos por traz da “mágica” da IoT e dos ambientes inteligentes, permeados por computação pervasiva e conectividade ubíqua. Pois Nascimento (2016, p. 17) afirma que a

[...] conectividade entre os dispositivos é uma funcionalidade crítica que é necessária para cumprir a visão da IoT. Ela promete criar um mundo onde todos os objetos ao nosso redor estarão ligados à Internet e poderão se comunicar uns com os outros com o mínimo de intervenção humana.

Nesse cenário, entra em cena o conceito de M2M, que se refere a tecnologias capazes de conectar dispositivos por meio de sistemas com fio ou sem fio. Em plataformas M2M, há módulos que coletam, analisam e transmitem dados diretamente de uma máquina para outra. Na área de transporte, por exemplo, aplicativos como o Uber e Waze coletam dados sobre a localização e velocidade do carro para indicar a trajetória e tempo de chegada de um carro em deslocamento. Nas indústrias, sensores são utilizados para medir a temperatura e umidade do

ambiente e ajustar essas condições automaticamente de acordo com a necessidade requerida. Os objetivos de sistemas M2M são ampliar a produtividade ao agilizar processos, reduzir gastos e aumentar a segurança por meio da diminuição de falhas humanas (HÖLLER *et al.*, 2014).

De acordo com Pereira e Carvalho (2017, p. 1), “[...] a Internet das coisas advém da evolução da tecnologia de comunicação Máquina-a-Máquina (M2M) que através da interconexão das “coisas” ou objetos inteligentes, visa enfatizar, além da monitoração e controle, os processos de otimização e autonomia”. Espera-se que, com a evolução dessa tecnologia, da mesma forma que as pessoas podem se conectar com qualquer pessoa por meio da internet, que os objetos também sejam capazes de se interconectar e interagir uns com os outros (HÖLLER *et al.*, 2014). Dessa forma, a interconectividade expandirá as possibilidades de ofertas de serviços e produtos oferecidos.

A primeira menção ao termo IoT ocorreu no ano de 1999, quando o pesquisador britânico do Massachusetts Institute of Technology (MIT) Kevin Ashton proferia uma palestra em um evento sobre a tecnologia de identificação por rádio frequência (RFID) (ASHTON, 2009). Existem diversas definições de IoT, mas, em síntese, a IoT conecta objetos físicos a internet mediante a utilização de sensores, atuadores, transceptores e microcontroladores, de forma a permitir que objetos analógicos sejam capazes de coletar e transmitir dados em rede (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010; ZANELLA *et al.*, 2014). Sob um ponto de vista menos técnico, a IoT “[...] é um conceito que propõe literalmente a interconexão via Internet de todos os objetos existentes, as chamadas “coisas”. Esta interconexão possibilitaria que os objetos “conversassem” entre si e “tomassem decisões” sem a intervenção humana” (DUTRA; TORIANI, 2016, p. 86). Portanto, a IoT pode ser entendida como uma tecnologia que transforma entidades analógicas em digitais, gerando um alto valor agregado para produtos e serviços, sem a necessidade inerente e constante da intervenção humana.

De acordo com Shin (2010), o entendimento de objeto (coisa) é bastante amplo e abrange tanto artefatos desenvolvidos pelo homem, como um automóvel por exemplo, como também o próprio ser humano ou outros animais. A transformação de seres vivos em uma entidade digital conectada à internet pode ser realizada por meio de implantes de biochips ou por meio de tecnologias menos invasivas como pulseiras ou relógios inteligentes, por exemplo.

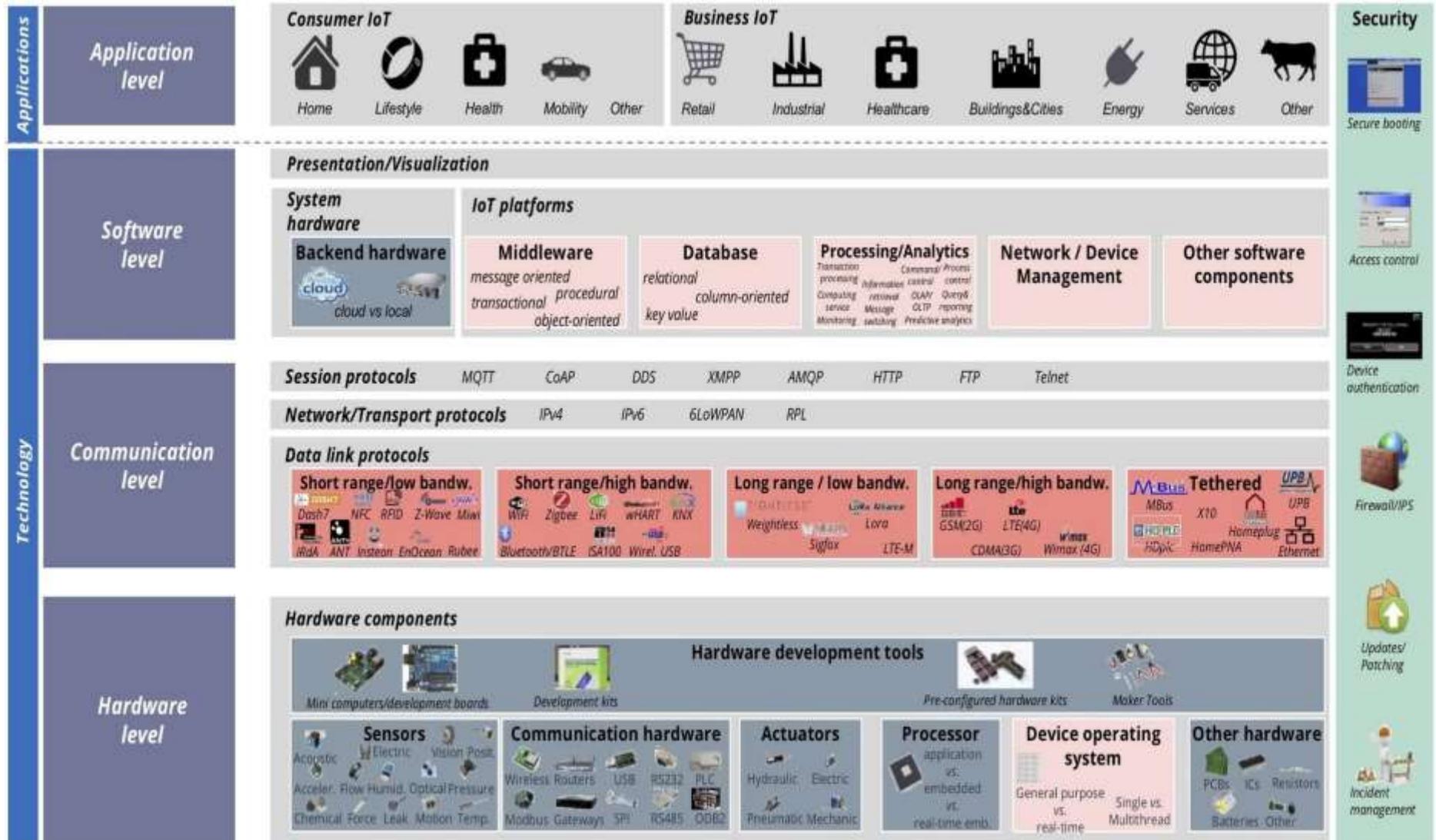
A conexão direta dos objetos físicos à internet configura-se como um passo primordial para a inserção completa da realidade física no ciberespaço. Se a internet, inicialmente, propiciou a conexão em rede dos computadores, seguida pela conexão entre as pessoas, por meio de recursos como e-mail, chats e redes sociais, com IoT os objetos e ambientes também são conectados em rede para ampliar as suas funcionalidades por meio da captação, transmissão

e processamento de dados (ASHTON, 2009). Essa hiperconexão contribuirá para gerar inúmeras soluções para problemas presentes na sociedade, além de melhorar os serviços e produtos já existentes, trazendo mais comodidade e qualidade de vida para os cidadãos.

2.2 ARQUITETURA EM CAMADAS E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS À IOT

A despeito do nome focar no termo “coisa”, não são os objetos em si que são inteligentes na IoT, mas sim as plataformas, que conectam “coisas analógicas” com um sistema digital (ONLINE COMPUTER LIBRARY CENTER, 2015). Para isso, é necessário criar uma arquitetura tecnológica com várias camadas que proporcionem o funcionamento da IoT. Essa arquitetura é ilustrada na Figura 1 e detalhada em seguida.

Figura 1 – Níveis de arquitetura de sistemas de IoT



Fonte: IOT ANALYTCS GMBH (2019).

A arquitetura tecnológica por trás de um sistema de IoT é bastante variável e utiliza um vasto número de tecnologias e camadas de acordo com a especificação de cada sistema. A empresa de consultoria IoT Analytics GmbH propõe uma arquitetura baseada em quatro níveis principais: hardware, comunicação, software e aplicação final (SCULLY, 2019). Esses quatro níveis estão permeados por camada fundamentada na segurança de dados.

Nomeado por alguns autores (DOMINGO, 2012; KHAN *et al.*, 2012) como camada de percepção, o nível de hardware identifica o objeto e coleta informações. É composto por sensores, dispositivos de rede, atuadores (dispositivo que produz movimento ao receber energia elétrica, mecânica ou hidráulica), processadores, microchips, placa de processamento, e outros dispositivos físicos. Há um amplo número de equipamentos que pode ser utilizado, sejam opções já formatadas e disponíveis comercialmente, sejam alternativas criadas por meio de kits e ferramentas de desenvolvimento que permitem uma construção própria e customizada dos equipamentos.

Indicada como camada de rede por outros autores (DOMINGO, 2012; KHAN *et al.*, 2012), o nível de comunicação transmite os dados recebidos do hardware por meio de redes com fio ou sem fio, sendo, portanto, responsável pelo tráfego de dados. Os protocolos de comunicação podem ser proprietários ou de fonte aberta (SCULLY, 2019) e estão divididos em três tipos: protocolos de enlace de dados ou link de dados, protocolos de transporte e rede, e protocolos de sessão.

Não é objetivo dessa sessão entrar em detalhes sobre os padrões utilizados nos protocolos. Contudo, destaca-se que nos protocolos de link de dados há variados graus disponíveis de raio de alcance da rede e de largura da banda (velocidade de transferência de dados). Quanto maior o raio (*range*) e a largura (*bandwidth*), melhor o alcance e a velocidade da comunicação de dados. A Tecnologia de RFID, por exemplo, possui um desempenho de baixo alcance e baixa velocidade, enquanto o WiFi e o *Bluetooth* possuem baixo alcance com uma velocidade de transmissão de dados mais alta. Já as tecnologias de 2G, 3G e 4G possuem além de uma velocidade alta, também um alcance mais amplo, sendo por isso bastante utilizada na telefonia móvel. Por sua vez, as tecnologias de *tethered*, ou de usos de ponto de acesso, permitem que dois dispositivos, um celular e um tablete, por exemplo, dividam uma conexão de banda larga móvel por meio da aproximação dos dispositivos, criando uma rede local de compartilhamento de dados (CONSTANTINESCU *et al.*, 2014).

No nível de software, também denominado de camada de *middleware* (KHAN *et al.*, 2012), os dados transmitidos são armazenados em um banco de dados, processados, analisados e transformados para serem utilizados em uma aplicação. O sistema pode ser construído tanto

em uma rede local como ser armazenado nas nuvens. No nível do software, há duas camadas, o *back-end*, constituído pelos componentes computacionais responsáveis pelas regras de funcionamento do sistema, e o *front-end*, que é a interface mais amigável a ser visualizada pelo usuário final do sistema.

Por fim, no nível de aplicação, ocorre o gerenciamento da aplicação junto ao usuário final do sistema, que pode ser um consumidor individual ou um consumidor institucional. Essa aplicação deve gerar as ações necessárias para atender as necessidades do usuário final.

Esses quatro níveis interagem para propiciar o funcionamento satisfatório do sistema de IoT e devem ser construídos considerando padrões de segurança satisfatórios. Nesse quesito, devem ser considerados configurações contra invasões de *malwares*, criptografia de mensagens e de disco, autenticação do usuário, controle de acesso, gerenciamento de incidentes com os equipamento e dispositivos utilizados, entre outras abordagens.

Em síntese, para que um sistema de IoT seja construído há uma confluência de várias tecnologias, dispostas em camadas que interagem entre si para entregar uma solução para o cliente final. A estruturação dessas camadas e utilização de tecnologias irá variar em grande medida de acordo com a funcionalidade e especificidade de cada sistema de IoT.

Pires *et al.* (2015) alerta que a falta de padronização na arquitetura de IoT torna as plataformas de *middleware* muitas vezes incompatíveis entre si, gerando obstáculos para a interoperabilidade requerida entre os sistemas. Essa é uma questão técnica ainda não solucionada e que demanda atenção no momento de construção dos sistemas.

2.3 APLICAÇÕES DE IOT

A IoT oferece infinitas possibilidades de aplicações nos mais diversos segmentos da sociedade. Da mesma forma que a internet foi aos poucos alcançando um número maior de usuários e o número de websites cresceu exponencialmente, a perspectiva é que o mesmo ocorra com a internet das coisas. O Quadro 1 apresenta os principais segmentos de aplicações da IoT:

Quadro 1 – Segmentos de aplicações da IoT

APLICAÇÕES DE IoT		
Bens de consumo	Saúde	Infraestrutura
<ul style="list-style-type: none"> - Smartphones - Dispositivos vestíveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Fitness - Hospitais - Bioeletrônica 	<ul style="list-style-type: none"> - Residências - Edifícios

<ul style="list-style-type: none"> - Equipamentos domésticos - Carros autônomos 		<ul style="list-style-type: none"> - Estruturas urbanas (rodovias, ruas, pontes, viadutos, etc.)
Transporte	Logística	Indústria e Manufatura
<ul style="list-style-type: none"> - Tráfego - Rotas - Transporte público 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de estoque - Rastreabilidade de mercadorias 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de fábricas - Monitoramento do ciclo de vida dos produtos
Energia	Segurança	Agropecuária
<ul style="list-style-type: none"> - Estações de energia - Distribuição de energia - Monitoramento de energia 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento público - Monitoramento privado - Monitoramento pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento ambiental - Gerenciamento do processo de produção e distribuição de produtos agrícolas - Monitoramento dos animais - Gerenciamento de fazendas e estufas - Gerenciamento da qualidade -
Cidades inteligentes		
<ul style="list-style-type: none"> - Governo eletrônico - Gestão de resíduos - Iluminação - Monitoramento da população 		

Fonte: Elaborado pela autora (2020), com dados adaptados de Dias (2016), Patel e Patel (2016) e Tanwar, Tyagi e Kumar (2018).

O mercado de bens de consumo baseado em IoT abrange os mais diferentes tipos de dispositivos: de eletrodomésticos, como geladeiras e TVs inteligentes, à itens pessoais, como relógios, pulseiras, tênis e óculos inteligentes (MAGRANI, 2018). Destacam-se neste segmento os dispositivos vestíveis e o surgimento dos carros auto dirigíveis.

Na área da Saúde, com a bioeletrônica (combinação de componentes eletrônicos e biológicos), é possível monitorar as condições físicas das pessoas, seja para uso pessoal com fins de melhorar o condicionamento físico, quanto por médicos para realizar diagnósticos, tratamentos e prevenções de doenças (PATEL; PATEL, 2016). No ambiente hospitalar, o rastreamento de objetivos e pessoas agilizam os procedimentos dentro dos hospitais e centros de saúde (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). O monitoramento de cada indivíduo é realizado por meio de sensores, que podem ser inseridos no corpo internamente (nanotecnologia) ou externamente (dispositivos extracorpóreos) (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

Na Infraestrutura, a IoT permite a transformação de domicílios, escritórios e edifícios em ambientes mais funcionais e confortáveis por meio de sistemas para ajuste personalizado de temperatura e luminosidade, além de desligar equipamentos automaticamente quando não estão sendo utilizados (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). O monitoramento com câmeras e alarmes, controle de água e energia são outras funcionalidades para tornar esses ambientes mais seguros e ecologicamente sustentáveis (PATEL; PATEL, 2016). O monitoramento de estruturas urbanas, como viadutos, ruas e rodovias também podem ser elencadas neste segmento. É possível monitorar as condições físicas e as vibrações estruturais de prédios, monumentos históricos e pontes (PATEL; PATEL, 2016).

Na área de Transporte, automóveis, trens, ônibus e mesmo bicicletas recebem sensores e atuadores para serem controlados e monitorados remotamente (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). Em conjunto com o monitoramento das estruturas urbanas, torna-se possível a notificação sobre as condições de tráfego, estabelecimento de rotas inteligentes e melhoria do transporte público.

No campo da Logística, as mercadorias são rastreadas desde a sua produção, passando pela distribuição para o setor de comércio, até alcançar o consumidor final. Dessa forma é possível realizar o controle de estoque e rastrear o deslocamento interno ou transporte externo dos produtos.

Nas Indústrias e Manufaturas, é possível prever a necessidade de manutenção e reparos de equipamentos, há um maior controle dos processos de produção, os produtos são rastreados dentro da cadeia de abastecimento, com um monitoramento completo do ciclo de vida dos produtos (DIAS, 2016; PATEL; PATEL, 2016).

No ramo de Energia, os *smart grids* (rede inteligentes) promovem a gestão eficiente e segura da transmissão e distribuição de energia. São controlados desde as estações de produção

de energia, até o consumo individual dos consumidores, resultando em menos desperdício energético (PATEL; PATEL, 2016).

A área de Segurança é beneficiada pela IoT devido a capacidade desta tecnologia monitorar em tempo real ambientes, pessoas e objetos. Podem ser monitoradas cargas perigosas e químicas durante o transporte, as estruturas de construções de utilidade pública e os espaços públicos (DIAS, 2016). Residências, edificações e fábricas podem ser protegidas remotamente tanto de ocorrências criminais quanto incidentes relacionados com incêndio ou outros sinistros. A nível pessoal, indivíduos idosos ou deficientes podem ser monitorados para garantir sua segurança física e auxiliá-los a ter uma vida mais independente (BORGIA, 2014). A vigilância de pessoas é, contudo, um tema bastante delicado, que envolve várias questões relacionadas com a privacidade.

Na Agricultura, os fatores ambientais são monitorados para a produção e cultivo de plantações, a quantidade de água e fertilizantes do solo controlados, estufas controlam as condições do ambiente para maximizar a produção e fornecer produtos com mais qualidade, os animais tem suas condições físicas e localização monitoradas (PATEL; PATEL, 2016).

Por fim, nas cidades inteligentes, a IoT gera uma enorme quantidade de dados para a gestão pública. Por meio do compartilhamento e colaboração entre diferentes agências governamentais e com seus cidadãos, o governo eletrônico de países, regiões e cidades podem combinar dados para melhorar a condição de vida da população (BROUS; JANSSEN, 2015). A IoT também contribui na gestão de resíduos por meio de lixeiras com sensores que detectam a necessidade de coleta de lixo quando atingem seu limite máximo de armazenamento, monitoramento em tempo real de vagas em estacionamentos, iluminação que se adapta automaticamente às condições de luminosidade (PATEL; PATEL, 2016). Há também outras questões, já mencionadas anteriormente, relacionadas com o monitoramento de infraestruturas, transporte e segurança.

O monitoramento do fluxo de pessoas pode trazer dados importantes para a gestão das cidades, mas é importante estar atento para não haver violações do direito à privacidade dos cidadãos. Lemos (2012) relata um projeto em escolas na cidade de Vitória da Conquista, da Bahia, que implantou etiquetas de RFID nos uniformes dos alunos. O objetivo era diminuir a evasão escolar por meio da disponibilização de informações aos pais sobre os horários de chegada e saída da escola de seus filhos. O projeto gerou controvérsias tanto entre os pais quanto entre os funcionários da escola.

As aplicações apontadas acima são apenas algumas possibilidades já em desenvolvimento. A amplitude de abrangência de produtos, serviços e ecossistemas de IoT é

enorme e engloba diversos segmentos da sociedade, que utilizam essa tecnologia para customizar soluções para os desafios de sua área de atuação.

2.4 OS RISCOS DA IOT: PRIVACIDADE E SEGURANÇA

As aplicações apontadas acima demonstram que, embora a IoT proporcione inúmeras melhorias na qualidade de vida da população, diminuição de custos em empresas, aumento de produtividade e agilidade no desempenho de atividades, existem fatores preocupantes em relação à privacidade e segurança de dados. Ademais, o estabelecimento de políticas públicas pode favorecer ou dificultar a disseminação da internet das coisas, além de regularizar o seu uso e estabelecer restrições para a coleta e utilização de dados.

O crescimento de sistemas de IoT conduz a um aumento exponencial do compartilhamento de dados, sendo possível monitorar todo o cotidiano do indivíduo 24 horas por dia e triangular dados para as mais diversas finalidades. Dessa forma, o cenário futurista do *Big Brother* de George Orwell tornou-se uma realidade, na qual atualmente, sem que o usuário sequer perceba, milhares de dados são coletados todos os dias, rotineiramente, pelos navegadores de internet, mídias sociais e dispositivos eletrônicos.

Por isso, é imprescindível que os cidadãos entendam como funcionam os sistemas de coleta, transmissão e processamento de dados, como esses dados serão utilizados e quem terá acesso às informações geradas e para qual finalidade. Somente com esse conhecimento, o cidadão poderá fazer escolhas conscientes sobre a adoção de sistemas de IoT que preservem os direitos básicos de privacidade do cidadão. Por sua vez, as instituições, sejam privadas ou governamentais, devem primar pela transparência de suas políticas de coleta e transferência de dados e se precaver para assegurar a proteção aos dados constantes em seus sistemas.

Em relação a privacidade, Mcewen e Cassimally (2013) promovem uma discussão em torno dos direitos sobre os dados, que envolve dois atores: o sujeito que tem seus dados coletados (*data subject*) e o proprietário dos sensores responsáveis pela coleta de dados (*data licensor*). Não há uma jurisdição clara que estabeleça quem possui poderes de decisão sobre os dados coletados. Essa situação é particularmente complexa, pois muitos indivíduos aceitam os termos de uso de sistemas e aplicativos sem ler ou entender sobre como seus dados serão utilizados.

Em outros casos, as empresas não são transparentes quanto às funcionalidades de seus equipamentos, deixando seus consumidores em situação de vulnerabilidade. A empresa coreana Samsung, por exemplo, foi denunciada após descobrir-se que as *smart TVs* da marca

capturavam conversas dos consumidores quando a funcionalidade de comando de voz estava ativa nos aparelhos (MCEWEN; CASSIMALLY, 2013). Vieira (2016) alerta para os riscos dos assistentes virtuais por comandos de voz disponibilizados em celulares que podem ser utilizados para fins de vigilância estatal ou mercantil. Na vigilância estatal, os sujeitos são visados enquanto agentes políticos a serem controlados; enquanto na vigilância mercantil os sujeitos são agentes econômicos a serem influenciados para aumentarem o seu desejo de consumo (VIEIRA; EVANGELISTA, 2015).

Há um receio também que dados coletados para determinada finalidade sejam utilizados para outros fins. Por exemplo, relógios que medem a frequência cardíaca quando se faz exercícios físicos poderiam ser utilizados para monitorar a saúde dos pacientes e indicar tratamentos preventivos, mas poderia servir também para companhias de seguro aumentar o valor do plano de saúde desse consumidor.

Diante de desafios como esse, especialistas de um grupo sobre IoT instituído pela União Europeia concluiu em um relatório a necessidade de respeitar o princípio da integridade contextual, segundo o qual as informações fornecidas para uso em um dado contexto não devem ser utilizadas em um contexto diferente daquele previamente autorizado (EUROPEAN COMMISSION, 2012). Dessa forma, os dados de relógios inteligentes de uso particular não poderiam ser vendidos para companhias de seguro de saúde sem o devido consentimento do cliente.

A segurança da informação colocada nas “nuvens” é outra preocupação constante, devido aos riscos de vazamentos e ataques de *hackers*. Em um ambiente permeado pela computação pervasiva/ubíqua, falhas de software, hardware ou ataques cibernéticos podem ter consequências devastadoras para empresas e para o cidadão individualmente. De acordo com Magrani (2018), os próprios desenvolvedores de sistemas de IoT não possuem uma noção completa do que realmente precisa ser feito para garantir a segurança dos dados. Por isso, a fórmula indicada é trabalhar com testes de vulnerabilidade em softwares e sistemas e conscientizar os usuários da importância de manterem seus dispositivos permanentemente atualizados com as ferramentas de segurança disponibilizadas.

Para garantir a proteção dos cidadãos e balizar a atuação de organizações detentoras de dados, foi criada no Brasil a Lei nº 13.709 de 14 de agosto de 2018, que instituiu a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) e regulamenta o tratamento de dados pessoais em território brasileiro, inclusive em meios digitais. Inspirada na *General Data Protection Regulation* (GDPR) da União Europeia (FINKELSTEIN; FINKELSTEIN, 2019), a LGPD visa

a “[...] proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural” (BRASIL, 2018).

Toda organização, seja pública ou privada, que realize tratamento de dados pessoais deverão assumir a responsabilidade de garantir que seus serviços cumpram a nova legislação. De acordo com a LGPD, dado pessoal deve ser entendido como qualquer informação relacionada a um sujeito que possa identificá-lo e o tratamento de dados pessoais abrange

Toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração. (BRASIL, 2018).

O artigo 6 da LGPD determina que o tratamento de dados pessoais deve respeitar os seguintes princípios:

- finalidade: os dados devem ser tratados para propósitos legítimos, específicos e explicitamente informados aos cidadãos, sem possibilidade de tratamento posterior de forma incompatível com a finalidade previamente informada;
- adequação: o tratamento deve ser compatível com as finalidades informadas;
- necessidade: limitar ao mínimo o tratamento dos dados, restringindo a abrangência aos dados pertinentes à finalidade informada;
- livre acesso: garantia ao titular dos dados de consulta facilitada e gratuita sobre a forma e duração do tratamento e a integralidade de seus dados pessoais;
- qualidade dos dados: garantia de dados atualizados, exatos, claros e relevantes para cumprir a finalidade informada;
- transparência: garantia aos titulares dos dados de informações claras e acessíveis sobre o tratamento dos dados e os agentes envolvidos neste tratamento;
- segurança: adoção de medidas técnicas e administrativas para proteger os dados pessoais de acessos sem autorização e incorrências acidentais ou ilícitas que resultem na destruição, perda, alteração, comunicação ou difusão de algum dado pessoal;
- prevenção: utilização de medidas preventivas para evitar danos em decorrência do tratamento de dados pessoais;
- não discriminação: os dados não podem ser utilizados para fins discriminatórios;

- responsabilidade e prestação de contas: o agente do tratamento de dados deve demonstrar a adoção de medidas eficazes para comprovar o cumprimento da legislação vigente e eficácia dessas medidas.

Em síntese, as organizações que trabalham com dados pessoais devem implementar uma política de dados que seja clara e transparente, adotar medidas administrativas e tecnológicas para garantir a segurança dos dados tratados, utilizar os dados apenas para as finalidades previamente determinadas, não colher dados de forma desnecessária e manter o cidadão informado sobre suas práticas de tratamento dos dados.

Em caso de descumprimento da legislação, o artigo 52 da LGPD prevê como penalidades: advertências com prazo para adoção de medidas corretivas, multas, publicização da infração, bloqueio e eliminação dos dados referente a infração, suspensão do funcionamento do banco de dados e das atividades de tratamento de dados relacionados a infração, e, por fim, proibição parcial ou total do exercício de atividades referentes a tratamento de dados.

No contexto das bibliotecas, Ken Varnum, editor do guia *The Top Technologies Every Librarian Needs to Know* da Associação de Biblioteca e Tecnologia da Informação (*Library and Information Technology Association*), advoga que as bibliotecas têm a responsabilidade de desempenhar um papel de defesa da transparência na coleta de dados e de educação de usuários sobre as implicações da IoT em questões relacionadas com privacidade e segurança de dados (ONLINE COMPUTER LIBRARY CENTER, 2015). Afinal, em uma realidade de hiperconexão, é importante que os cidadãos estejam informados sobre os riscos envolvidos no compartilhamento de dados e tomem decisões conscientes. E o bibliotecário, enquanto profissional da informação, deve fazer parte do movimento pelos direitos de privacidade e de proteção de dados pessoais.

É importante lembrar também que, historicamente, as bibliotecas são percebidas como locais “[...] onde os visitantes podem explorar anonimamente, de forma privada e segura, longe das pressões do mundo exterior” (ARUP, 2017, p. 12, tradução nossa). Por isso, ao utilizar tecnologias de IoT, as bibliotecas devem ser cuidadosas tanto para respeitar a legislação vigente quanto para não perderem a confiança de seus usuários.

3 INTERNET DAS COISAS EM BIBLIOTECAS

No contexto das bibliotecas, a IoT também oferece contribuições para melhorar os serviços e ambiente físico disponibilizados, com potencial para facilitar as rotinas desempenhadas pelos bibliotecários, melhorar a usabilidade do espaço físico e criar serviços mais eficientes e personalizados para seus usuários. Com o objetivo de delinear um panorama sobre IoT em bibliotecas, serão apresentadas as principais aplicações dessa tecnologia nessas unidades de informação e um mapeamento da produção científica sobre o tema no cenário internacional e nacional.

3.1 APLICAÇÕES DE IOT EM BIBLIOTECAS

Constatou-se pela revisão de literatura em documentos acadêmicos e relatórios de entidades da área da Biblioteconomia, como a Online Computer Library Center (OCLC) e American Library Association (ALA), que uma parcela significativa dos estudos sobre IoT em bibliotecas refere-se a estudos teóricos ou exploratórios sobre o tema, com um número mais reduzido de relatos práticos de aplicação da tecnologia. Tal como em outros segmentos da sociedade que estão se inserindo na 4ª Revolução Industrial, a tendência é que novas soluções de IoT surjam e sejam incorporadas às rotinas das bibliotecas. Por meio do levantamento bibliográfico, foram identificados nove tipos principais de aplicações de IoT em bibliotecas: monitoramento do ambiente, acesso à biblioteca e seus recursos, serviços de localização, serviços de recomendação, *linked data*, serviços de alerta, gestão de coleções, capacitação de usuários, e análise de dados.

No monitoramento do ambiente com IoT, destaca-se o controle automático de temperatura, humidade e luminosidade dentro das bibliotecas (PUJAR; SATYANARAYANA, 2015). A regulação dessas variáveis é essencial para garantir a conservação e preservação do acervo, pois, tanto papéis como recursos eletrônicos, tem sua durabilidade estendida quando são armazenados em locais adequados. Outros benefícios são criar um ambiente mais confortável para os usuários e evitar desperdícios no consumo de energia elétrica (PUJAR; SATYANARAYANA, 2015). No monitoramento de ambiente, é possível também indicar a disponibilidade de salas e equipamentos para uso, os horários de picos de movimentos de usuários e quais são os espaços da biblioteca mais utilizados (GUPTA; SINGH, 2018).

No acesso à biblioteca e seus recursos, é possível utilizar um cartão virtual por aplicativo móvel para obter permissão de acesso ao recinto e aos serviços oferecidos (PUJAR;

SATYANARAYANA, 2015). O pagamento de multa também pode ser feito por meio do celular ou por dispositivos de aproximação, com a tecnologia de Comunicação por campo de proximidade (*Near Field Communication* – NFC), que permite a troca de informações entre dispositivos apenas pela aproximação dos aparelhos (HAHN, 2017).

Nos serviços de localização, a criação de mapas internos da biblioteca auxilia no deslocamento dos usuários e na localização dos itens do acervo (HAHN, 2017). Gupta e Singh (2018) descrevem a oferta de um *tour* virtual guiado ou o uso de mapas interativos que revelam, em tempo real, a posição do usuário e dos itens do acervo para facilitar a experiência do usuário dentro da biblioteca.

Nos serviços de recomendação, dados coletados anteriormente ou em tempo real são utilizados para fazer recomendações personalizadas aos usuários (HAHN, 2017; HUI, 2013; NIE, 2016; GUPTA; SINGH, 2018). O histórico de empréstimo de livros, o deslocamento do usuário pelas estantes e dados de pesquisas de busca de informação realizadas em outros ambientes informacionais servem de base para as recomendações.

Os serviços de *linked data* vinculam dados externos às informações da biblioteca e seu acervo. É possível, por exemplo, vincular informações adicionais sobre um livro por meio da indicação de um *website* ou alguma outra informação nas nuvens (PUJAR; SATYANARAYANA, 2015).

Nos serviços de alerta, o usuário é informado em tempo real quando um livro é devolvido à biblioteca, sobre multas por atraso na devolução ou quando um livro novo de seu interesse é disponibilizado nas estantes (GUPTA; SINGH, 2018).

Na gestão do acervo, os serviços de empréstimo, devolução e inventário são automatizados, livros armazenados em locais errados ou fora das estantes podem ser localizados facilmente, e a segurança do acervo aumenta, pois é possível localizar cada item a qualquer momento em tempo real dentro da biblioteca (MARKAKIS *et al.*, 2013; WANG; KATABI, 2013; POLYCARPOU; SAMARAS; SAHALOS, 2014; SUN; GOL, 2016).

Na capacitação de usuários, a IoT serve para auxiliar na orientação sobre a biblioteca, seus recursos e serviços (GUPTA; SINGH, 2018; PUJAR; SATYANARAYANA, 2015). São oferecidas *tour* virtual autoguiado, serviços de realidade aumentada e virtual, gamificação no treinamento de usuários, além de disponibilizar tecnologia assistivas para promover a inclusão de usuários deficientes (BANSAL; ARORA; SURI, 2018; HOLLAND, 2020).

Por fim, na análise de dados, todos os diversos dados coletados sobre a utilização do ambiente físico e acervo da biblioteca, mais as informações sobre as preferências dos usuários, servem para auxiliar na gestão da biblioteca e na criação de novos serviços e produtos (HAHN,

2017; PUJAR; SATYANARAYANA, 2015). Esses dados, após seu processamento e análise, são um insumo valioso para a tomada de decisão, inclusive almejando melhorar as campanhas de marketing das bibliotecas (MAKORI, 2017).

O potencial de benefícios trazidos pela IoT, portanto, é alto e contribui para facilitar a rotina tanto dos bibliotecários quanto dos usuários. Para complementar a revisão de literatura, é apresentado nas próximas seções um panorama das publicações internacionais e nacionais sobre IoT em bibliotecas.

3.2 PANORAMA INTERNACIONAL

Mesmo em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, a discussão e incorporação de IoT em bibliotecas encontra-se em fase inicial. Kaushik (2019) conduziu um estudo para identificar as percepções de profissionais americanos das áreas de Biblioteconomia e Ciência da Informação sobre a IoT e obteve os seguintes resultados:

- 94% dos profissionais afirmaram conhecer o conceito de IoT, sendo que 46% se tornaram familiar com o termo apenas nos últimos 2 anos;
- quando perguntados sobre as possíveis razões para o desconhecimento do conceito, 42% apontaram o fato desse termo não ser utilizado em seus ambientes de trabalho e 41% disseram que o conceito de IoT não está presente nas publicações da área;
- em relação a utilidade da IoT, 95% afirmaram ser uma tecnologia útil para a área de Biblioteconomia e Ciência da Informação e esperam utilizá-la para promover a integração de serviços e produtos e atender às necessidades informacionais dos usuários.

Em levantamento bibliográfico nas bases de dados Scopus, Web of Science e Library and Information Science Abstracts (LISA), predominaram documentos recuperados sobre IoT em bibliotecas procedentes da China, Índia, Estados Unidos e de alguns países europeus. As pesquisas, contudo, constituem-se majoritariamente de pesquisas teóricas, apresentando aplicações mais conceituais do que reais de IoT em bibliotecas.

Entre os relatos de implementação de IoT já em funcionamento ou modelos conceituais para aplicação em bibliotecas, destacaram-se as iniciativas abaixo:

- Aplicativo *Study buddy* (Universidade de Illinois): localizador de usuários na biblioteca que estão estudando sobre o mesmo assunto (HAHN, 2017);

- Aplicativo *Wayfinder* do Projeto Minerva (Universidade de Illinois): exibe a localização do item de interesse e do usuário dentro da biblioteca e fornece informações adicionais sobre o item (HAHN, 2017);
- *Measure the Future* (Fundação Knight): criação de *dashboards* para coleta de dados como números de visitantes na biblioteca, como usuários navegam pelas estantes de livros, ocupação dos espaços da biblioteca ao longo do dia, entre outras informações (HAHN, 2017);
- Aplicativo para rastreamento de usuários (Biblioteca Boston Atheneum): a empresa Spotzer desenvolveu um aplicativo que rastreia o movimento do usuário, aprende as preferências do visitante e proporciona uma experiência personalizada (PUJAR; SATYANARAYANA, 2015; SARMAH, 2015);
- Serviço de alertas: mais de 30 bibliotecas nos Estados Unidos utilizam *beacons*, transmissores *bluetooth* de baixa energia, para envio de mensagens de acordo com a localização do usuário e para colher estatísticas relacionadas a utilização do espaço físico da biblioteca (PALETTA; MODESTO; MUCHERONI, 2018; PUJAR; SATYANARAYANA, 2015; SARMAH, 2015);
- Aplicativo NavApp: fornece serviço de navegação interna para localizar usuários dentro de um edifício e orientar as rotas disponíveis para encontrar produtos e serviços desejados (HASHISH, 2017);
- Sistema de monitoramento do ambiente: na Biblioteca Universitária de Bamberg, na Alemanha foi criado um sistema para medir a temperatura e umidade do recinto (GROSSMANN; ILLIG; MATEJKA, 2017), enquanto na Biblioteca Pública José Saramago, em Portugal, há um sistema para monitoramento de temperatura e energia elétrica (GALVÃO *et al.*, 2015);
- *Framework* de um sistema ciberfísico para bibliotecas acadêmicas: proposta de criação de uma arquitetura integrativa entre os sistemas físicos e computacionais de bibliotecas, visando o desenvolvimento de bibliotecas inteligentes (DING, 2017; LIANG; CHEN, 2018);
- Bibliotecas inteligentes: proposta de transformar as bibliotecas em espaços inteligentes por meio da tecnologia de RFID (LUO; YAN; XU, 2012; LUO; CAO; QIAN, 2013; PANDEY *et al.*, 2017);
- Gestão do acervo: proposta de utilizar a tecnologia de RFID para aumentar a eficiência da gestão de acervo (LI, 2013; LI *et al.*, 2016).

Concernente aos desafios na implementação de IoT em bibliotecas, Makori (2017) aponta quatro aspectos negativos que geram preocupação nos bibliotecários: necessidade de investimentos financeiros maciços, garantia de segurança e controle das informações, vulnerabilidade aos ataques de *hackers* e vírus, criação de uma infraestrutura de informações. Bayani *et al.* (2018) afirma que a migração da arquitetura atual para uma arquitetura inteligente baseada em IoT não é fácil e requer inúmeras modificações, ajustes e custos. É necessário alterar os sistemas de fechados para flexíveis (interoperáveis) e torná-los capazes de processar volumes enormes de informações. O funcionamento ininterrupto desses sistemas também requer uma equipe de manutenção para dar assistência imediata em casos de incidentes e falhas.

Apesar das muitas dificuldades a serem enfrentadas, a revisão de literatura em publicações internacionais demonstrou que há um interesse das bibliotecas em utilizar a tecnologia de IoT. Os estudos focam, predominantemente, nos benefícios da IoT e sua capacidade de melhorar os serviços e espaço físico das bibliotecas, demonstrando o otimismo da Biblioteconomia e Ciência da Informação com essa nova tecnologia.

3.3 PANORAMA BRASILEIRO

O número de publicações sobre o tema no Brasil é bem mais reduzido, demonstrando a necessidade das instituições acadêmicas e científicas brasileiras de se atualizarem mais rapidamente. Na revisão da literatura realizada nas bases de teses e dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foram localizados apenas quatro trabalhos relacionados diretamente a bibliotecas ou à área de Biblioteconomia e Ciência da Informação. Uma tese em Ciência da Informação que propõe “[...] um modelo de Arquitetura da Informação Pervasiva caracterizado por premissas, princípios e heurísticas capazes de orientar projetos de ecossistemas de informação na Internet das Coisas” (LACERDA, 2015, p. 24), com ênfase na interação humana com essas tecnologias. Uma dissertação em Ciência da Computação sobre algoritmos para minimizar erros de localização e melhorar as condições de propagação de sinais de rádio frequência em bibliotecas (NASCIMENTO, 2016). Uma dissertação em Ciência da Informação sobre um modelo de referência que garanta a segurança e privacidade dos sistemas de IoT (BORBA, 2018). E uma dissertação em Ciência da Informação sobre a utilização de RFID em um sistema de geolocalização para analisar a frequência e o comportamento do usuário dentro da biblioteca (SOUZA, 2019).

Na Base de Dados Referencial de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação (Brapci), foram encontrados 10 artigos sobre IoT, mas apenas um versa sobre a aplicação dessa tecnologia em bibliotecas. O artigo em questão realizou uma pesquisa para diagnosticar o conhecimento sobre a tecnologia de IoT pelos bibliotecários que atuam em bibliotecas universitárias brasileiras (SOUZA; CARVALHO, 2017).

Externo às bases de dados mencionadas acima, foram localizados outros três estudos sobre IoT em bibliotecas: duas revisões de literatura sobre o tema (CARVALHO; SOUZA, 2015; PALETTA; MODESTO; MUCHERONI, 2018) e um estudo sobre utilização RFID em bibliotecas nacionais e internacionais para criar dispositivos inteligentes (SOUZA; CARVALHO, 2018).

Conclui-se que o estudo de IoT no campo da Biblioteconomia e Ciência da Informação ainda está em um estágio embrionário no Brasil e é necessário que mais pesquisas sejam realizadas, de forma a investigar a aplicação dessa tecnologia de acordo com a realidade brasileira. Este trabalho objetiva contribuir para essa investigação, por meio do desenvolvimento de um processo de Engenharia de Requisitos, que será explicitado na seção a seguir.

4 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Esta seção apresenta uma fundamentação básica sobre Engenharia de Requisitos (ER). O objetivo é proporcionar uma visão geral sobre os conceitos e etapas relacionados a este tópico, indicando como ocorre o processo de descoberta de requisitos, que é uma peça-chave essencial para a construção de projetos de softwares e sistemas adequados para atender as demandas dos usuários.

4.1 CONCEITOS

Para entender o conceito de Engenharia de Requisitos é necessário, primeiramente, compreender o significado dessas duas palavras, engenharia e requisitos, individualmente. Cada um desses termos traz elementos essenciais para o entendimento da Engenharia de Requisitos.

Engenharia pode ser definida como um “[...] conjunto de técnicas e métodos para aplicar o conhecimento técnico e científico na planificação, criação e manutenção de estruturas, máquinas e sistemas para benefício do ser humano” (ENGENHARIA, [2019]). Portanto, a engenharia envolve projetar, criar e manter ferramentas e recursos para proveito da humanidade.

Em texto adaptado do programa “Engenharia é Elementar” (*Engineering is Elementary*) do Museu de Ciências de Boston, nos Estados Unidos, Vazquez e Simões (2016) discorrem que:

A primeira etapa do processo [de engenharia] é “pergunte” e busque identificar qual o problema, o que outros fizeram no sentido de resolvê-lo e quais restrições que se aplicam. Em seguida, “imagine” quais são algumas soluções, pense em alternativas, escolha a melhor solução. Então, “planeje” desenhando um diagrama e preparando uma lista do que precisa; “crie” seguindo seu plano e teste os resultados. Por fim, “melhore” discutindo o que funciona, o que não funciona e o que poderia ser melhor, modifique o seu projeto para melhorá-lo e teste novamente.

Portanto, um bom engenheiro deve ter um senso crítico e investigativo para analisar um problema e propor soluções. Para garantir o sucesso, essa solução deve ser construída com base no planejamento, buscando o aperfeiçoamento contínuo.

Por sua vez, “[...] os requisitos de um sistema são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferece e as restrições a seu funcionamento” (SOMMERVILLE, 2011, p. 57). Por exemplo, um requisito pode descrever:

- uma funcionalidade: realizar busca por assunto, autor, título;

- uma propriedade do sistema: permitir acesso a determinadas informações e funções somente mediante login e senha;
- uma restrição: limite de varredura de um sistema (por exemplo, fixar um número máximo de registros recuperados em uma busca por palavra-chave).

Outra definição de requisitos bastante utilizada na literatura de engenharia de software é o conceito da norma IEEE 610.12/1990 (POHL; RUPP, 2012; PAULA FILHO, 2019; VAZQUEZ; SIMÕES, 2016), que descreve o requisito como: a) uma condição ou capacidade requerida pelos usuários para resolver um problema ou atingir um objetivo; b) uma condição ou capacidade de um sistema para satisfazer um padrão, contrato ou especificação requerida; c) uma representação documentada da condição ou capacidade expressa em A e B. Verifica-se assim que “esta definição abrange a visão do usuário sobre requisitos (comportamento externo do sistema), a visão do desenvolvedor (comportamento interno do sistema) e o conceito fundamental de que os requisitos devem ser documentados” (PEREIRA, 2007, p. 11).

Segundo Sommerville (2011), não há consistência na utilização do termo “requisito” pelos profissionais da área de computação. Nesta dissertação, adota-se a definição de requisitos e tipologia apresentadas por esse autor por considerá-las as mais completas e bem explicitadas, oferecendo uma discussão inequívoca sobre o tema.

Um requisito pode ser uma declaração abstrata em alto nível (baixo grau de especificação) ou uma definição detalhada e formal de uma função do sistema. Essa variação é decorrente do objetivo a ser alcançado por meio do processo da engenharia de requisito:

Se uma empresa pretende fechar um contrato para um projeto de desenvolvimento de software de grande porte, deve definir as necessidades de forma abstrata o suficiente para que a solução para essas necessidades não seja predefinida. Os requisitos precisam ser escritos de modo que vários contratantes possam concorrer pelo contrato e oferecer diferentes maneiras de atender às necessidades da organização do cliente. Uma vez que o contrato tenha sido adjudicado, o contratante deve escrever para o cliente uma definição mais detalhada do sistema, para que este entenda e possa validar o que o software fará. Ambos os documentos podem ser chamados documentos de requisitos para o sistema. (DAVIS, 1993 *apud* SOMMERVILLE, 2011, p. 57).

Para distinguir o nível de especificação e detalhamento do requisito, Sommerville (2011) cita os conceitos de requisitos de usuário e de sistema. O primeiro constitui-se em declarações, em linguagem natural, sobre as funcionalidades e restrições do sistema, de forma a permitir que soluções variadas sejam propostas para solucionar o problema. O segundo refere-se as descrições detalhadas e formais de cada função do sistema e deve pormenorizar as especificações técnicas a serem implementadas. Para ilustrar essa diferença, a Figura 2 apresenta uma distinção entre requisitos de usuário e de sistema:

Figura 2 – Requisitos de usuário e de sistema

Definição de requisitos de usuário

1. O MHC-PMS deve gerar relatórios gerenciais mensais que mostrem o custo dos medicamentos prescritos por cada clínica durante aquele mês.

Especificação de requisitos de sistema

- 1.1 No último dia útil de cada mês deve ser gerado um resumo dos medicamentos prescritos, seus custos e as prescrições de cada clínica.
- 1.2 Após 17:30h do último dia útil do mês, o sistema deve gerar automaticamente o relatório para impressão.
- 1.3 Um relatório será criado para cada clínica, listando os nomes dos medicamentos, o número total de prescrições, o número de doses prescritas e o custo total dos medicamentos prescritos.
- 1.4 Se os medicamentos estão disponíveis em diferentes unidades de dosagem (por exemplo, 10 mg, 20 mg), devem ser criados relatórios separados para cada unidade.
- 1.5 O acesso aos relatórios de custos deve ser restrito a usuários autorizados por uma lista de controle de gerenciamento de acesso.

Fonte: Sommerville (2011, p. 58).

A descrição dos requisitos em diferentes níveis de detalhamento é útil para apresentar aos *stakeholders* (gerentes de negócio, usuários, profissionais de TI e outros agentes interessados) envolvidos no processo de engenharia de requisitos. No caso da aplicação de IoT na BU/UFLA, por exemplo, os usuários estarão interessados nos requisitos de usuários; já os profissionais de TI e os gestores da biblioteca necessitarão dos requisitos de sistema para avaliar e aprovar o projeto a ser implementado.

Vazquez e Simões (2016) alertam que falhas no detalhamento da especificação de requisitos podem provocar interpretações equivocadas ou criar um número elevado de premissas. Por outro lado, o excesso de detalhes na especificação de requisitos pode paralisar o projeto, pois a especificação nunca é finalizada, ou torná-lo muito oneroso. Por isso, é essencial encontrar um equilíbrio do nível de detalhamento adequado para especificar os requisitos do projeto, de forma a permitir que os usuários e desenvolvedores do sistema se compreendam mutuamente e desenvolvam uma boa comunicação. O entendimento entre todos os *stakeholders* é o que determinará a êxito do projeto.

Outra forma de classificação dos requisitos é em funcionais (o que o sistema deve ou não fazer em termos de tarefas e funcionalidades) e não-funcionais (restrições técnicas,

interface, segurança, confiabilidade, padrões de desempenho, tempo de resposta e outros itens que determinam como o sistema irá funcionar). Na prática, contudo, os dois tipos de requisitos se misturam, pois são interdependentes e interagem entre si.

Os requisitos funcionais são intrinsecamente relacionados às demandas dos usuários do sistema, podendo ser requisitos gerais, expressos como requisitos de usuários, ou requisitos muito específicos, que refletem as formas de trabalho dentro de uma organização e, por isso, necessitam ser mais detalhados (SOMMERVILLE, 2011). Como os interesses dos *stakeholders* podem ser conflitantes, é necessário cuidado para não haver inconsistências e contradições na especificação dos requisitos.

Os requisitos não-funcionais expressam propriedades e restrições do sistema, sendo, frequentemente, mais críticos que os requisitos funcionais (SOMMERVILLE, 2011). Isso ocorre porque usuários, geralmente, conseguem contornar sistemas que não atendam satisfatoriamente suas necessidades (por exemplo, se um catálogo eletrônico de biblioteca não tem a funcionalidade de anexar um arquivo ao sistema, o bibliotecário pode optar por deixar nos metadados um *link* de acesso para um repositório externo ao catálogo). Por outro lado, ao não cumprir, por exemplo, com seus requisitos de confiabilidade, minimizando falhas de funcionamento, o sistema não estará em condições de ser utilizado pelos usuários, que podem decidir substituí-lo por um produto.

Os requisitos não-funcionais podem ser classificados de acordo com a nomenclatura abaixo:

1. *Requisitos de produto*. Esses requisitos especificam ou restringem o comportamento do software. Exemplos incluem os requisitos de desempenho quanto à rapidez com que o sistema deve executar e quanta memória ele requer, os requisitos de confiabilidade que estabelecem a taxa aceitável de falhas, os requisitos de proteção e os requisitos de usabilidade.
2. *Requisitos organizacionais*. Esses são os requisitos gerais de sistemas derivados das políticas e procedimentos da organização do cliente e do desenvolvedor. Exemplos incluem os requisitos do processo operacional, que definem como o sistema será usado, os requisitos do processo de desenvolvimento que especificam a linguagem de programação, o ambiente de desenvolvimento ou normas de processo a serem usadas, bem como os requisitos ambientais que especificam o ambiente operacional do sistema.
3. *Requisitos externos*. Esse tipo abrange todos os requisitos que derivam de fatores externos ao sistema e seu processo de desenvolvimento. Podem incluir requisitos reguladores, que definem o que deve ser feito para que o sistema seja aprovado para uso, por um regulador, tal como um banco central; requisitos legais, que devem ser seguidos para garantir que o sistema opere dentro da lei; e requisitos éticos, que asseguram que o sistema será aceitável para seus usuários e o público em geral. (SOMMERVILLE, 2011, p. 61).

Depreende-se das definições acima, que os requisitos de produto especificam características relacionadas ao nível de qualidade do sistema, como confiabilidade, desempenho e usabilidade. Já os requisitos organizacionais referem-se às escolhas dos clientes e desenvolvedores sobre como configurar o sistema, enquanto os requisitos externos são provenientes de fatores extrínsecos, como a legislação ou valores éticos da localidade onde o sistema irá funcionar.

Sommerville (2011) sugere que os requisitos não-funcionais sejam descritos quantitativamente sempre que possível. A utilização de métricas para especificar um requisito é útil para realizar testes objetivos de verificação se o sistema atende ou não aos padrões de qualidade requeridos. Para especificação de velocidade, por exemplo, utilizar transações processadas por segundo; ou para especificação de desempenho, determinar que os componentes eletrônicos devem ser de baixo consumo de energia, estabelecendo a potência desses componentes.

Após as considerações sobre as definições dos termos engenharia e requisitos, é possível, finalmente, afirmar que:

Especificação de software ou engenharia de requisitos é o processo de compreensão e definição dos serviços requisitados do sistema e identificação de restrições relativas à operação e ao desenvolvimento do sistema. A engenharia de requisitos é um estágio particularmente crítico do processo de software, pois erros nessa fase inevitavelmente geram problemas no projeto e na implementação do sistema.

O processo de engenharia de requisitos [...] tem como objetivo produzir um documento de requisitos acordados que especifica um sistema que satisfaz os requisitos dos *stakeholders*. Requisitos são geralmente apresentados em dois níveis de detalhe. Os usuários finais e os clientes precisam de uma declaração de requisitos em alto nível; desenvolvedores de sistemas precisam de uma especificação mais detalhada do sistema. (SOMMERVILLE, 2011, p. 24.)

Portanto, a Engenharia de Requisitos envolve determinar as funcionalidades e restrições do sistema de software a ser desenvolvido, documentar formalmente essas determinações e validar esses requisitos.

De acordo com Pohl e Rupp (2012), esse processo abrange também negociações entre os *stakeholders* envolvidos. É necessário determinar os requisitos essenciais, estabelecer um consenso em relação aos padrões determinados e gerenciar sistematicamente todos os requisitos.

Os principais benefícios da realização de um processo de Engenharia de Requisitos são a minimização das chances do produto final não satisfazer as necessidades do cliente, evitar atrasos na entrega do sistema e diminuição nos custos com orçamento (POHL, RUPP, 2012; SOMMERVILLE, 2011). A descoberta de falhas na definição de requisitos em sistemas já

projetados ou implementados acarreta um retrocesso, muitas vezes oneroso, que pode fazer até mesmo que todo o sistema tenha que ser reformulado e iniciado quase do zero. Por isso, a Engenharia de Requisitos deve ser executada com muita eficiência e diligência.

4.2 PROCEDIMENTOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

As etapas a serem desenvolvidas durante a Engenharia de Requisitos variam sutilmente de acordo com cada autor. O Quadro 2 sintetiza a visão de três autores sobre como esse processo ocorre:

Quadro 2 – Etapas de Engenharia de Requisitos de acordo com diferentes autores

VAZQUEZ; SIMÕES (2016)	POHL; RUPP (2012)	SOMMERVILLE (2011)
Fase anterior a Engenharia de Requisitos		
Anteprojeto ou estudo de viabilidade	Contexto do sistema	
Fases da Engenharia de Requisitos		
Elicitação	Elicitação	Estudo de viabilidade
		Elicitação
Análise de requisitos	Documentação	Especificação de requisitos
	Validação e negociação	Validação
Gerência de requisitos	Gerenciamento	

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Vazquez e Simões (2016) definem que, antes de iniciar a Engenharia de Requisitos propriamente, deve ser elaborado um projeto básico, o anteprojeto ou estudo de viabilidade, para compreender o contexto onde o projeto será criado e analisar as possibilidades de implantação do projeto. Após o sinal verde para o prosseguimento do empreendimento, ocorrem as seguintes etapas: 1) Elicitação de requisitos: levantamento de dados para entender melhor as necessidades dos *stakeholders* e identificar os requisitos para atender a essas demandas; 2) Análise de requisitos: especificação e refinamento dos requisitos descobertos na fase anterior. Abrange a documentação, modelagem e validação de requisitos; 3) Gerência de requisitos: verificação se os requisitos estão bem documentados, mediação de conflitos entre *stakeholders*; gerenciamento das alterações que ocorre ao longo do desenvolvimento da Engenharia de Requisitos para garantir o alinhamento dos requisitos com as necessidades e prioridades identificadas previamente.

Pohl e Rupp (2012, p. 30) apresentam uma ligeira modificação ao estabelecer as etapas de Engenharia de Requisitos, concedendo maior ênfase as tarefas de documentação, validação e negociação dos requisitos:

- *Elicitação*: Durante a elicitación de requisitos, diversas técnicas são utilizadas para obter requisitos dos stakeholders e de outras fontes, e para desenvolver os requisitos em maior detalhe [...].
- *Documentação*: Durante a documentação, os requisitos elicitados são descritos da forma mais adequada. Diversas técnicas são utilizadas para documentar os requisitos, seja por meio da linguagem natural ou de modelos conceituais [...].
- *Validação e Negociação*: Para garantir que os critérios de qualidade previamente definidos sejam atingidos, os requisitos documentados devem ser validados e negociados desde o princípio [...].
- *Gerenciamento*: O gerenciamento de requisitos é ortogonal a todas as outras atividades, abrangendo toda e qualquer medida necessária para estruturar requisitos, preparar os mesmos para que possam ser utilizados por diferentes papéis, manter sua consistência após eventuais mudanças e assegurar sua implementação [...].

Previamente ao desenvolvimento das atividades citadas acima, os autores discorrem sobre identificar os limites do sistema e do contexto no qual está inserido. Essa identificação abarca tanto aspectos materiais como imateriais que podem afetar o sistema, tais como grupos de pessoas (*stakeholders* internos e externos), sistemas em operação (por exemplo, softwares similares de concorrentes ou necessidade de interoperabilidade com sistemas antigos já utilizados pela instituição) ou legislações (leis e normas a serem consideradas no momento de criação do sistema). Dessa forma, fatores que possuem influência sobre o sistema a ser implantado devem ser mapeados e investigados.

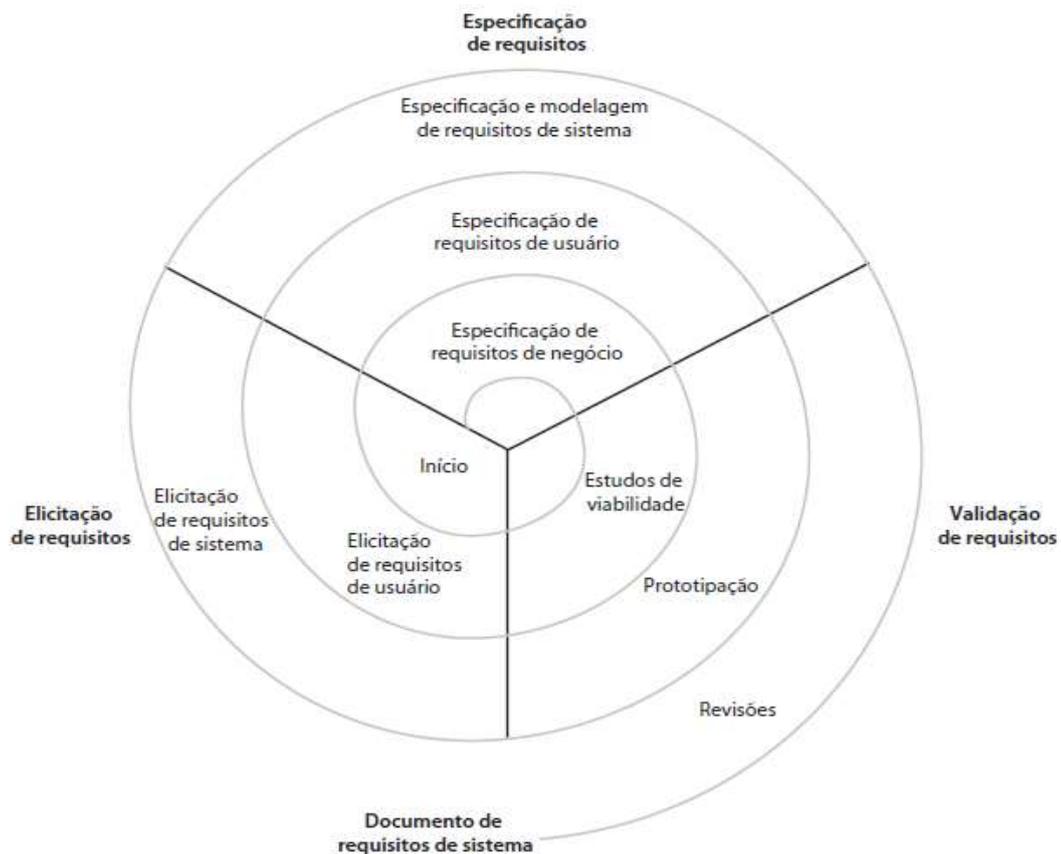
Sommerville (2011, p. 24-25), por sua vez, estabelece as seguintes atividades em um processo de Engenharia de Requisitos:

1. Estudo de viabilidade. É feita uma estimativa acerca da possibilidade de se satisfazerem as necessidades do usuário identificado usando-se tecnologias atuais de software e hardware. O estudo considera se o sistema proposto será rentável a partir de um ponto de vista de negócio e se ele pode ser desenvolvido no âmbito das atuais restrições orçamentais. Um estudo de viabilidade deve ser relativamente barato e rápido. O resultado deve informar a decisão de avançar ou não, com uma análise mais detalhada.
2. Elicitación e análise de requisitos. Esse é o processo de derivação dos requisitos do sistema por meio da observação dos sistemas existentes, além de discussões com os potenciais usuários e compradores, análise de tarefas, entre outras etapas. Essa parte do processo pode envolver o desenvolvimento de um ou mais modelos de sistemas e protótipos, os quais nos ajudam a entender o sistema a ser especificado.
3. Especificação de requisitos. É a atividade de traduzir as informações obtidas durante a atividade de análise em um documento que defina um conjunto de requisitos. Dois tipos de requisitos podem ser incluídos nesse documento. Requisitos do usuário são declarações abstratas dos requisitos do sistema para o cliente e usuário final do sistema; requisitos de sistema são uma descrição mais detalhada da funcionalidade a ser provida.

4. A validação de requisitos. Essa atividade verifica os requisitos quanto a realismo, consistência e completude. Durante esse processo, os erros no documento de requisitos são inevitavelmente descobertos. Em seguida, o documento deve ser modificado para correção desses problemas. Naturalmente, as atividades no processo de requisitos não são feitas em apenas uma sequência. A análise de requisitos continua durante a definição e especificação, e novos requisitos emergem durante o processo. Portanto, as atividades de análise, definição e especificação são intercaladas.

Embora o procedimento acima a primeira vista pareça linear, Sommerville (2011) afirma que a Engenharia de Requisitos não apresenta um processo sequencial de atividades. Pelo contrário, na prática, é um processo iterativo, com atividades intercaladas. Ou seja, as etapas se sobrepõem uma a outra e podem ser repetidas mais de uma vez, sendo um processo não-linear. A Figura 3 apresenta a versão em espiral da Engenharia de Requisitos e demonstra visualmente como ocorre essa iteração:

Figura 3 – Visão em espiral da Engenharia de requisitos de acordo com Sommerville (2011)



Fonte: Sommerville (2011, p. 70).

Seguindo o plano em espiral, a Engenharia de Requisitos é iniciada com a atividade de reconhecimento do negócio onde o sistema será implantado (especificação), seguida pelo estudo de viabilidade (validação da especificação de negócio). Ocorre então a descoberta dos

requisitos para suprir as necessidades dos usuários por meio da criação de um sistema de informação (elicitação de requisitos de usuários), que serão mais detalhados na fase de especificação, e testados em uma prototipação simplificada (por exemplo, modelos teóricos em forma de diagramas ou desenhos). Validado se os requisitos de usuários foram bem descritos, inicia-se a elicitação dos requisitos de sistema, que também são mais detalhados na fase de especificação e validados por revisões para checar sua consistência e qualidade.

Os requisitos de negócios referem-se aos problemas/demandas a serem solucionados dentro de uma organização. Por exemplo, em uma biblioteca, os usuários podem requerer uma solução que os auxiliem a encontrar um livro nas estantes com mais agilidade. Os requisitos de usuários são descrições em alto nível para solucionar o problema. Por exemplo, um sistema que indique onde está o livro na estante. Os requisitos de sistemas são os detalhes técnicos da solução gerada. Por exemplo, o sistema captura o sinal de geolocalização em um mapa interativo que emite um sinal visual indicando a posição do livro dentro do mapa. Ressaltamos que a separação entre esses três tipos de requisitos é para efeito didático e não são tão estanques no momento de redigir os requisitos em um documento.

Por fim, a atividade de gerenciamento, listada separadamente pelos outros autores citados, configura-se como uma função que permeia, permanentemente, o processo de Engenharia de Requisitos, dado que um processo cíclico requer constante planejamento, controle e revisão da execução do projeto. O produto final de todo esse processo, com iterações constantes entre elicitar, especificar e validar, é um Documento de Requisitos de Sistema.

Sintetizando as abordagens dos autores apresentados acima, o processo de Engenharia de Requisitos perpassa as seguintes tarefas principais: estudo dos *stakeholders* para entender suas necessidades e o contexto no qual estão inseridos; descoberta dos requisitos de sistema para solucionar um ou mais de seus problemas; especificação e documentação desses requisitos para serem apresentados e analisados pelos diferentes atores envolvidos no processo; e verificação se os requisitos conseguiram de fato solucionar o (s) problema (s).

Nas subseções seguintes cada uma das principais etapas do processo de Engenharia de Requisitos será mais detalhada. A compreensão dessas etapas servirá de auxílio para estabelecer a metodologia adequada para o desenvolvimento da pesquisa sobre implantação de um sistema com tecnologia de internet das coisas na Biblioteca Universitária da UFLA.

4.2.1 Estudo de viabilidade ou anteprojeto

O estudo de viabilidade tem a função de analisar se o projeto a ser desenvolvido faz sentido do ponto de vista do negócio, ou seja, se agrega à missão da instituição e é economicamente sustentável. É necessário indicar quais serão os benefícios alcançados com a implementação do projeto e verificar também as possibilidades tecnológicas disponíveis, barreiras legislativas ou regulatórias, e outras oportunidades e ameaças ao desenvolvimento do sistema.

Algumas atividades essenciais a serem realizadas durante essa fase são (POHL; RUPP, 2012; SOMMERVILLE, 2011; VAZQUEZ; SIMÕES, 2016):

- reconhecimento do ambiente organizacional onde o projeto será implantado: conhecer a missão e valores da instituição, estrutura física e tecnológica, recursos financeiros, identificação de *stakeholders* importantes, entre outras informações relevantes para o desenvolvimento do projeto;
- identificação das necessidades dos *stakeholders*: identificar problemas não-solucionados ou serviços/produtos a serem melhorados;
- definição dos benefícios e metas futuros a serem alcançados: estabelecer métricas para avaliar o sucesso da solução proposta;
- definição de escopo ou do limite do sistema: apontar as áreas de negócios abrangidas pelo projeto, sistemas já implantados que poderão ser modificados ou integrados ao novo sistema.

4.2.2 Elicitação e análise de requisitos

Elicitar é um anglicismo derivado do termo inglês *elicit*, que significa levantar, colher, obter, descobrir ou extrair (VAZQUEZ; SIMÕES, 2016). Por isso, a elicitação de requisitos pode ser definida como um processo investigativo de aquisição de conhecimento que permita identificar e analisar os requisitos necessários para a construção de um sistema que solucione algo para uma organização.

Pohl e Rupp (2012) apontam 3 fontes para descobertas de requisitos: 1) *stakeholders* (clientes, usuários, gerentes de negócios, desenvolvedores e arquitetos de sistema, entre outras pessoas de interesse para o sistema); 2) documentos, como normas nacionais ou internacionais, legislação, relatórios prévios de falhas de sistemas legados; 3) sistemas em operação, incluindo tanto sistemas internos atualmente já instalados, como sistemas de concorrentes. Após o

levantamento dessas informações, os requisitos devem ser definidos, organizados, classificados, priorizados e negociados, caso seja necessário.

Algumas técnicas que podem ser utilizadas na elicitação de requisitos são (POHL; RUPP, 2012; SOMMERVILLE, 2011; VAZQUEZ; SIMÕES, 2016):

- entrevistas e questionários: técnicas de baixo custo, que permite conhecer os *stakeholders* e discutir ideias;
- análise documental: busca reutilizar soluções e experiências já investigadas ou implementadas;
- etnografia: observação do ambiente de trabalho para entender a dinâmica interativa entre pessoas, sistemas e equipamentos;
- *brainstorming*: discussão de ideias para solucionar problemas;
- criação de cenários: elaboração de cenários práticos e realistas para entender o comportamento dos *stakeholders* ou fomentar uma discussão (descrições abstratas são, frequentemente, mais difíceis de serem compreendidas);
- modelagem de casos de uso: elaboração de diagramas que identificam atores envolvidos e as ocorrências de interações entre o sistema e seus usuários ou outros sistemas.

Além das técnicas já citadas, há inúmeras outras que podem ser utilizadas durante a fase de elicitação de requisitos. Ampliando a busca por metodologias para além do campo da computação, o processo de *Design Thinking* ganhou destaque na busca por melhorias e inovações dentro das empresas e na elicitação de requisitos (BARBOSA, 2016; HEHN; UEBERNICKEL, 2018; SOUZA; FERREIRA; CONTE, 2017; VETTERLI *et al.*, 2013). O “pensar como um designer” tornou-se um diferencial pois, embora seja muito associado a estética de produtos,

[...] o design como disciplina tem por objetivo máximo promover bem-estar na vida das pessoas. [...]. O designer enxerga como um problema tudo aquilo que prejudica ou impede a experiência (emocional, cognitiva, estética) e o bem-estar na vida das pessoas. [...] Isso faz com que sua principal tarefa seja identificar problemas e gerar soluções”. (VIANA *et al.*, 2014, p. 13).

Para promover o bem-estar, o designer deve identificar as necessidades das pessoas mediante de um processo empático que o permita enxergar o mundo por meio dos olhos dos outros e compreender suas experiências e emoções diante de determinados problemas e situações (BROWN, 2010). O próximo passo é “[...] estabelecer a correspondência entre as necessidades humanas com os recursos técnicos disponíveis considerando as restrições práticas dos negócios” (BROWN, 2010, p. 3). Ou seja, é necessário integrar a solução gerada para

atender às necessidades humanas com os recursos tecnológicos e financeiros disponíveis, em um projeto viável de ser implementado.

As etapas do processo de *Design Thinking* podem ser sintetizadas em 4 atividades principais (VIANA *et al.*, 2014): imersão, análise e síntese, ideação e prototipação. Na imersão, o problema será estudado sob os pontos de vista da gerência da organização e do usuário final (no caso da presente pesquisa, trata-se dos gestores e usuários da BU/UFLA). Na análise e síntese, os dados levantados na fase anterior serão organizados e processados para melhor compreensão dos problemas e do ambiente organizacional. Na ideação, por meio de técnicas que incentivem a criatividade, serão construídas soluções possíveis para a resolução do (s) problema (s). Por fim, na prototipação, as soluções criadas serão validadas por meio de processos simplificados e de baixo custo para avaliação da ideia gerada.

Inspirado nas práticas de design para resolver problemas e criar projetos, o *Design Thinking* é uma metodologia focada no ser humano, no trabalho colaborativo entre equipes multidisciplinares, no pensamento abduutivo, na multiplicidade de soluções e no aprendizado constante (VIANA *et al.*, 2014). No pensamento abduutivo

“[...] busca-se formular questionamentos através da apreensão ou compreensão dos fenômenos, ou seja, são formuladas perguntas a serem respondidas a partir das informações coletadas durante a observação do universo que permeia o problema. Assim, ao pensar de maneira abduativa, a solução não é derivada do problema: ela se encaixa nele. Não se pode solucionar problemas com o mesmo tipo de pensamento que os criou: abduzir e desafiar as normas empresariais é a base do Design Thinking. É pensando de maneira abduativa que o designer constantemente desafia seus padrões, fazendo e desfazendo conjecturas, e transformando-as em oportunidades para a inovação. É essa habilidade, de se desvencilhar do pensamento lógico cartesiano, que faz com que o designer se mantenha “fora da caixa”. (VIANA *et al.*, 2014, p. 13-14).

Para alcançar esse objetivo de pensar de forma inovadora, o *Design Thinking*, tal como a Engenharia de Requisitos, implica em um processo não linear, com diversas iterações e variadas experimentações, que no final irá gerar alternativas para a solução de um problema. Esses dois processos, dessa forma, possuem similaridades e se apoiam na criação de uma solução adequada para determinado problema.

4.2.3 Especificação dos requisitos

A etapa de especificação refere-se ao detalhamento dos requisitos em um documento formal, convertendo os dados levantados na fase de elicitação para um formato padrão adequado. Para requisitos de usuários (tanto os funcionais quanto não-funcionais), recomenda-

se a utilização de linguagem natural, mais simplificada; requisitos de sistema também podem ser descritos em linguagem natural ou adota-se notações, com formulários, modelos gráficos ou matemáticos (SOMMERVILLE, 2011).

Para esta pesquisa optou-se por utilizar a norma IEEE 830/1998 do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) como modelo para criação do documento com as especificações do sistema (Figura 44). Dessa forma, os participantes da pesquisa puderam avaliar se o sistema proposto atende às demandas identificadas durante a pesquisa, além de discutiram a viabilidade técnica de implantação da solução na prática.

Figura 4 – Estrutura de um documento de requisitos

Table of Contents
1. Introduction
1.1 Purpose
1.2 Scope
1.3 Definitions, acronyms, and abbreviations
1.4 References
1.5 Overview
2. Overall description
2.1 Product perspective
2.2 Product functions
2.3 User characteristics
2.4 Constraints
2.5 Assumptions and dependencies
3. Specific requirements (See 5.3.1 through 5.3.8 for explanations of possible specific requirements. See also Annex A for several different ways of organizing this section of the SRS.)
Appendixes
Index

Fonte: IEEE (1998, p. 11).

Na parte 1, a Introdução, o item Finalidade descreve o propósito do DRS e para qual público o documento é direcionado. Em Escopo, informa-se o nome do sistema, seus objetivos e benefícios. Em Definições, Acrônimos e Abreviaturas, são definidos termos e siglas utilizados. Nas Referências são identificados os documentos que serviram de base para a elaboração do DRS. No resumo, descreve-se a estruturação do restante do DRS.

Na parte 2, denominada Perspectiva do Produto, primeiramente, é descrito se o sistema é independente ou não de outros sistemas. Caso seja dependente, é necessário estabelecer como ocorre essa relação. No item Funções do Produto, as funções devem ser sumarizadas. Em Características do Usuário, é descrito as características significativas dos usuários, como idade, por exemplo, e se o acesso ao sistema será feito de forma casual, intermitente ou permanente.

Esta descrição servirá para analisar o nível amigabilidade do sistema. Em Restrições, as limitações do sistema devem ser apontadas, como políticas regulatórias e limitações técnicas. Em Pressupostos e Dependências, são descritas ocorrências que caso não sejam concretizadas podem impactar o sistema. No item Postergar Requisitos, são identificados os requisitos desejáveis para uma versão futura do sistema. Por fim, apêndices ou um índice remissivo pode ser incluído para complementar e facilitar o acesso as informações do documento.

A parte 3, Requisitos Específicos, pode ser estruturada de diferentes formas de acordo com as necessidades do projeto e do público alvo do DRS. A IEEE (1998) sugere vários modelos de organização a serem adotados. Para esta pesquisa optou-se por um modelo que descreve primeiramente as Interfaces do sistema, incluindo as interfaces dos usuários, de hardware, do software e de comunicação. O item seguinte é denominado Requisitos Funcionais, sendo a seção mais longa do documento. Há variadas formas de especificar esses requisitos, que devem determinar as ações fundamentais a serem realizadas pelo sistema. Em Requisitos de Desempenho são estabelecidos o tempo de resposta após um comando ou quantidade de usuários simultâneos permitidos. Em Restrições de Projeto, são listadas as limitações recorrentes de normas, escolhas de software e hardware, entre outros. Em atributos, são descritas as exigências que o sistema deve obedecer, relacionadas com a confiabilidade, segurança, manutenção, entre outros.

4.2.4 Validação dos requisitos

Nesta fase, avalia-se o DRS com o objetivo de verificar se os requisitos estão completos, sem omissões, fáceis de serem compreendidos e consistentes. Busca-se encontrar falhas e erros nos requisitos, por meio de verificações de validade, consistência, completude, realismo, verificabilidade. Algumas técnicas utilizadas nesta fase são (POHL; RUPP, 2012; SOMMERVILLE, 2011; VAZQUEZ; SIMÕES, 2016):

- Revisões Técnicas Formais (RTF): revisões sistemáticas por equipe de revisores;
- *Commenting*: parecer de especialista sobre qualidade do requisito;
- Leitura baseada em perspectiva: analisar requisitos a partir de diferentes perspectivas (do cliente, do desenvolvedor de software e outros *stakeholders*);
- geração de casos de teste: prototipação com modelo em papel ou executável;
- *Checklist*: conjunto de perguntas e/ou afirmações para determinar a qualidade e consistência dos requisitos.

Realizada a avaliação, o DRS é alterado para comportar as revisões indicadas e aprimorar o documento para construção do sistema.

4.2.5 Gerenciamento de requisitos

Nas atividades de gerenciamento de requisitos busca-se garantir a consistência do sistema a ser desenvolvido, mesmo diante de alterações no projeto devido a adição de novos recursos ou a evolução tecnológica, que gera novos requisitos. Fazem parte das atribuições dessa fase, a identificação única de requisitos, avaliar o impacto e custo de alterações no sistema, criação de políticas de rastreabilidade de requisitos e de ferramentas de apoio, como planilhas ou bancos de dados, por exemplo.

Finalizada a elaboração e avaliação do DRS, inicia-se o processo de construção do sistema. Durante o seu desenvolvimento, pode ser necessário realizar alterações para adequar o modelo teórico aos desafios que serão, inerentemente, encontrados no decorrer da implementação prática do sistema. As alterações realizadas devem ser documentadas no DRS, de forma que o sistema prático e seu modelo teórico sejam consonantes entre si.

O processo de Engenharia de Requisitos descrito nesta seção foi utilizado no presente estudo para embasar a metodologia de pesquisa, que é detalhada na seção a seguir. Os procedimentos metodológicos estão fundamentados essencialmente nas fases de elicitação, especificação e validação de requisitos, sendo abordados tangencialmente as fases de estudo de viabilidade e gerenciamento de requisitos.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir, apresenta-se a metodologia adotada para desenvolver o estudo sobre aplicação da tecnologia de IoT na BU/UFLA e alcançar os objetivos de pesquisa definidos previamente. Nesta seção a trajetória metodológica percorrida é delineada, apontando: as fases da pesquisa, os procedimentos realizados, quais instrumentos de coleta de dados foram utilizados e com qual finalidade, como os dados coletados foram analisados e organizados, e, por fim, como os dados obtidos durante essa investigação científica deram subsídios para a elaboração de um produto final com possibilidade de aplicação prática em bibliotecas.

Em relação aos compromissos éticos da pesquisa, as técnicas e instrumentos para coleta de dados que envolvem a interação com pessoas foram submetidos a análise e avaliação do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), após envio do projeto por meio da Plataforma Brasil, com o código de processo número 24988919.7.0000.0118. Dessa forma, assegurou-se a proteção dos participantes da pesquisa e a idoneidade do pesquisador na condução da investigação. Além disso, o estudo foi realizado mediante a autorização do Diretor da Biblioteca Universitária da UFLA e assinatura pelos participantes dos termos de consentimento aprovados pelo CONEP.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Em relação ao objetivo, a presente pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. De acordo com Alves (2007) e Cervo e Bervian (2002), a pesquisa ou estudo exploratório tem o objetivo de explicitar um problema, aprofundar o conhecimento sobre um fenômeno, tornando-o mais familiar para o campo científico. Por sua vez, a pesquisa descritiva intenciona descrever as características de uma dada população ou de um fenômeno, ou ainda estabelecer relações entre os fenômenos e suas variáveis (ALVES, 2007).

Esta pesquisa é exploratória por possuir a intenção de proporcionar maior familiaridade com o tema IoT e torná-lo mais explícito para o campo de estudo da Biblioteconomia e Ciência da Informação. É descritiva por ser um estudo que descreve dois fenômenos: a) o contexto da BU/UFLA, com caracterização de seus usuários, serviços e produtos oferecidos, pontos fortes e fracos de sua atuação perante a comunidade atendida; e b) o sistema proposto baseado em IoT, com seus requisitos funcionais e não-funcionais, viabilidade técnica de implantação, entre outras informações. Por meio da descrição desses dois fenômenos, foi estabelecida uma relação

entre as demandas do contexto organizacional da BU/UFLA e os requisitos presentes no sistema de IoT proposto.

Quanto a sua finalidade, trata-se de uma pesquisa aplicada, com o propósito de resolver um problema específico e ter uma aplicação prática dentro do ambiente das bibliotecas. Na pesquisa aplicada, o pesquisador “[...] é movido pela necessidade de contribuir para fins práticos mais ou menos imediatos, buscando soluções para problemas concretos” (CERVO; BERVIAN, 2002, p. 65).

O método escolhido é o estudo de caso, por oferecer a oportunidade de investigar empiricamente e em detalhes as necessidades dos usuários de uma biblioteca real e propor um sistema customizado de acordo com as demandas e limitações identificadas no contexto em estudo. Segundo Yin (2015), o estudo de caso investiga em profundidade um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, principalmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente evidentes. Este tipo de investigação apresenta múltiplas fontes de evidências, com triangulações de dados que se convergem e deve ser utilizada se três condições estiverem presentes: o problema de pesquisa envolve os questionamentos “como” e “por quê”; não exige controle do pesquisador sobre os eventos presenciados; e evoca acontecimentos contemporâneos, e não históricos (YIN, 2015).

A pesquisa se encaixa nas especificidades apontadas acima, pois o fenômeno da IoT é bastante dependente de seu contexto real de aplicação. O estudo utilizou múltiplas coletas de dados, com diferentes sujeitos do contexto pesquisado, para triangular dados que convergiram em uma análise detalhada do objeto de pesquisa. A problemática em questão envolve o “como” a IoT contribui com as bibliotecas e “por quê” esta tecnologia é importante para estas unidades de informação. Ademais, a pesquisadora não possui nenhum controle sobre os eventos investigados e foca em acontecimentos atuais do campo objeto de estudo, sendo os fatores históricos de pouca importância para a pesquisa.

Sob o ponto de vista da natureza da coleta e análise de dados, possui uma abordagem quanti-qualitativa, pois combina dados quantitativos e qualitativos. A opção por um método misto, possibilitará, primeiramente, tratar os dados coletados com técnicas estatísticas e, posteriormente, enveredar por uma análise qualitativa das informações estruturadas e sistematizadas.

5.2 CAMPO DA PESQUISA

A Biblioteca Universitária da UFLA será o local a ser investigado durante a pesquisa, constituindo-se dessa forma no assim denominado campo de pesquisa ou de observação. Maciel e Mendonça (2000, p. 2) afirmam que as bibliotecas universitárias são “[...] organizações dependentes de uma organização maior - a universidade, portanto sujeitas a receberem influências externas e internas do ambiente que as cerca.” Por isso, para caracterizar o campo de observação dessa pesquisa é importante, primeiramente, apresentar o sistema maior no qual a BU/UFLA está inserida, ou seja, a Universidade Federal de Lavras como um todo.

A UFLA é uma instituição de ensino superior pública federal brasileira, vinculada ao Ministério da Educação, localizada no município de Lavras, no sul de Minas Gerais, a 230 km de Belo Horizonte. Fundada por missionários norte-americanos em 1908, surgiu originalmente como Escola Agrícola de Lavras, conhecida por sua abreviatura ESAL (UFLA, [2008?]). Foi federalizada em 1963 e transformou-se uma universidade no ano de 1994.

Destaca-se que a partir de 2008, a UFLA teve um crescimento substancial devido ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni). “Em 2008, a universidade possuía 15 cursos de graduação, com o total de 3.734 alunos, 48 cursos de pós-graduação *stricto sensu*, englobando mestrado, doutorado e pós-doutorado, totalizando 1.725 alunos” (OLIVEIRA *et al.*, 2014, p. 3). No ano de 2019, a UFLA já contava 36 cursos de graduação (31 presenciais e 5 a distância), totalizando 11.100 alunos; e 65 cursos de pós-graduação, com um total de 1.850 alunos². Ou seja, houve um crescimento de 137% no número de alunos em uma década.

Em relação ao quadro de servidores da universidade, em 2008 havia 383 docentes e 367 técnicos administrativos. Em 2019, esses números subiram para 766 docentes e 581 técnicos-administrativos³. Um aumento de 80% no número de servidores.

Enquanto parte integrante da UFLA, a Biblioteca Universitária também acompanhou a evolução da universidade, transformando-se ao longo desse processo. Não há registro oficial de sua criação ou inauguração, mas a primeira biblioteca da ESAL/UFLA teria surgido em 1958, instalada no campus antigo da Escola de Agricultura de Lavras, hoje denominado Centro Histórico da ESAL (UFLA, 2018). Em 1979, a Biblioteca foi transferida para a área recém-construída da primeira expansão da universidade, onde permanece até os dias atuais. Em 1983, foi inaugurada uma 2ª ala, dobrando o tamanho da Biblioteca. Em 2008, a 3ª ala foi inaugurada, marcando o cinquentenário da Biblioteca e as comemorações dos 100 anos da UFLA. No final

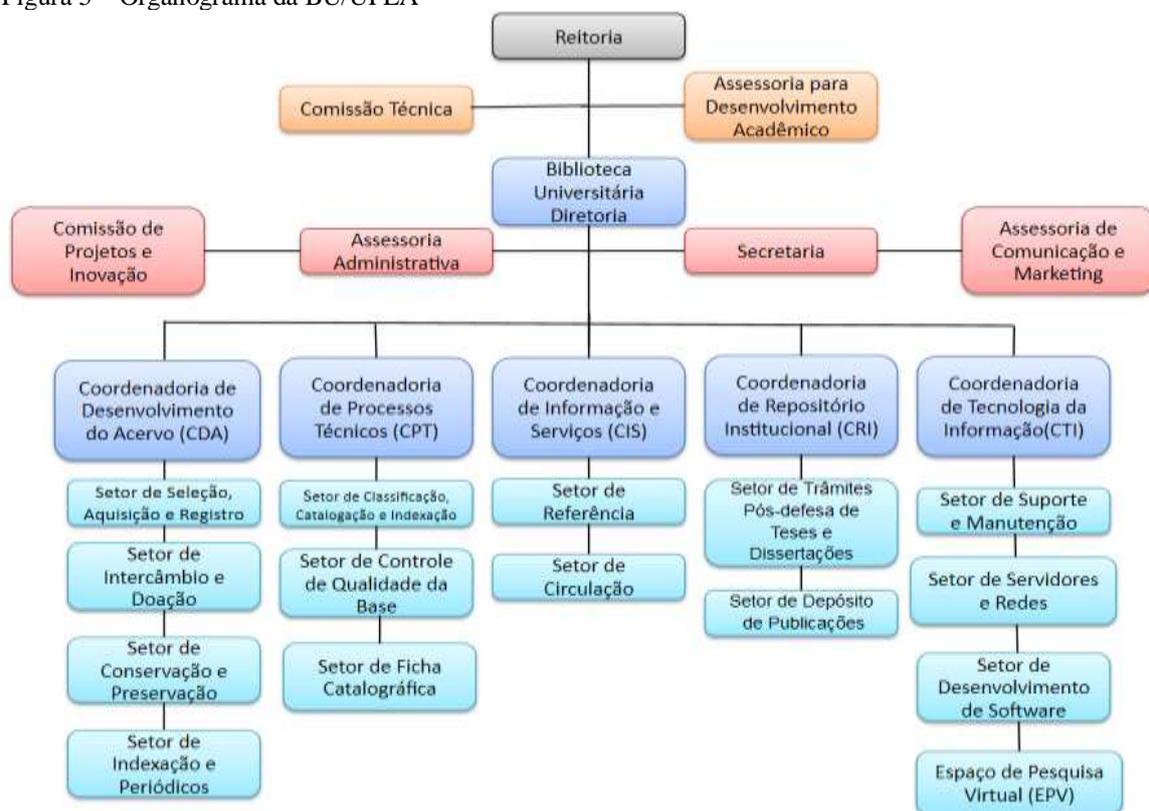
² Retirado de: <https://ufla.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufla/12848-ufla-em-numeros>; <http://prg.ufla.br/cursos>; <http://prpg.ufla.br/mestrado-e-doutorado>

³ Retirado de: <https://ufla.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufla/12848-ufla-em-numeros>

de 2018, foi iniciada a 4ª ampliação do prédio da Biblioteca, com um período de reforma previsto para durar 18 meses. Após a finalização da nova ampliação, a Biblioteca terá uma área de XX m².

A BU/UFLA está vinculada diretamente a Reitoria da UFLA e é composta por cinco coordenadorias: 1) Coordenadoria de Desenvolvimento do Acervo (CDA), responsável pela seleção, aquisição e conservação do acervo; e pela aquisição e indexação de periódicos; 2) Coordenadoria de Processos Técnicos (CPT), responsável pela classificação, catalogação e indexação do acervo (exceto periódicos); 3) Coordenadoria de Informações e Serviços (CIS), responsável pelos setores de Circulação do Acervo e de Referência; 4) Coordenadoria de Repositório Institucional (CRI), responsável pelos tramites de pós-defesa de teses e dissertações e pelo depósito de publicações no RI; 5) Coordenadoria de Tecnologia da Informação (CTI), responsável pela parte tecnológica da Biblioteca, incluindo manutenção de equipamentos, servidores e redes, desenvolvimento de software, e monitoramento do laboratório de informática, denominado Espaço de Pesquisa Virtual (EPV). Também fazem parte da BU, a Comissão de Projetos e Inovação, a Assessoria Administrativa, a Secretaria e a Assessoria de Comunicação e Marketing (FIGURA 5).

Figura 5 – Organograma da BU/UFLA



Fonte: UFLA [201?].

A Comissão Técnica é o órgão deliberativo da BU/UFLA, sendo composto pelo Diretor (a) da Biblioteca, vice-diretor e os coordenadores da CDA, CPT, CIS e CRI. De acordo com o 5º artigo do Regimento Interno da Biblioteca Universitária, “[...] a Comissão Técnica é a instância deliberativa para questões administrativas, técnicas e financeiras e assessora a Diretoria em assuntos de planejamento, gestão e outros de natureza técnica em geral” (UFLA, 2016a). Dessa forma, todo projeto a ser implantado na BU/UFLA deverá ser primeiramente discutido e aprovado pela Comissão Técnica, que são denominados nesta pesquisa como gestores da BU/UFLA.

Quanto às tecnologias utilizadas na biblioteca, destaca-se a implantação dos sistemas e equipamentos abaixo:

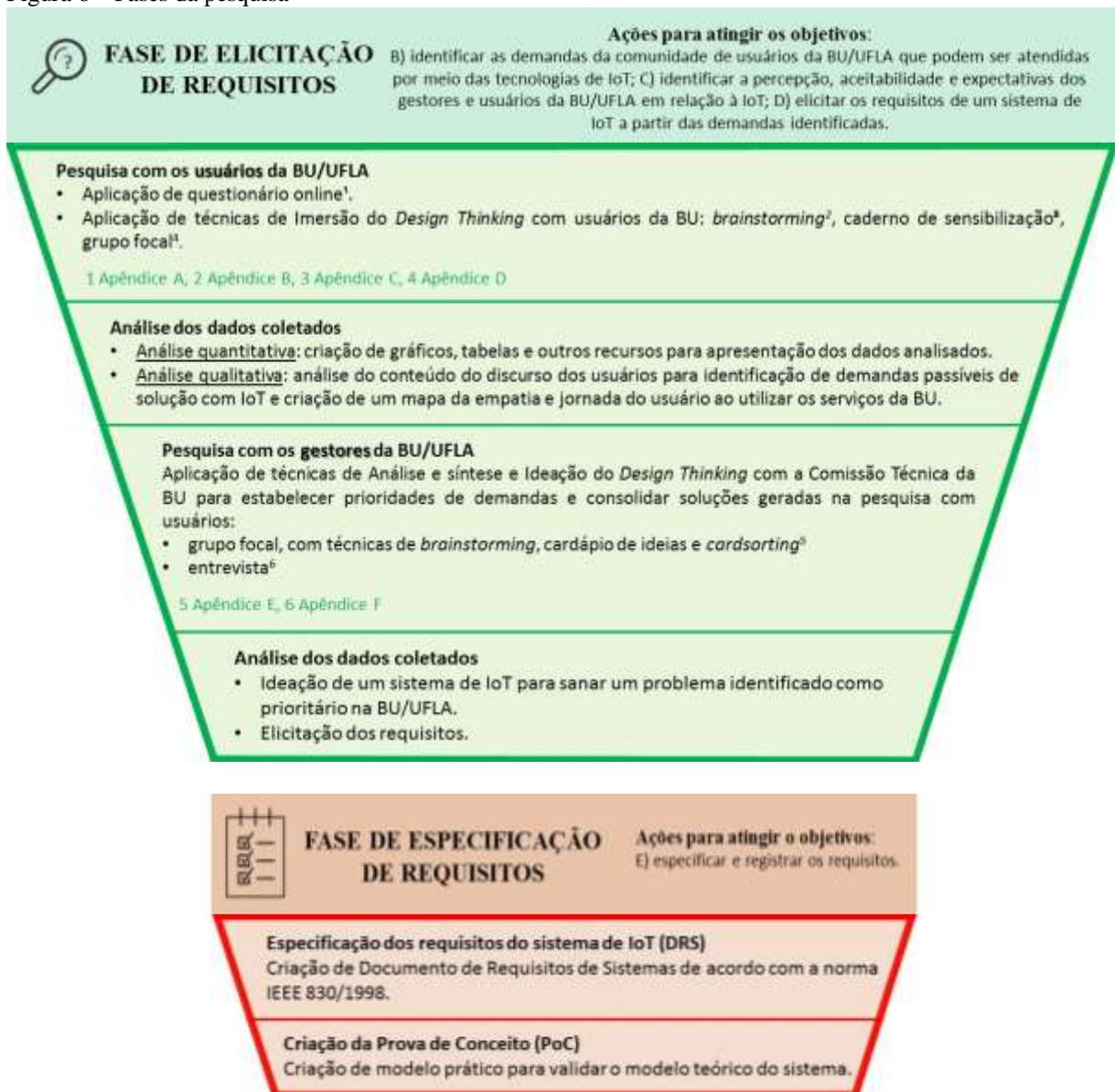
- Sistema Pergamum: implantado em 2006 para gerenciar o acervo;
- Repositório Institucional da Universidade Federal de Lavras (RIUFLA): implantado em 2012, substitui a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações. Construído no DSpace, um software de código-fonte aberto;
- Sistema de Rádio frequência: em 2012, o acervo recebeu etiquetas de RFID para melhor identificação dos itens e aumento da segurança do acervo;
- Sistema Automático de Geração de Ficha Catalográfica: a partir de 2014, as fichas catalográficas de teses e dissertações passaram a ser geradas automaticamente com os dados fornecidos pelo próprio autor. O sistema, desenvolvido pela CTI, é acessado por meio do site da Biblioteca;
- Serviço de Referência Virtual: criado em 2015, consiste em um *chat* em tempo real para atender os usuários;
- Autoempréstimo: desde 2012 a Biblioteca possui 3 máquinas de autoempréstimo da empresa 3M;
- Autodevolução: desde 2015 a Biblioteca possui uma máquina de devolução automática de livros, também da empresa 3M;
- Plataformas de acesso a *e-books*: em 2018, foram realizadas as assinaturas da Minha Biblioteca e da Biblioteca Virtual da Pearson.

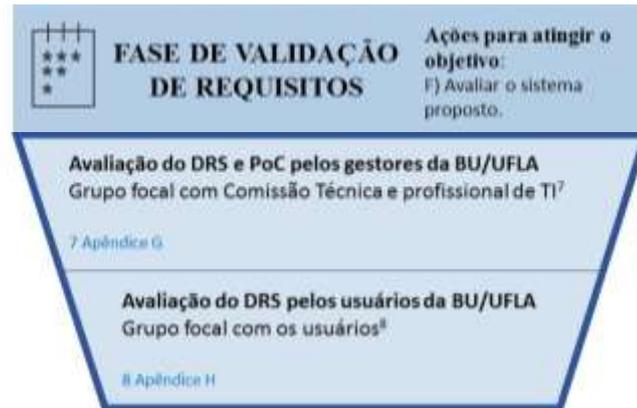
Atualmente, o acervo é composto por aproximadamente 230.000 itens, entre livros, folhetos, dissertações, teses, materiais multimídia, periódicos e *e-books*. A BU também realiza o empréstimo de computadores portáteis (*netbooks*), em um esforço de democratizar o acesso a esses equipamentos por usuários menos favorecidos financeiramente.

5.3 FASES DA PESQUISA

Para solucionar o problema da pesquisa e alcançar os objetivos propostos, foi adotado um procedimento metodológico fundamentado na engenharia de requisitos, composto por três etapas: Fase de elicitação de requisitos, Fase de especificação de requisitos e Fase de validação de requisitos. A Figura 6 oferece um panorama geral das etapas envolvidas no estudo, indicando os métodos investigativos utilizados:

Figura 6 – Fases da pesquisa





Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Nas próximas seções, cada uma dessas fases será discutida em detalhes.

5.3.1 Fase de elicitação de requisitos

A Fase de elicitação de requisitos da pesquisa objetivou coletar dados que fundamentassem a construção do sistema de IoT. Essa etapa envolveu dois grupos de atividades: a pesquisa com os usuários da BU/UFLA e a pesquisa com os gestores da BU/UFLA.

5.3.1.1 Pesquisa com os usuários da BU/UFLA

A pesquisa com os usuários foi dividida em dois momentos distintos: a aplicação de um questionário online para toda a comunidade acadêmica da BU/UFLA (discentes, docentes, técnico-administrativos e terceirizados) com registro ativo no Pergamum; e a realização de uma dinâmica presencial com um grupo de usuários da biblioteca para aplicação de técnicas das etapas de Imersão do *Design Thinking*. O objetivo da pesquisa com os usuários foi identificar problemas e demandas dos usuários ao utilizar a BU/UFLA e gerar possíveis soluções baseadas em IoT para melhorar os serviços oferecidos pela biblioteca.

No questionário (APÊNDICE A), foram coletados dados sobre: a) o perfil do participante da pesquisa; b) a experiência do usuário ao utilizar a BU/UFLA; c) o comportamento tecnológico dos usuários que podem impactar na operacionalização de um sistema de IoT, como, por exemplo, o hábito de manter ou não a funcionalidade de dados móveis do celular ligado durante o dia inteiro e a preocupação com o fornecimento de dados para sistemas e empresas de tecnologia; d) o nível de conhecimento sobre o tema IoT e a aceitabilidade dessa tecnologia.

O questionário foi enviado por e-mail para todos os usuários ativos da BU/UFLA. Optou-se por esse método por permitir alcançar uma quantidade maior de participantes e fornecer dados quantitativos sobre os usuários e suas experiências ao utilizar a biblioteca. Os dados coletados com o questionário serviram como um contraponto à análise qualitativa dos dados coletados nas atividades presenciais da pesquisa, que foram realizadas com um grupo pequeno e restrito de usuários.

A dinâmica de Imersão do *Design Thinking* envolveu a aplicação de três técnicas: *brainstorming*, caderno de sensibilização e grupo focal. Os participantes foram selecionados por amostragem por conveniência, sem um critério estatístico. Essa amostra não-probabilística foi composta pelas cinco categorias principais de usuários da BU/UFLA: graduandos, mestrandos, doutorandos, docentes e técnico-administrativos.

Na sessão de *brainstorming* (APÊNDICE B), foi investigado as dificuldades e expectativas dos usuários na utilização da BU. Nessa etapa, uma série de questionamentos foram realizados para melhor compreender as dificuldades e demandas dos usuários ao utilizar a biblioteca, tendo por eixos norteadores o ambiente físico, os serviços e produtos, as fontes de informação e as tecnologias disponibilizadas.

A técnica de caderno de sensibilização (APÊNDICE C) foi utilizada para coletar dados sobre os caminhos percorridos pelo usuário dentro da biblioteca e seus sentimentos e percepções ao utilizar os serviços ofertados.

Por fim, no grupo focal (APÊNDICE D), primeiramente, houve uma apresentação, por meio de *slides* e exibição de vídeos, sobre os tópicos IoT e biblioteca do futuro. Em seguida, foi proposta uma discussão sobre como a tecnologia de IoT pode solucionar os problemas que os usuários vivem ao utilizar a biblioteca e criar um ambiente que satisfaçam as necessidades dos usuários.

Ao cruzar os dados gerados pelo questionário com as dinâmicas de Design Thinking, foi possível confirmar algumas variáveis e aprofundar alguns assuntos das perguntas fechadas do questionário. Por meio da triangulação de todos os dados foi possível criar uma imagem sobre como é a experiência do usuário ao utilizar a BU.

A análise dos dados coletados com a dinâmica de *Design Thinking* e com o questionário foi realizada com uma abordagem mista. Os dados quantitativos foram organizados em gráficos e tabelas, enquanto os dados qualitativos foram estruturados em uma narrativa discursiva para descrever a experiência do usuário ao utilizar a BU/UFLA, identificando suas percepções e dificuldades enfrentadas. Em seguida, foram registradas todas as demandas identificadas como

passíveis de soluções com IoT e as sugestões de como essa tecnologia poderia ser aproveitada no ambiente da BU/UFLA.

5.3.1.2 Pesquisa com Comissão Técnica da BU/UFLA

A pesquisa com a Comissão Técnica foi constituída por um grupo focal, com a utilização de técnicas da Análise e Síntese e da Ideação do *Design Thinking*, e uma entrevista. O objetivo foi consolidar as soluções geradas na pesquisa com os usuários e acrescentar fatores mais técnicos e administrativos à proposta de projeto do sistema de IoT. Foi um momento também para estabelecer prioridades de quais demandas a Comissão Técnica julga serem mais viáveis de serem sanadas no momento atual, considerando fatores como disponibilidade de orçamento e viabilidade tecnológica.

No grupo focal (APÊNDICE E), foi realizada uma reunião com os membros da Comissão Técnica da BU/UFLA com os seguintes objetivos: introduzir o tema IoT em bibliotecas, o que se espera da biblioteca do futuro, e apresentar as análises das coletas de dados com os usuários. Esses temas foram apresentados por meio de slides, exibição de vídeos e exposição dos dados coletados com os usuários.

O grupo focal foi escolhido por propiciar a discussão e compartilhamento de ideias entre os gestores da BU. A metodologia de *Design Thinking* foi utilizada para instigar os gestores da BU/UFLA a repensarem os serviços e produtos da biblioteca e proporem soluções baseadas na tecnologia de internet das coisas. Baseados nos dados coletados com os usuários da biblioteca, foram realizadas as seguintes atividades:

- *brainstorming*: discutir as soluções para as demandas identificadas;
- cardápio de ideias: síntese das ideias geradas;
- *cardsorting*: estabelecer prioridades das ideias geradas.

Ao final da atividade, foram estabelecidas as demandas de IoT prioritárias e viáveis de implementação de acordo com a avaliação dos membros da Comissão Técnica da BU/UFLA. Após a análise dos dados coletados com os gestores, as demandas prioritárias foram analisadas e identificou-se qual seria a mais viável de ser implementada na prática.

Por fim, a entrevista (APÊNDICE F) ofereceu um indicativo do nível de conhecimento dos gestores da BU/UFLA sobre o tema internet das coisas, a aceitabilidade da tecnologia, as expectativas quanto às possíveis melhorias a serem trazidas pelo sistema de IoT para cada uma das coordenadorias e a viabilidade de implantação do projeto.

5.3.2 Fase de especificação de requisitos

Na Fase de especificação de requisitos da pesquisa, os requisitos foram detalhados e especificados em um formato padrão compreensível tanto pela equipe de bibliotecários e usuários quanto pelos desenvolvedores da área de Ciência da Computação. Foi elaborado um Documento de Requisitos de Sistema, de acordo com os parâmetros da norma IEEE 830/1998, para reunir as informações necessárias para a criação do sistema de IoT.

Concomitante, foi realizada uma Prova de Conceito (PoC) para determinar a viabilidade técnica do sistema proposto. A PoC é um passo anterior a prototipação de um sistema e serve para testar a viabilidade técnica de uma ideia (PINHEIRO, 2010). Dessa forma, foi testado se a solução tecnológica proposta teoricamente poderia funcionar na prática.

5.3.3 Fase de validação de requisitos

Na fase de avaliação, o DRS e PoC foram analisados pela Comissão Técnica e pelo profissional de TI da BU/UFLA por meio de um grupo focal (APÊNDICE G). Em seguida, o DRS foi avaliado também pelo mesmo grupo de usuários que participou das dinâmicas de *Design Thinking* na etapa de elicitação de requisitos (APÊNDICE H). O objetivo dessa avaliação foi para que os participantes apontassem omissões de dados, requisitos incompletos ou mal formulados, possíveis contradições na especificação dos requisitos, entre outras informações que auxiliassem a melhorar o sistema proposto.

5.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Por tratar-se de uma pesquisa quanti-qualitativa, o tratamento e análise dos dados da pesquisa utilizou a abordagem de métodos mistos de Creswell e Plano Clark (2013), que definem as seguintes etapas para analisar os dados quantitativos e qualitativos de um estudo misto:

- preparação dos dados para análise: converter os dados quantitativos brutos em um formato adequado para análise e, no caso de dados qualitativos, organizar documentos e transcrever o texto de entrevistas ou outros dados de observações coletadas.
- exploração dos dados: inspecionar atentamente os dados, observar tendências e desenvolver um entendimento preliminar do banco de dados coletados. Para dados quantitativos, envolve realizar uma análise descritiva e estatística das variáveis em

estudo. Para dados qualitativos, envolve a leitura dos registros feitos, escrever anotações e elaborar códigos que facilitem a organização dos dados.

- análise dos dados: examinar o banco de dados e correlacionar com a problemática da pesquisa em desenvolvimento. Na análise quantitativa, abrange a realização de testes estatísticos, relacionar variáveis, fazer inferências. Na análise qualitativa, abarca a codificação dos dados, agrupar códigos em temas ou categorias, inter-relacionar essas categorias e sintetizar as ideias geradas.
- representação das análises dos dados: sumarizar o resultado da análise de dados em declarações, tabelas, figuras ou modelos visuais. Envolve apresentar graficamente tanto os dados quantitativos quanto qualitativos.
- interpretação dos resultados: comparar os resultados da pesquisa com a literatura levantada anteriormente, explicar os resultados encontrados, avaliar se as questões da pesquisa foram respondidas, estabelecer novos questionamentos baseados na análise dos dados.
- validação dos dados e dos resultados: checar a confiabilidade dos dados e resultados, verificar a precisão das informações. Pode-se utilizar estratégias de validação como triangulações, checagem de membros e examinadores externos. Na pesquisa qualitativa, a possibilidade de validação é mais limitada, enquanto na quantitativa há vários métodos para comparação de dados.

A pesquisa utilizou cinco tipos de instrumentos de coleta de dados: questionário online, sessão de brainstorming, caderno de sensibilização, grupo focal e entrevista estruturada.

Os dados quantitativos constituíram uma parte menor dos dados coletados e foram provenientes majoritariamente do questionário online. Esses dados foram coletados por meio do aplicativo Formulários Google, que gera automaticamente vários gráficos para as variáveis em análise. Contudo, algumas apresentações gráficas mostraram-se ineficientes ou pouco atrativas, por isso optou-se por tratar partes dos dados com o auxílio de uma planilha eletrônica, que possibilitou uma melhor flexibilidade para manusear e representar os dados coletados.

O método de análise escolhido para tratar os dados quantitativos foi a estatística descritiva, que abrange um conjunto de procedimentos e técnicas para organizar, sintetizar e descrever dados, por meio de quadros, gráficos, tabelas e indicadores numéricos (REIS, 2008; SANTOS, 2018). Utilizou-se em especial a distribuição de frequências, que "[...] compreende a organização dos dados de acordo com as ocorrências dos diferentes resultados observados

[...]” (BARBETTA, 2002, p. 14), ou seja, indica a quantidade ou porcentagem da ocorrência de determinada classe de dados observados.

Referente aos dados qualitativos, provenientes das questões abertas do questionário online, da sessão de *brainstorming*, do caderno de sensibilização, dos grupos focais e das entrevistas, adotou-se a análise de conteúdo como técnica de tratamentos dos dados coletados. Optou-se pela análise de conteúdo por ser um método propício para observar nos indivíduos ou grupos de pessoas as suas opiniões, satisfações, insatisfações e a natureza do problema em estudo (FREITAS; JANISSEK, 2000).

A análise de conteúdo é definida como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Portanto, esse método consiste na explicitação e sistematização das mensagens analisadas, sejam elas provenientes da comunicação oral, como entrevistas, ou textual, como documentos. Sua função é “[...] reduzir o volume amplo de informações contidas em uma comunicação a algumas características particulares ou categorias conceituais que permitam passar dos elementos descritivos à interpretação [...]” (CHIZZOTTI, 2000, p. 99). Dessa forma, torna-se possível trabalhar as palavras contidas no discurso do sujeito ou da obra para encontrar as respostas da problemática em estudo.

De acordo com Chizzotti (2000), há várias técnicas que podem ser utilizadas na análise de conteúdo, tais como análise lexical (palavras), análise categorial (temas), análise da enunciação (sentido de uma comunicação no momento do discurso), análise de conotações (significados dos conceitos), entre outros tipos de codificação. Na presente pesquisa, optou-se pela análise categorial, que desmembra o texto em categorias, agrupadas em unidades analógicas, para serem analisadas e interpretadas (BARDIN, 1977). O objetivo foi realizar uma análise das temáticas envolvidas na resolução da problemática da pesquisa, correlacionar os resultados com a literatura revisada e identificar nas falas dos sujeitos participantes do estudo indicativos que embasem a construção do sistema de IoT de acordo com as necessidades da BU/UFLA.

Dessa forma, considerando os métodos adotados no desenvolvimento da pesquisa, primeiramente foi realizada uma análise estatística descritiva dos questionários online. O objetivo dessa primeira análise foi identificar o perfil dos usuários da BU, seus hábitos

tecnológicos, nível de preocupação com o compartilhamento de dados e conhecimento sobre IoT.

Em seguida, sistematizou-se uma triangulação dos dados quantitativos e qualitativos dos questionários online e dos dados qualitativos obtidos durante as dinâmicas de *Design Thinking* com os usuários (sessão de *brainstorming*, caderno de sensibilização e grupo focal). Essa triangulação permitiu: a) caracterizar como ocorre a experiência de usuário na BU, considerando o nível de satisfação com os serviços oferecidos, dificuldades enfrentadas e hábitos informacionais dos usuários; b) identificar problemas e expectativas dos usuários em relação à BU/UFLA.

Na caracterização da experiência do usuário, a análise de conteúdo agrupou os dados em seis categorias: 1) Motivação para utilizar a BU/UFLA; 2) Acesso ao ambiente físico da BU/UFLA; 3) Acesso ao acervo; 4) Ambientes de estudo; 5) Capacitação; 6) Impacto da BU na vida dos usuários. Na identificação de problemas e expectativas, criou-se cinco categorias: 1) Pergamum; 2) Organização das estantes; 3) Sinalização; 4) Barulho; 5) Infraestrutura.

Por sua vez, as soluções baseadas em IoT propostas pelos usuários foram previamente classificadas em quatro categorias, de acordo com o procedimento metodológico estabelecido nos instrumentos de coleta de dados. Dentro de cada uma dessas categorias pré-definidas, foram elaboradas subcategorias, após a coleta de dados, para uma melhor estruturação dos dados, resultando na seguinte sistematização:

- espaço físico - Subcategorias: Melhoria do acesso à BU; Monitoramento do ambiente; Mapa de ocupação dos espaços;
- serviços e produtos - Subcategorias: Serviço de localização dos espaços; Serviço de localização de livros; Gestão de acervo; Capacitação;
- fontes de informações - Subcategorias: Sistema de recomendação;
- tecnologia - Subcategorias: Coleta de dados, Pagamento, Serviços de alerta.

Em continuidade à pesquisa, toda a análise de dados elaborada referente à pesquisa com os usuários da BU foi apresentada aos gestores da biblioteca, durante o grupo focal com a Comissão Técnica. Referente às propostas apresentadas pelos usuários, item por item foi discutido com os gestores. Enquanto as propostas dos usuários foram sintetizadas em uma tabela, optou-se por sumarizar as impressões dos gestores em relação às propostas no formato de texto discursivo, de forma a permitir uma análise mais descritiva e aprofundada dos dados. As categorias de análise permaneceram as mesmas definidas na análise dos dados dos usuários.

Os dados coletados junto aos usuários e gestores da BU foram então correlacionados à revisão de literatura e às inferências dos pesquisadores envolvidos no projeto (a mestranda, em conjunto com orientador e coorientador). Assim, as propostas de implementação de IoT elencadas como prioritárias foram examinadas por meio da técnica de análise SWOT, para identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças contidas em cada proposta em estudo. Essa técnica, advinda do campo da Administração, visa a detecção de pontos positivos e negativos presentes no ambiente interno e externo de uma organização e seus impactos no desenvolvimento de projetos (CHIAVENATO; SAPIRO, 2016). A sigla SWOT deriva dos fatores que são analisados nessa matriz: forças (*strengths*) e fraquezas (*weaknesses*) do ambiente interno da organização, e oportunidades (*opportunities*) e ameaças (*Threats*) do ambiente externo à organização.

Para encerrar a Fase de Elicitação de Requisitos da pesquisa, foram analisados os dados coletados nas entrevistas com os gestores. Esses dados foram organizados nas seguintes categorias: 1) Conhecimento prévio sobre IoT; 2) Novas possibilidades de aplicação de IoT na BU; 3) Preocupação com segurança e privacidade de dados compartilhados; 4) Minimização dos riscos do compartilhamento de dados; 5) Disponibilidade de recursos para implementação de IoT na BU.

Baseada na análise dos dados da pesquisa e na revisão de literatura, iniciou-se a Fase de Especificação de Requisitos, com a criação do DRS e do PoC. Em seguida, ocorreu a Fase de Avaliação de Requisitos para que os gestores, profissional de TI e usuários da BU/UFLA externassem as suas considerações sobre o sistema proposto. Os questionamentos e sugestões foram registrados no presente trabalho e o DRS atualizado para incorporar as recomendações de melhorias sugeridas.

6 IOT NA BIBLIOTECA DA UFLA

A coleta de dados para a pesquisa foi realizada entre dezembro de 2019 e maio de 2020, com usuários, gestores e o profissional de TI da BU/UFLA. Após a análise dos dados foi possível identificar as demandas da BU/UFLA passíveis de serem solucionadas por meio de tecnologias de IoT e desenvolver o DRS de acordo com as especificações adequadas.

6.1 PERSPECTIVA DE VALOR PARA OS USUÁRIOS

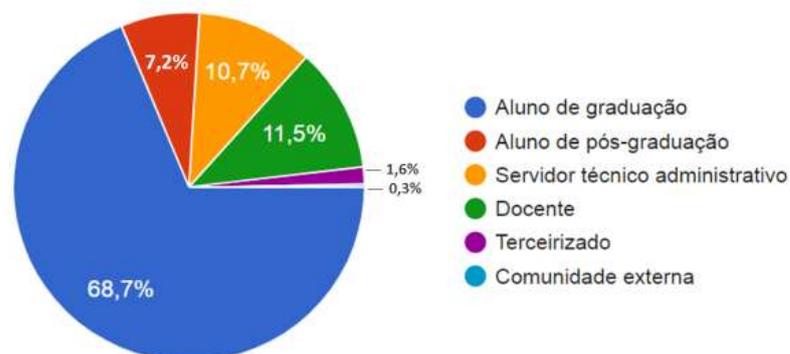
Nessa seção, serão apresentados os dados colhidos referentes aos usuários da BU/UFLA, com o objetivo de caracterizá-los, verificar como interagem com tecnologias, suas experiências ao utilizar a biblioteca e suas sugestões para melhorar a prestação de serviços da BU/UFLA.

6.1.1 Caracterização dos usuários da BU/UFLA

O questionário online disparado na lista de e-mail institucional da BU/UFLA foi enviado para aproximadamente 17.672 usuários com cadastro ativo no sistema Pergamum. A taxa de retorno foi de pouco mais de 2%, com 374 respostas.

A Figura 77 indica que os respondentes são constituídos por, aproximadamente, 69% de alunos da graduação, 11,5% de técnico-administrativos, 11% de docentes, 7% de alunos de pós-graduação, 1,6% de funcionários terceirizados e menos de 1% de usuários da comunidade externa.

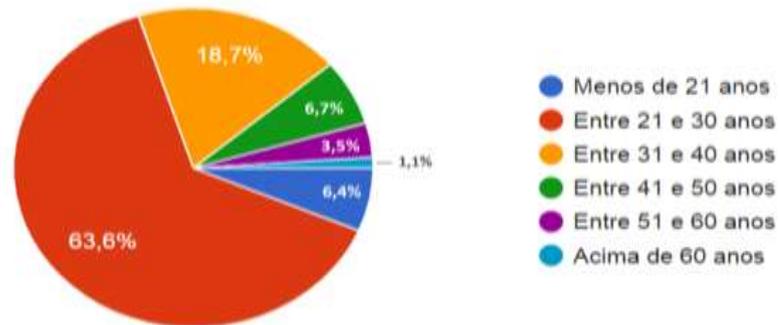
Figura 7 – Vínculo dos usuários com a universidade



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A Figura 88 mostra que o questionário foi respondido, majoritariamente, por participantes entre 21 e 30 anos (63,6%), seguido pelas faixas etárias de 31 a 40 anos (18,7%), 41 a 50 anos (6,7%), menos de 21 anos (6,4%), 51 a 60 anos (3,5%) e acima de 60 anos (1,1%). O fato da universidade contar com uma alta porcentagem de jovens favorece a implementação da IoT, pois é um público que, geralmente, está habituado a utilizar diferentes tipos de tecnologias.

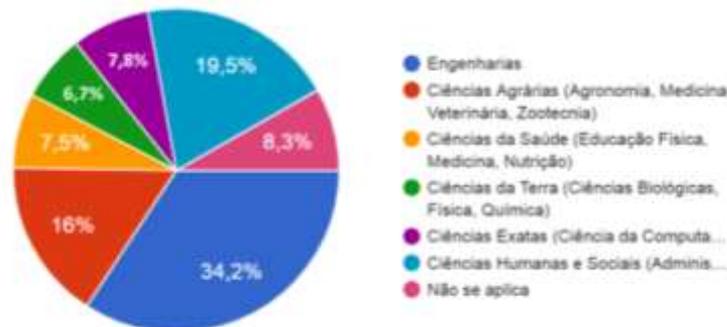
Figura 8 – Idade dos usuários



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Em relação as áreas de estudo (Figura 99), predominaram os campos das Engenharias (34,2%), seguindo por Ciências Humanas e Sociais (19,5%), Ciências Agrárias (16%), Ciências Exatas (7,8%), Ciências da Saúde (7,5%) e Ciências da Terra (6,7%). Há também uma porcentagem de 8,3% de usuários que não estão diretamente relacionados a nenhuma área de estudo dentro da UFLA (como, por exemplo, servidores que trabalham nas áreas de apoio à administração e ao ensino da universidade, sem possuir correlação com nenhum departamento).

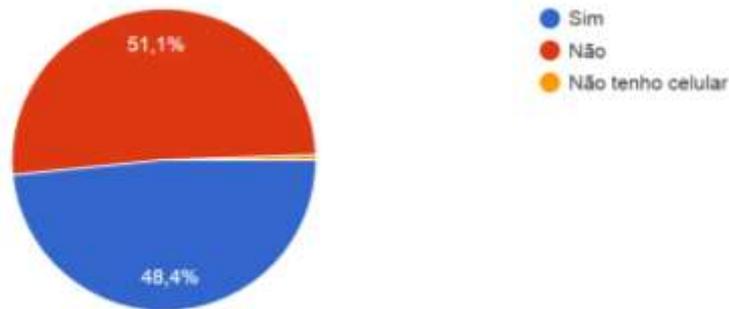
Figura 9 – Área de estudo dos usuários



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Concernente aos hábitos tecnológicos⁴, aproximadamente 51% mantém a funcionalidade de dados móveis do celular ligado durante todo o dia (Figura 10). Essa funcionalidade é o que permite a conexão de internet do celular com uma operadora de telefonia, ou seja, é uma conexão privada.

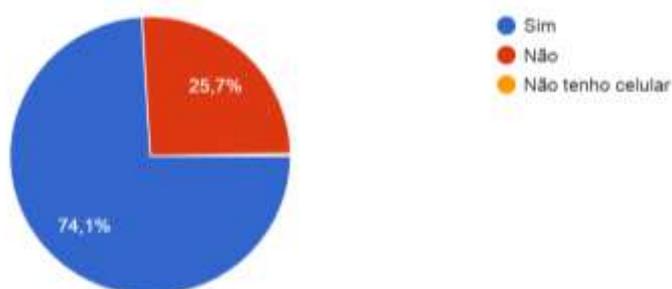
Figura 10 – Usuários que mantem dados móveis do celular ligado durante todo o dia



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Uma quantidade maior dos usuários, aproximadamente 74%, mantém a rede de Wi-Fi do celular ligado durante todo o dia (Figura 11). É essa rede que permite a conexão de internet mesmo que o aparelho de celular não possua um pacote de dados móveis, possibilitando o acesso de redes sem fio públicas. Considerando os dados apontados, podemos inferir que os usuários se apoiam mais na utilização de redes de Wi-Fi do que nos dados móveis, sendo, dessa forma, essencial que a BU ofereça uma rede estável para seus usuários acessarem a solução de IoT a ser oferecida.

Figura 11 – Usuários que mantem rede de Wi-Fi do celular ligada durante todo o dia

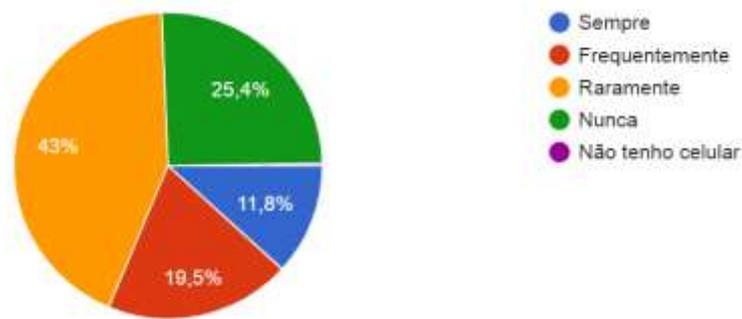


Fonte: Elaborada pela autora (2020).

⁴ Algumas perguntas do questionário como, por exemplo, manter a rede de Wi-Fi e dados móveis ligada durante todo o dia ou ter conhecimentos sobre como habilitar o *bluetooth* foram elaboradas originalmente devido ao impacto que esses comportamentos tecnológicos podem ter em algumas soluções de IoT. O sistema proposto ao final do estudo não sofre interferência desses hábitos, mas não havia como fazer essa previsão antes do início da pesquisa.

A Figura 12 indica a proporção de usuários que desabilitam a rede de Wi-Fi ou a funcionalidade de dados móveis com o objetivo de poupar a bateria do celular. A maioria, aproximadamente 43%, não possuem esse hábito. Apenas 11,8% afirmaram sempre desabilitar essas funcionalidades do celular. Essa questão é importante, pois a eficiência de sistemas baseados em IoT pressupõe uma conexão constante com a internet.

Figura 12 – Usuários que desabilitam rede de Wi-Fi ou funcionalidade de dados móveis para poupar bateria do celular



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A vasta maioria dos usuários, pouco mais de 98%, afirmou saber como habilitar o *bluetooth* do celular (Figura 13). O *bluetooth* é uma tecnologia que permite que dispositivos se conectem entre si por meio de comunicação sem fio, desde que estejam próximo um do outro. Conforme a solução de IoT a ser criada, pode ser um recurso interessante a ser utilizado.

Figura 13 – Usuários com conhecimento sobre habilitar o *bluetooth* do celular

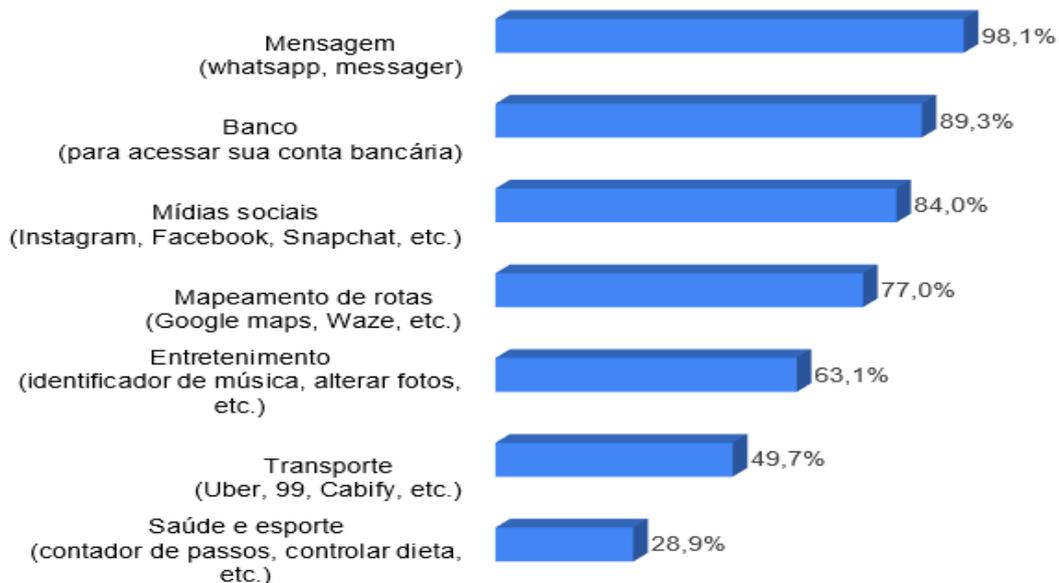


Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Para medir a familiaridade e aceitação dos usuários em relação aos serviços móveis, foi investigado quais tipos de aplicativos os participantes da pesquisa possuem instalados no celular e utilizam com frequência. A Figura 14 aponta que aplicativos de mensagens, como o WhatsApp são os mais utilizados (98%). Aplicativos de bancos (89%), mídias sociais (84%) e

mapeamento rotas (77%) também são bastante populares. Em menor escala, softwares de entretenimento (63%) e transporte⁵ (50%) também são utilizados pela maioria dos usuários. Na última posição, aparece os aplicativos da área de saúde e esporte, os quais apenas 29% dos usuários utilizam.

Figura 14 – Quais aplicativos os usuários utilizam no celular



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

O conhecimento sobre os tipos de aplicativos mais utilizados pelos usuários oferece um ponto de partida para idealizar uma interface de solução de IoT ao menos vagamente similar a outros serviços já utilizados pelos usuários. Dessa forma a adaptação à nova solução será facilitada, pois o usuário terá um senso de familiaridade.

Em relação a preocupação com a segurança e privacidade dos dados compartilhados (Figura 1515), 80,7% se preocupam com essa questão e tentam evitar compartilhar os dados, mas fazem uso de alguns serviços básicos como e-mail e redes sociais. Mesmo tendo preocupação com o compartilhamento de dados, 15% disponibilizam dados para além dos serviços básicos e acessam serviços ou produtos para entretenimento, como aplicativos para envelhecer fotografias ou testes diversos. Uma minoria (6,7%) afirma não possuir qualquer preocupação com a segurança e privacidade dos dados compartilhados.

⁵ Um adendo relevante em relação aos aplicativos de transporte é que a cidade de Lavras não possui serviços de transporte como o Uber e 99.

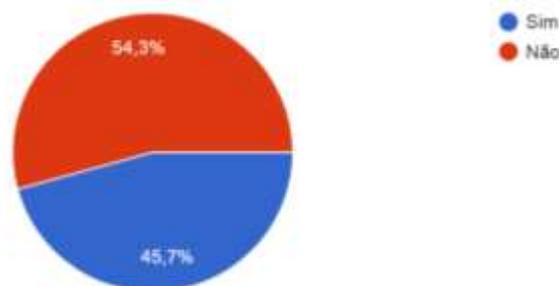
Figura 15 – Nível de preocupação dos usuários com o compartilhamento de dados



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

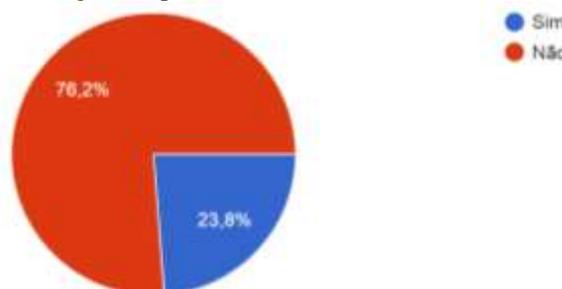
Finalizando a caracterização dos usuários, aproximadamente 54% disseram não saber o que é a tecnologia de IoT (Figura 16). Não obstante, 76% responderam que utilizam algum tipo de dispositivo com tecnologia de IoT, como relógios inteligentes ou assistente pessoal para controlar dispositivos inteligentes (Figura 17). Essa aparente contradição, pode ser uma consequência da pouca popularização do termo IoT na sociedade em geral, pois muitos produtos utilizam o termo *smart* ou inteligente para seus produtos, sem mencionar o termo IoT.

Figura 16 – Usuários que conhecem a tecnologia de IoT



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Figura 17 – Usuários que utilizam algum dispositivo com IoT



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

6.1.2 Experiência do Usuário na BU/UFLA

A Experiência do Usuário descrita a seguir é baseada nos dados coletados durante as dinâmicas de *Design Thinking* desenvolvidas presencialmente com um grupo de usuários e complementados com as estatísticas colhidas por meio do questionário online. Nesta subseção apresenta-se a finalidade dos usuários ao frequentar a BU, suas percepções sobre os serviços, produtos e ambiente oferecidos, e o impacto da biblioteca em suas vidas acadêmicas.

Motivação para utilizar a BU/UFLA

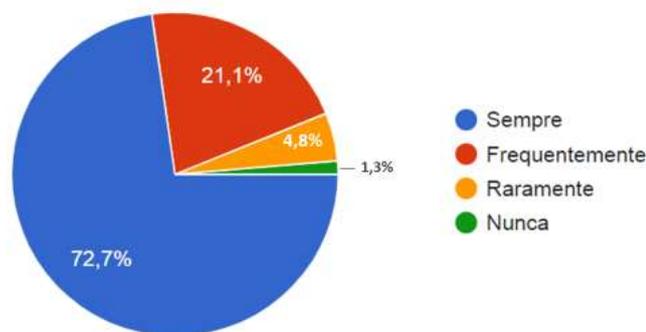
Nas dinâmicas de *Design Thinking* com os usuários, verificou-se que os principais motivos para visitar a BU é ter acesso ao livro impresso e ter um ambiente propício ao estudo. Os serviços mais utilizados pelos participantes foram: a) empréstimo de livros, b) acesso à computadores, c) utilização dos espaços de estudo individual e em grupo.

Acesso ao ambiente físico

Os participantes das dinâmicas afirmaram normalmente estarem de posse do cartão da UFLA, que permite o acesso a BU. Contudo, sugeriram o uso de um cartão digital a ser acessado por meio do celular para facilitar a entrada em caso de esquecimento ou perda do cartão.

No questionário online, 71% dos respondentes afirmaram sempre estarem com seu cartão institucional, 22% frequentemente estão de posse do cartão e 7% raramente ou nunca estão com o cartão (Figura 1818):

Figura 18 – Frequência com que usuário estão de posse do cartão da instituição



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A BU possui uma catraca para medir a quantidade de visitantes e identificar o usuário que entra no ambiente. O procedimento atual na BU quando o usuário não está com o cartão pessoal é disponibilizar um cartão de visitante. Por ser “anônimo” este cartão não coleta dados

sobre o usuário, não sendo possível obter, por exemplo, estatísticas sobre frequência de usuários de determinado curso e outros dados que poderiam ser importantes para o planejamento e tomada de decisão dentro da biblioteca.

Acesso ao acervo

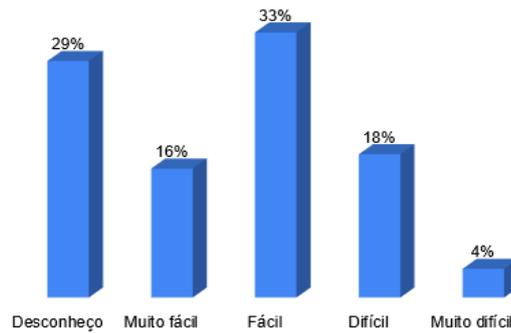
Em relação ao acesso às obras do acervo, busca-se livros para fundamentar o estudo das disciplinas cursadas, para levantar informações que auxiliem no estudo e pesquisa sobre um tema, e livros clássicos que são referência para determinada área de estudo. Para assuntos atuais, geralmente, opta-se por utilizar buscadores online, como o Google. Segundo um usuário-docente, “assuntos atuais, normalmente, não são encontrados em livros. Livro é para fundamentação sobre um assunto”.

As informações procuradas pelos participantes da BU são essencialmente técnicas e um participante considerou que a oferta de informações contidas em jornais ou livros literários seria uma prerrogativa das bibliotecas públicas e não das universitárias. A BU, contudo, mantém assinaturas de jornais e possui acervo literário.

Alguns participantes da pesquisa disseram desconhecer que desde 2018 a BU disponibiliza bases de livros eletrônicos. Quando informados que a biblioteca fez a divulgação por meio do e-mail institucional, foi questionado se a BU não poderia utilizar outros meios de divulgação. Afirmou-se que o e-mail atualmente não é uma fonte de comunicação muito eficiente, pois não atinge a comunidade universitária de forma satisfatória. Algumas alternativas sugeridas foram notificação por meio de redes sociais, WhatsApp ou o Sistema Integrado de Gestão (SIG) da universidade.

O Repositório Institucional da UFLA foi citado somente uma vez durante a dinâmica de *Design Thinking*, em um comentário sobre alunos de graduação, normalmente, não acessarem esse serviço. No questionário online, 29% dos respondentes afirmaram não terem condições de avaliar o RI (por não conhecerem ou não usarem o produto). Em relação a dificuldade de utilização, 16% consideram o RI “muito fácil” de ser utilizado, 33% “fácil”, 18% “difícil” e 4% “muito difícil” (Figura 1919):

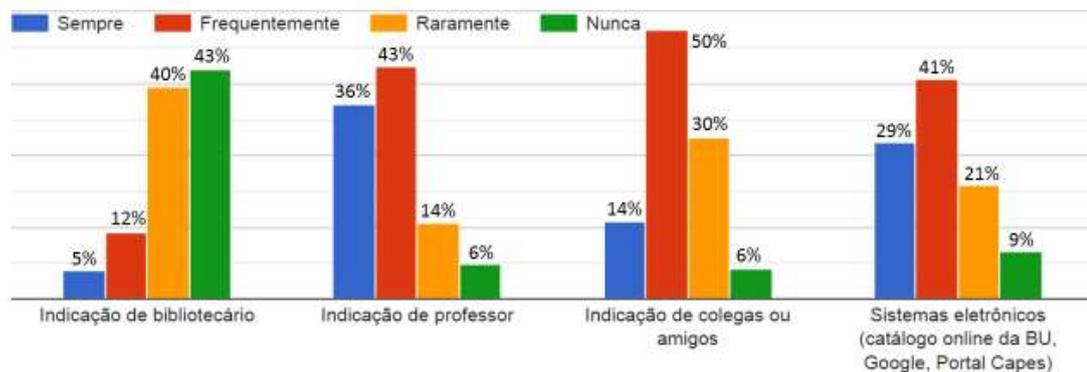
Figura 19 – Nível de dificuldade na utilização do RIUFLA



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Para encontrar os materiais bibliográficos a serem consultados, os usuários utilizam principalmente indicação de professores e sistemas eletrônicos de pesquisa, mas também se baseiam consideravelmente em indicações de colegas ou amigos (Figura 20). A procura do bibliotecário para indicar fontes é bem menor, com 43% dos respondentes afirmando “nunca” procurar o auxílio desse profissional.

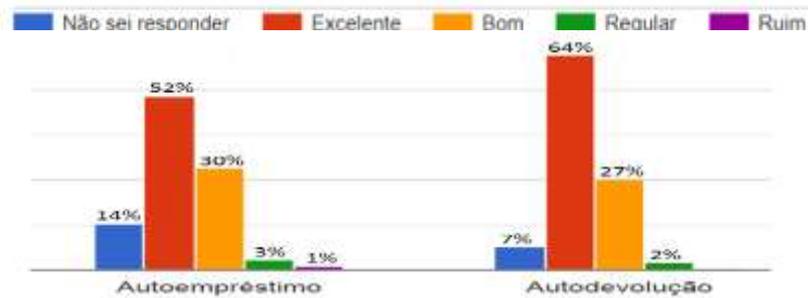
Figura 20 – Fontes de indicação de materiais bibliográficos



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

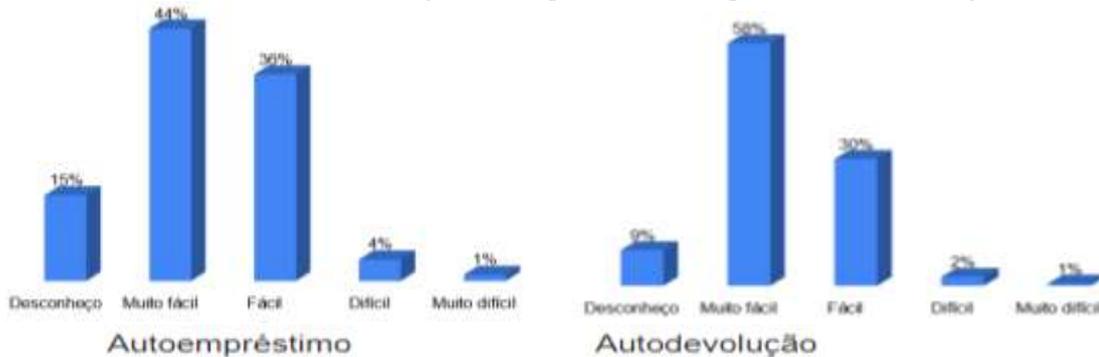
Em relação aos serviços de autoempréstimo e autodevolução de materiais bibliográficos, os participantes das dinâmicas de *Design Thinking* se mostraram bastante satisfeitos. Esse dado foi corroborado pelo questionário online da pesquisa: 52% consideraram o serviço de autoempréstimo “excelente”, enquanto 64% classificam a autodevolução como “excelente” (Figura 21). As máquinas automáticas também foram consideradas de fácil utilização, com porcentagens muito baixas de pessoas com dificuldades para utilizá-las (Figura 22).

Figura 21 – Avaliação dos serviços de autoempréstimo e autodevolução



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Figura 22 – Nível de dificuldade na utilização das máquinas de autoempréstimo e autodevolução



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Um ponto questionado foi o tempo de empréstimo ser muito longo. Na visão de alguns dos participantes, os alunos normalmente estudam somente alguns dias antes da prova, deixando o livro “parado em casa” nos restantes dos dias.

Ambientes de estudo

Em relação ao ambiente para estudo, foi apontado que a biblioteca é um local que estimula e motiva o hábito de estudo, por favorecer a capacidade de foco e concentração de uma forma que não acontece dentro de casa, onde há um maior número de distrações. Um participante afirmou já ter observado inúmeras vezes que muitos alunos nem consultam livros enquanto estão na biblioteca, apenas querem um ambiente de estudo tranquilo. Outro participante alegou que estuda na biblioteca muitas vezes para não ter que fazer o empréstimo de livros pesados, que são desconfortáveis de serem levados para casa.

Durante a dinâmica, foi discutido sobre a dicotomia entre um estudo caracterizado como “introspectivo” versus o “colaborativo/coletivo”. Ou seja, a biblioteca abriga tanto usuários que necessitam estudar sozinhos quanto usuários que querem estudar em grupo. Esses tipos de estudo variam de acordo com o perfil do usuário (sua preferência de método de estudo) e com

o curso e disciplina (sendo necessário ou não uma maior interação entre colegas de turma para proporcionar a trocas de ideias e reflexões sobre determinado assunto).

Essa dualidade acarreta na demanda por dois tipos de espaço: um mais silencioso, com ausência de barulho provocado por conversas e demais ruídos; e outro onde seja permitido a discussão entre os usuários. A BU já possui alas separadas para essas duas finalidades, sendo o andar superior para estudo coletivo e o andar térreo para estudo individual. Contudo, muitas vezes, as conversas são realizadas em tom elevado e o ruído acaba se espalhando entre as diversas alas da biblioteca⁶.

Capacitação

Em relação a capacitação de usuários para torná-los aptos a utilizar a BU com independência, a capacitação foi considerada pouco eficaz e “muito sem graça, pouco atrativa” pelos participantes das dinâmicas de *Design Thinking*. Um usuário disse ter a sensação de que a capacitação online é apenas “uma cópia de folders impressos” em formato digital. Sua sugestão é que a capacitação seja mais interativa, pois dessa forma “seria mais fácil a associação [das informações transmitidas na capacitação] no momento de uso [da BU]. A informação estava lá, mas ela não chegou”.

Além disso, foi unânime que a quantidade de informação repassada na capacitação é muito elevada, tornando inviável a sua assimilação em um único momento. Os usuários consideraram que somente com a prática que se aprende a utilizar a BU: “você aprende usando, não adianta enfiar [sic] tudo na capacitação”.

O questionário online, entretanto, trouxe dados conflitantes. Quase 80% dos usuários afirmaram se sentir seguros em utilizar a BU após realizarem a capacitação de calouros (Figura 23):

Figura 23 – Usuários que se sentem seguros em utilizar a biblioteca após a capacitação



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

⁶ Quando o ruído está muito alto, estabeleceu-se uma rotina entre os servidores da BU de passar de mesa em mesa pedindo para que os usuários adotem um tom de fala mais ameno. Contudo, em momentos de superlotação, principalmente durante o período de provas, nem sempre a recomendação surte o efeito desejado.

Outro problema apontado em relação a capacitação, é quando o usuário passa muito tempo sem utilizar a BU e quando retorna já não se recorda mais de algumas instruções básicas. Essa situação provoca uma sensação de desorientação por não saber o que fazer primeiro ao entrar na BU após um longo período.

Impacto da BU na vida dos usuários

Os participantes da dinâmica foram unânimes em afirmar que a biblioteca fez uma grande diferença na vida deles devido a possibilidade de acesso à informação, algo decisivo no processo de aprendizagem, e à oferta de espaço de estudo. Foi apontado que a biblioteca também serve como um espaço de socialização entre estudantes, sendo um espaço similar ao Centro de Convivência da universidade (área que abriga lanchonete, restaurantes, livraria, entre outros serviços). Por isso, mesmo com algumas críticas dos participantes, a BU é considerada um ambiente de referência para estudo dentro da universidade.

Ao serem questionados se sentem prazer ao utilizar a BU, as respostas foram divergentes. Alguns participantes disseram ter prazer ao visitar o local por ser um ambiente aconchegante e motivador ao estudo, configurando-se como um “espaço de refúgio” para se concentrar. Esses participantes ressaltaram que essa percepção em alguns momentos pode ser prejudicada pelo excesso de lotação do espaço, que ocasiona filas e barulho, mas no geral apreciam estarem dentro da biblioteca. No questionário online, um usuário afirmou que “a biblioteca é um dos melhores ambientes da faculdade”.

Outros participantes disseram que frequentam a biblioteca apenas por necessidade e que livrarias despertam um sentimento melhor, pois a iluminação é diferente e a ambientação é mais artística, com uma aparência visual mais acolhedora e criativa. Outra razão apontada para a diferença de sentimentos entre visitar uma livraria e biblioteca é a motivação por trás da visita. Nas livrarias, busca-se uma leitura mais literária e descompromissada, sendo uma visita “a passeio”. Já na BU busca-se uma leitura técnica para estudo ou trabalho e, no caso do aluno, o usuário já chega tenso para estudar para a prova.

Destaca-se que na técnica do Caderno de Sensibilização, ao serem apontadas as dificuldades enfrentadas na BU/UFLA, predominou a sensação de impaciência pela falta de agilidade de alguns serviços, como obter as chaves de escaninhos ou encontrar um livro nas estantes. Um usuário indicou como sensação geral que todas as atividades podiam ser desempenhadas com mais agilidade. A utilização de equipamentos como o autoempréstimo e autodevolução, por outro lado, foi fonte de satisfação e deixou o usuário “animado” por poder utilizar um equipamento “interesse e prático”.

6.1.3 Problemas e expectativas dos usuários em relação à BU/UFLA

Durante a dinâmica de *Design Thinking* com os usuários, as principais críticas à biblioteca foram em relação ao sistema de gerenciamento de acervo da BU, a organização dos livros nas estantes, a sinalização e o barulho dentro da biblioteca. Em menor escala, foram apontados alguns problemas de infraestrutura e no pagamento de multa. A seguir, todas essas questões serão detalhadas e correlacionadas com algumas estatísticas coletadas por meio do questionário online.

Pergamum

Alguns participantes da dinâmica de *Design Thinking* consideraram ser possível se “acostumar” com o sistema de busca em poucos dias de uso. E em caso de dúvidas, “há servidores nos balcões de atendimento para ajudar”.

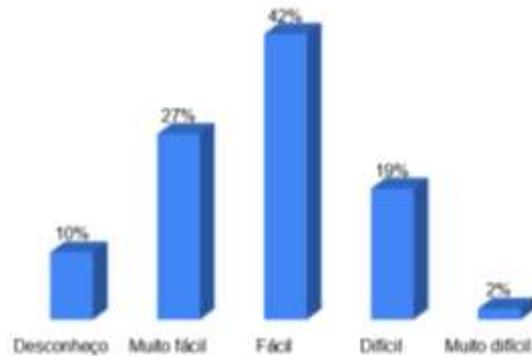
Outros participantes criticaram o sistema pela falta de uma ordem de relevância na listagem dos resultados de busca. O Pergamum ordena automaticamente o resultado por ordem alfabética, sendo possível também ordenar por ano de publicação, código de acervo, tipo de obra, idioma, descrição física e referência. Diferente de mecanismos de busca como o Google, por exemplo, o Pergamum não possui um algoritmo que permita ordenar o resultado por relevância do livro.

Outro problema apontado foi a necessidade de indexar mais exaustivamente os livros catalogados. Foi sugerido a adoção de um maior número de palavras-chave e a disponibilização do sumário e resumo da obra. Isso eliminaria a necessidade de realizar pesquisa em outros buscadores para encontrar informações adicionais antes de decidir se o livro é adequado e ir a BU retirá-lo para consulta ou empréstimo.

Um dos docentes presente, que trabalha com linguagem natural em sistemas de informação no DCC, discorreu sobre a necessidade da linguagem de indexação ser mais dinâmica para se adequar ao novo contexto social em que os usuários estão acostumados a utilizar a linguagem natural das redes sociais: “ferramentas de processamento automático da linguagem de uma década atrás não funcionam mais tão bem hoje”.

No questionário online, confirmou-se que alguns usuários têm dificuldades na utilização do Pergamum (Figura 24), com 19% dos usuários considerando a utilização do catálogo “difícil” e 2% “muito difícil”. Dessa forma, há margem para propor melhorias no sistema.

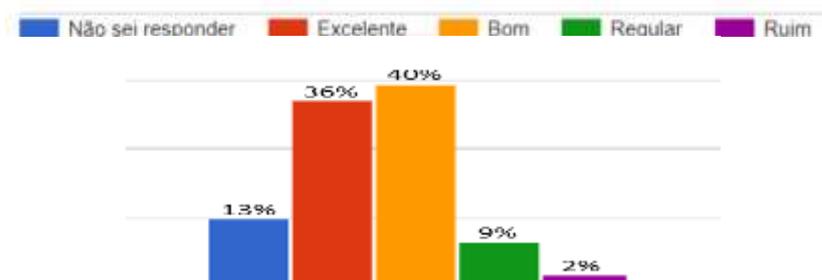
Figura 24 – Facilidade para utilizar o catálogo eletrônico (Pergamum)



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Foi discutido também sobre o sistema de reserva de livros disponibilizado pelo Pergamum. Os participantes criticaram a notificação de chegada do livro ser apenas por e-mail, pois o usuário pode checar o e-mail apenas após voltar para casa ou mesmo ver a mensagem somente vários dias após o recebimento. No questionário online, um usuário relatou ter dificuldade em “entregar o livro na data certa”. A Figura 25 indica que 36% dos respondentes consideraram o sistema de reserva como “excelente”, 40% como “bom”, 9% como “regular” e 2% como “ruim”.

Figura 25 – Avaliação do sistema de reserva



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Organização das estantes

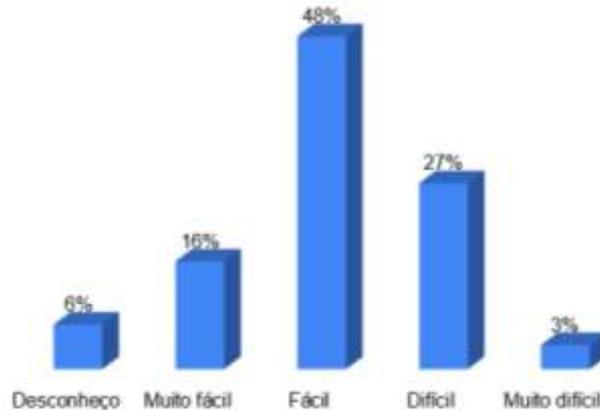
Ao serem questionados sobre se os espaços da biblioteca favorecem a sua utilização, um dos principais problemas apontados foi a organização dos livros nas estantes, descrita como “fragmentada”, “confusa”. Foram relatadas dificuldades para entender o número de chamada dos livros, pois não parece uma numeração lógica para o usuário.

Além disso, um usuário disse que em determinadas partes das estantes a numeração “pula de repente e isso confunde”. Isso ocorre porque certas numerações correspondem a assuntos que não fazem parte das áreas de estudo da universidade. Mas para os usuários, que não conhecem a Classificação Decimal de Dewey (CDD), pode ser desorientador quando a numeração muda repentinamente.

No questionário online, 27% dos respondentes disseram ser “difícil” localizar os livros e periódicos nas estantes (

Figura 2626). Apenas 16% consideram “muito fácil” encontrar um item no acervo. Um participante do questionário online escreveu que “a classificação dos livros e encontrá-los nas prateleiras não é muito fácil devido aos códigos e muitos livros dispostos”.

Figura 26 – Facilidade na localização dos livros e periódicos nas estantes



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

O número de chamada colocado na lombada do livro também foi considerado muito pequeno e não cumpre com a noção de acessibilidade, pois é difícil de ser visualizado. A ordenação das estantes também gerou dúvidas, com alguns usuários incertos se a numeração da estante começaria sempre do mesmo lado. O que não ocorre, pois, as fileiras das estantes são numeradas em ziguezague.

Os usuários sugeriram que tanto os corredores quando as prateleiras fossem rotuladas. Atualmente, todos os corredores são rotulados, mas numerar todas as prateleiras por enquanto é inviável devido crescente acervo adicionado anualmente para suprir a demanda dos novos cursos abertos. Devido ao rápido crescimento do acervo por várias vezes nos últimos anos a BU precisou remanejar os livros e mesmo corredores inteiros. Remarcar todos os corredores já é um processo bastante demorado. Dessa forma, remarcar todas as prateleiras é algo inviável enquanto o acervo continuar com a mesma taxa de crescimento.

Sinalização

A questão da organização e sinalização do acervo leva a outro tópico bastante comentado nas dinâmicas de *Design Thinking*, a sinalização geral da BU. Um participante da pesquisa relatou as vezes “andar de um lado para o outro, até achar o que precisava”. Outro

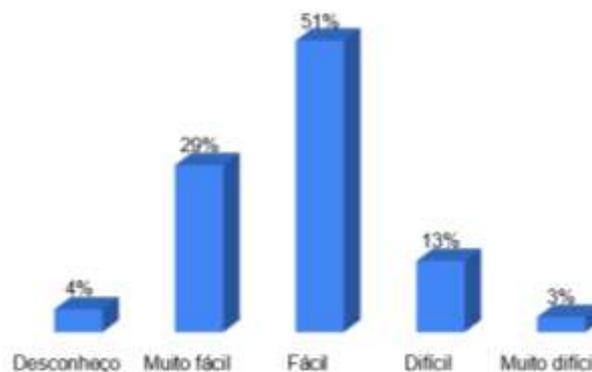
disse que “todo mundo tem uma dificuldade enorme com sinalização. Sinalização você coloca todas as opções e as pessoas ainda vão perguntar.”

É preciso lembrar que por mais que se imagine uma sequência lógica de trajeto dentro de um espaço para obter-se o que precisa, os usuários, inerentemente, acabam construindo novos caminhos, que nem sempre serão os mais eficientes. É preciso pensar também a sinalização considerando a questão da acessibilidade, de forma a não excluir nenhum usuário.

Como já mencionado anteriormente na seção 6.1.2, mesmo usuários que já frequentaram a BU, sentem dificuldade para se localizarem quando ficam muito tempo sem frequentar o espaço. Quando voltam, muitas vezes, sentem que é necessário se familiarizar novamente com ambiente para lembrar-se de como obter acesso a cada serviço prestado pela BU.

No questionário online, ao avaliar o nível de facilidade para se locomover no espaço físico da BU e encontrar as salas de estudos, banheiros e setores específicos, 29% responderam ser “muito fácil”, 51% “fácil”, 13% “difícil” e 3% “muito difícil” (Figura 2727).

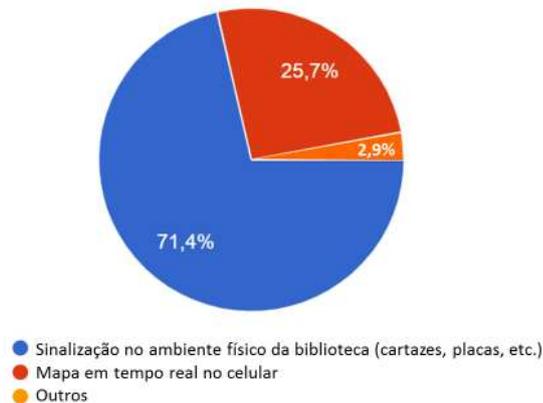
Figura 27 – Facilidade na localização dos espaços e setores da BU



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Outra questão indagada no questionário online foi se o usuário preferia sinalização no ambiente físico da BU ou mapa em tempo real no celular. O objetivo da pergunta era determinar se havia uma preferência por sinalização analógica ou um mapa interativo, por isso a opção “Os dois tipos de sinalização” não foi oferecida, mas foi deixada a opção “Outros” para sugestões de recursos para sinalizar a biblioteca. Aproximadamente 71% dos usuários preferem sinalização física e 26% o mapa interativo (Figura 2828).

Figura 28 – Preferência de sinalização para auxiliar na locomoção dentro da BU/UFLA



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Na opção “Outros”, vários usuários pediram pela disponibilização dos dois tipos de sinalização (física e interativa), além das seguintes sugestões:

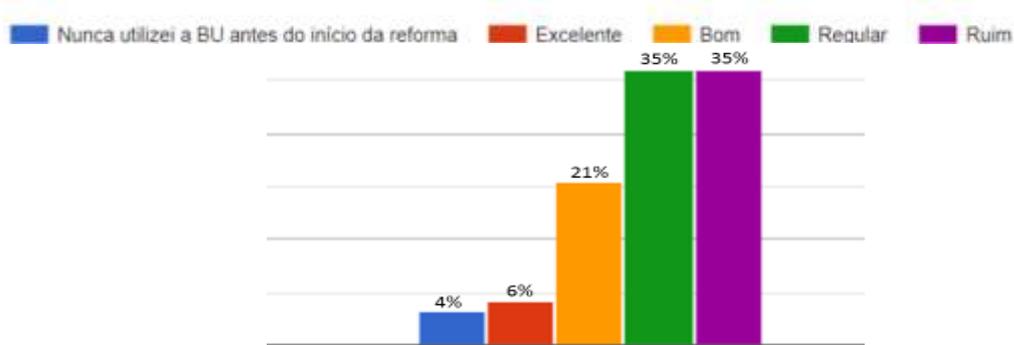
- “Mapas tridimensionais em setores e andares com indicação de onde você está”.
- “Para auxiliar a locomoção e imprescindível a sinalização no ambiente físico, entretanto se houver um mapa em tempo real no celular (Google Maps), para visitantes, deficientes Visuais ou pessoas com algum tipo de deficiência, será de grande auxílio para os mesmos. Ha também uma ferramenta chamada *StreetView*, que salva as imagens, e possibilita que o público em geral possa conhecer e se familiarizar com o espaço da BU”.

Barulho

Uma crítica repetida em diversos momentos durante as dinâmicas de *Design Thinking* foi em relação ao barulho dentro da BU. Na questão aberta do questionário online sobre dificuldades dentro da biblioteca, muitos participantes também elencaram essa questão. As reclamações referem-se a todas as áreas da BU, inclusive dentro das cabines de estudo individual, que não possuem isolamento acústico. Um usuário afirmou que mesmo a utilização de fone de ouvido ou protetor auricular não consegue bloquear o barulho. Outro usuário disse que alguns ventiladores também faziam muito ruído.

No questionário online, 35% dos respondentes consideram o item silêncio dentro da BU como “ruim” e 35% como apenas “regular” (Figura 29). Apenas 6% consideram esse item como “excelente” e 21% com o “bom”.

Figura 29 – Avaliação do silêncio dentro da BU

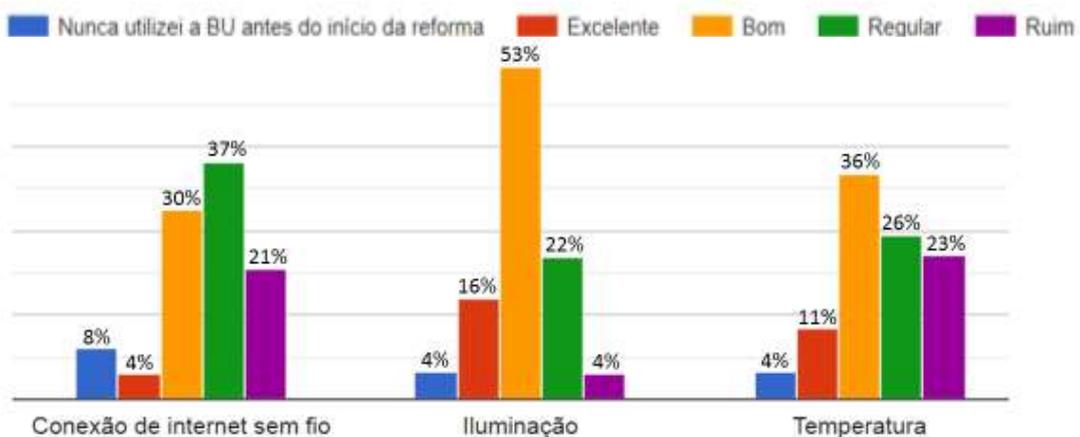


Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Infraestrutura

Houve algumas críticas também em relação a infraestrutura do prédio, em especial a falta de tomadas, e o espaço limitado para atender ao número de alunos da universidade. A Figura 30 mostra a avaliação dos itens conexão de internet sem fio, iluminação e temperatura dentro da BU:

Figura 30 – Avaliação da conexão de Wi-Fi, iluminação e temperatura da BU/UFLA



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Apenas 8% consideram a conexão sem fio da UFLA como “excelente” e 21% consideram como “ruim”. A falta de uma rede provedora de internet com qualidade é um grande empecilho na implementação de IoT e tende a tornar-se um problema maior com o crescimento de objetos conectados à rede.

A avaliação da iluminação foi melhor, com 53% dos participantes considerando esse item como “bom”. Por sua vez, a temperatura teve uma avaliação mais assimétrica: 11%

consideram “excelente”, 36% como “bom”, 26% como “regular” e 23% como “ruim”. Essas questões, contudo, deverão ser reavaliadas após a reforma da BU.

Por fim, os participantes da pesquisa também se mostraram insatisfeitos com os procedimentos de pagamento de multa, que foram considerados “retrógrado”. Tanto nas dinâmicas de *Design Thinking* quanto no questionário online, houve menções a dificuldade para pagar as multas por atrasos de livros, pois a BU não recebe o valor diretamente.

6.1.4 Propostas com soluções baseadas em IoT para atender as demandas identificadas

Com base nos dados levantados sobre os problemas e expectativas em relação à BU, foram discutidas propostas para atender às demandas levantadas e possíveis soluções baseadas em IoT. Essas soluções foram norteadas por 4 eixos: espaço físico, serviços e produtos, fontes de informação e tecnologia. Para algumas demandas, não houve propostas de soluções tecnológicas. Em outras demandas, as soluções apontadas não necessariamente envolveriam a IoT, mas foram listadas para fins de registro das falas dos participantes. No Quadro 3 é apresentada cada uma dessas soluções:

Quadro 3 – Propostas com soluções baseadas em IoT para atender as demandas identificadas

ESPAÇO FÍSICO			
Demandas	Propostas	Solução baseada em IoT	Observação
Melhoria do acesso à BU	Entrada na BU sem cartão da UFLA	Cartão online pelo celular com NFC (<i>Near Field Communication</i>)	Coleta os dados do cartão e registra no sistema online de frequência. O cartão poderia ser também uma pulseira (<i>wearable</i>) da BU, como as utilizadas nos parques de diversões da Disney ⁷ .
	Entrada com mochila e bolsa, sem a necessidade de guardar o	Portal RFID na saída da BU	O Portal de RFID ao invés de somente ler se a tag do livro está ativa ou não, verificará no Pergamum se o livro está

⁷ Mais informações sobre a pulseira da Disney em: <http://www.conhecimentodigital.com.br/blog/cultura-nerd/como-a-disney-faz-a-internet-das-coisas-iot>

	material nos escaninhos		emprestado no sistema. Essa opção é importante, pois livros não emprestados podem, por algum motivo, estarem desmagnetizados. O Portal estar conectado ao Pergamum reduz a possibilidade de falhas.
	Retirar servidor da saída da BU e eliminar necessidade de conferir status do livro		
Monitoramento do ambiente	Controle de temperatura	Utilização de mapa de calor para otimização do controle de temperatura	Coleta dados e transmite para sistema online de monitoramento e controle da temperatura.
	Controle de barulho	Dispositivo em cada mesa indicando se o barulho está muito elevado ⁸	Coleta dados e transmite para sistema online de monitoramento e controle de barulho.
Mapa de ocupação dos espaços	Identificação de cabines disponíveis para estudo individual e em grupo	Câmera com software programado para reconhecer quantas pessoas estão no ambiente (processamento de imagens) Sensores Mapa visual com indicação da lotação e barulho em cada ambiente	Coleta de dados, transmite para sistema online para ser processado e gerar os mapas indicativos da lotação e barulho dentro da BU.
	Identificação de área dentro da BU com menor quantidade de pessoas e barulho		

⁸ Uma indicação visual por cores seria a mais apropriada, pois o sinal sonoro geraria um barulho adicional. Contudo, pensando na acessibilidade, um sinal sonoro para cegos também seria adequado.

SERVIÇOS E PRODUTOS			
Serviço de localização dos espaços	Informação visual e sonora para se localizar dentro da BU, indicando que naquele local onde o usuário está fica, por exemplo, as estantes de livro de Literatura e há um banheiro próximo	Direcionamento ou disparo de vídeo interativo por meio de QR Code, <i>beacons</i> , etc. Sinalização por solo para deficientes visuais (ao pisar no solo, há o disparo de informações sonoras)	Essa solução é baseada em disparo de notificações por meio dispositivos que não transmite dados online. Portanto não se configura como IoT.
	Sistema de geolocalização para locomoção dentro da BU	GPS, câmeras com processamento de imagens, sensores	Coleta dados e transmite para sistema online de geolocalização.
	Tour por campo de estudo: mostrar quais corredores de estantes e livros são mais utilizados de acordo com o curso do usuário	Sensores que disparam informações de acordo com os dados dos usuários armazenados no sistema da biblioteca	Sensores recebem dados do usuário e de um sistema online e transmite informações de acordo com o curso e histórico de uso da biblioteca de cada usuário.
Serviço de localização de livros	Sistema de geolocalização de livros nas estantes	Mapa por GPS e RFID (mostrar localização do usuário e do livro)	Coleta dados da etiqueta RFID do livro e GPS do usuário e envia para sistema online.
	Sinal visual ou sonoro quando se	Aplicativo no celular que	Essa solução é baseada somente na captação do sinal de RFID do

	aproximar do livro desejado	aumenta a intensidade de cor ou som quando se aproxima do RFID do livro	livro, e não há conexão com a internet. Portanto não se configura como IoT.
	Localizar livro dentro da BU que não está na estante e não foi emprestado	Mapa por RFID	Coleta dado da etiqueta RFID do livro e envia para sistema online.
	Localizar livro guardado em local errado nas estantes	Mapa por RFID Câmeras com processamento de imagens para verificar a ordem dos livros nas estantes, se está fora de ordem. Várias câmeras para varrer todas as prateleiras ou câmera giratória.	Coleta dados da etiqueta RFID do livro e envia para sistema online que possui a funcionalidade de detectar a ordem de chamada dos livros de acordo com a CDD e indicar quando o livro foi colocado fora da ordem.
Gestão de acervo	Autoempréstimo	Ao passar pelo portal da saída da BU, o livro seria automaticamente emprestado no nome da pessoa que saiu com a obra	Coleta dado da etiqueta RFID do livro e envia para sistema online.
	Devolução de livros fora da BU	Drone para devolução de livros “Uber” de livros Pontos de devolução de	Essa solução é baseada em maquinário eletrônico e robótica. Não se configura como IoT.

		livros espalhados pelo campus	
Capacitação	Capacitação dos novos usuários com tour guiado virtual pela BU	Sensores, câmeras	Coleta dados do GPS do usuário e envia para sistema online que traçará um mapa a ser seguido para completar o curso de capacitação de usuários.
	Guia virtual com sequência de procedimentos e locais a serem percorridos para, por exemplo, realizar o empréstimo de um livro ou CD, encontrar um periódico, etc.	Sensores, câmeras	Coleta dados do GPS do usuário e envia para sistema online que traçará um mapa a ser seguido e ao chegar no local determinado lança uma tarefa por meio de instruções por vídeo.
FONTES DE INFORMAÇÕES			
Sistema de recomendação	Ao pegar um livro, enviar notificação automaticamente sobre outros materiais disponíveis na BU sobre o mesmo assunto, incluindo teses e dissertações do RI	Não houve sugestão de soluções.	
TECNOLOGIA			
Coleta de dados	Medição do tempo de manuseio do livro	Sensores	Coleta dados por meio de sensores que medem a

			inclinação do livro e transmite dados para o sistema online.
Pagamento	Pagamento de multa por atraso de livro	NFC (<i>Near Field Communication</i>)	Pagamentos podem ser realizados por dispositivos com tecnologia de NFC como alguns cartões bancários, relógios inteligentes ou celular.
Serviços de alerta	Enviar notificação diretamente para o celular do usuário sobre liberação de reserva	Não houve sugestão de soluções.	
	Enviar notificação diretamente para o celular do usuário sobre data de devolução	Não houve sugestão de soluções.	

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Um ponto discutido nas dinâmicas de *Design Thinking* é a preferência por um sistema integrado aos já existentes na UFLA, unificando as plataformas de serviços e acesso a informação dentro da instituição. A justificativa é devido à confusão e cansaço de se alternar entre sistemas várias vezes durante o dia.

6.2 PERSPECTIVA DE VALOR PARA OS GESTORES

Nesta subseção, estruturou-se os dados colhidos juntos aos gestores da BU/UFLA, por meio da atividade de grupo focal e entrevista semiestruturada. Primeiramente, discorre-se sobre a avaliação dos gestores em relação às propostas baseadas em IoT elaboradas após a pesquisa com os usuários. Em seguida, apresenta-se a visão dos gestores em relação a tecnologia de IoT, suas potencialidades e desafios.

6.2.1 Avaliação das soluções geradas

A dinâmica com os gestores foi realizada em dois dias consecutivos e contou com a participação do diretor e da vice-diretora da BU/UFLA, além dos coordenadores dos setores de Desenvolvimento de Acervo, Processamento Técnico, Repositório Institucional e Informação e Serviços. Nessa fase da pesquisa foram debatidas cada uma das propostas elencadas no Quadro 2 da seção anterior.

6.2.1.1 Espaço físico

Em relação à melhoria do acesso à BU, foi apontado que a necessidade de guardar mochilas e bolsas nos escaninhos e a permanência de um servidor na saída são em decorrência da preocupação com o furto de itens do acervo. Como os livros são considerados patrimônio permanente da universidade, é responsabilidade da BU zelar pela manutenção desses documentos. A BU não possui uma estatística de roubo, mas no último inventário não foram localizados itens recentemente incorporados ao acervo, levantando suspeita de furtos.

Foi debatida a relação do custo dos itens desaparecidos do acervo com o custo ao se manter escaninhos e servidores na entrada e saída. Os gestores disseram ser custos incomparáveis, pois itens desaparecidos podem estar esgotados para compra e não ser mais possível incorporá-los novamente no acervo. Além disso, o orçamento para compra de livros sofre variação e não há garantia de que haverá recursos para compras de novos livros. No ano de 2019 por exemplo, devido ao contingenciamento de verba das universidades federais, até mesmo as etiquetas de RFID entraram na lista de possíveis cortes para diminuição de gastos. Dessa forma, uma vez furtado, o livro pode tornar-se inacessível permanentemente.

Mesmo com essas observações, todos os gestores concordam que seria bastante benéfico que os usuários possam entrar com suas mochilas dentro da BU, pois os alunos muitas vezes esquecem materiais dentro dos escaninhos e precisam interromper os estudos para buscar algum pertence. Contudo é necessário que haja uma tecnologia antifurto mais eficiente, que funcione com poucas falhas. Os gestores julgaram que ao resolver a questão da entrada com mochila, a questão da saída também será solucionada.

Sobre a entrada sem cartão na BU, uma nova catraca com leitura biométrica será adquirida e instalada. Dessa forma, os usuários não precisam se preocupar em estar de posse do cartão.

No tocante ao monitoramento do ambiente, foram avaliadas as propostas de controle de temperatura e de barulho. O controle de temperatura não é possível na BU devido ao pé direito do prédio (distância entre o piso e o teto), que é muito baixo, impossibilitando a instalação de

equipamentos de refrigeração. Os gestores julgaram ser interessante um mapa de calor para detectar os espaços mais quentes e providenciar soluções alternativas para controle do ambiente, como ventiladores. Contudo, acreditam que os gastos com tal sistema não sejam justificáveis.

O controle de barulho seria mais atrativo, pois é uma queixa constante de usuários dentro da BU, como comprovados nos dados apresentados anteriormente. Foi sugerido um dispositivo instalado em cada mesa de estudo em grupo com sinalização por cor e um dispositivo geral da BU por som. A instalação por mesa teria que ser por cor, pois se várias mesas apitarem ao mesmo tempo, geraria ainda mais barulho. Foi apontado que somente a sinalização por cor talvez não iniba os usuários a diminuírem o tom de voz, mas ao acender o dispositivo na mesa, a cor chamaria a atenção do servidor da BU que iria conversar com os usuários.

Já os dispositivos de medição do barulho geral do ambiente da BU poderiam emitir um aviso sonoro pedindo um tom de voz mais baixo por parte dos usuários. Esses dispositivos teriam escalas diferentes de barulho aceitável de acordo com a área, se é para estudo individual ou em grupo.

Concernente ao mapa de ocupação dos espaços e identificação de cabines de estudos e área mais silenciosa, os gestores julgaram que a dinâmica de ocupação das cabines e espaços da BU é muito instável e muda rapidamente. Como a biblioteca é central e o campus é muito grande, há vários departamentos afastados e o usuário poderia olhar no aplicativo que a BU está vazia, mas ao chegar ao local, após alguns minutos, as cabines já estarem ocupadas e com um movimento intenso de pessoas no espaço. Por outro lado, se o usuário já está dentro da BU, ele pode, sem grandes esforços, percorrer os espaços e “manualmente” identificar as áreas mais tranquilas para estudo e se as cabines estão disponíveis. O gasto com um mapa de ocupação seria muito grande para um resultado pouco satisfatório dado a dinamicidade da BU.

Uma demanda nova que surgiu durante a dinâmica, foi a necessidade de monitorar as várias portas de emergência que foram instaladas durante a reforma para tornar a BU mais segura. A tecnologia de IoT poderia auxiliar tanto no controle dessas portas quanto das janelas da BU.

Das propostas debatidas, o que despertou maior entusiasmo entre os gestores foi a melhoria da segurança do acervo. As prioridades elencadas pelos gestores para essa área foram: 1) entrar com mochila na BU; 2) retirada do servidor da saída; 3) controle do barulho.

6.2.1.2 Serviços e produtos

As propostas para os serviços de localização dos espaços foram consideradas pelos gestores interessantes, mas nem todas seriam viáveis. O disparo de informação visual e sonora para localização dos espaços dentro da BU foi considerada excelente para auxiliar os usuários. Em especial a informação sonora que serviria para melhorar a acessibilidade para usuários com deficiências visuais, algo que é inclusive avaliado pela Comissão de Avaliação do Ministério da Educação quanto visitam as bibliotecas universitárias.

Quanto ao sistema de geolocalização (GPS) para locomoção dentro da BU, um dos participantes apontou que a utilização QR Code seria mais barato e fácil de ser implementado do que o GPS, que é uma tecnologia que funciona melhor em espaços maiores e abertos. O QR Code não funcionaria em tempo real, mas teria um custo-benefício mais aceitável. Mas caso seja possível desenvolver uma solução de geolocalização eficiente e com custo aceitável, seria um serviço melhor do que o QR Code.

O *tour* específico por campo de estudo foi considerado bem pouco factível, pois não há concentração de livros em determinados corredores de estantes de acordo com cada curso. Os livros dos cursos estão, geralmente, espalhados em vários campos de classificação. Por exemplo, alunos das áreas de Engenharia tem livros que vão da numeração 300 a 700. Dessa forma, para vários cursos, o *tour* iria percorrer a maioria dos corredores. Foi considerado mais interessante um *tour* geral que apresentasse todos os corredores, independente do curso frequentado pelo aluno.

As propostas para os serviços de localização de livros despertaram grande interesse dos gestores, que verificam no dia a dia a dificuldade de alguns usuários em localizar os itens que necessitam na biblioteca, seja nas estantes ou nas mesas de estudos. Os bibliotecários observam que alguns usuários não anotam o número de chamada inteiro ou anotam outros números (como número do exemplar ou patrimônio) e depois não conseguem localizar os materiais nas estantes. Os gestores ponderaram que a BU utiliza a CDD para classificar os livros e em bibliotecas que adotam a Classificação Decimal Universal (CDU) é ainda mais difícil para os usuários, pois os números são ainda mais complexos.

O sistema de geolocalização de livros nas estantes foi considerado interessante, mas um dos participantes apontou que a BU já está muito bem sinalizada com rotulação em papel de cada corredor de estantes. Um sistema de GPS apenas facilitaria um pouco mais a localização dos livros nas estantes.

Houve uma preocupação de todos os gestores em relação a precisão da localização do livro por sistema do tipo GPS, pois alguns livros são muito finos. Foi relatado que o equipamento de leitura de RFID da biblioteca para realizar o inventário automaticamente

apresentou várias falhas e não foi capaz de fazer a leitura de livros com poucas páginas. Os bibliotecários acreditam que caso não seja possível a localização do livro específico, que o GPS aponte pelo menos o corredor e a prateleira, para facilitar a localização do item.

Em relação a localização por sinal visual, um dos participantes da pesquisa sugeriu a tecnologia de raio infravermelho para auxiliar na localização do livro nas prateleiras das estantes. Pois, dado o constante movimento do acervo, é inviável sinalizar todas as prateleiras uma a uma. A proposta sugerida é que a etiqueta do livro acionaria sensores nas estantes e acenderia uma luz no local da prateleira onde o livro está armazenado.

Ao integrar um sistema de GPS com o infravermelho, o aluno, primeiramente, encontraria o corredor e estante onde o livro está com por meio geolocalização. Nesse momento acionaria então o infravermelho para que o local exato onde está o livro na estante se acendesse e o item possa ser visualizado.

Um problema do infravermelho já vislumbrado pelos gestores é o possível excesso de luzes piscando dentro da BU. Contudo, estima-se que apenas alguns alunos utilizariam esse recurso em casos mais necessários, nem todos os usuários ao mesmo tempo acionariam esse recurso.

Para o sinal sonoro, foi debatido se os celulares dos usuários poderiam emitir um apito ao se aproximar do livro. O celular poderia também vibrar com intensidade maior ao se aproximar do livro. Os gestores consideraram que a preferência seria por um sistema baseado em um sinal visual em detrimento do sonoro, para evitar barulhos adicionais dentro da BU.

O sinal sonoro seria mais adequado para melhorar a acessibilidade da BU e poderia ser disponibilizado apenas para usuários com deficiência. Contudo, foi lembrado que a biblioteca não possui materiais de estudo em braile nas estantes do acervo aberto ao público. Os poucos itens em braile da BU estão no acervo fechado, acessível apenas para servidores. Dessa forma, os usuários com deficiência visual que frequentam a BU normalmente fazem uso das áreas de estudo e empréstimo de *netbook* e não percorrem os corredores de livros, pois não há material nas estantes adequados a sua necessidade.

No caso de bibliotecas que possuam material em braile em conjunto com o restante do acervo, o sinal sonoro seria de grande auxílio para o usuário com deficiência visual. Desde que o número de chamada também esteja disponível em braile.

Durante a dinâmica, foi levantada a questão se a etiqueta de RFID já utilizada no acervo seria capaz de disparar o raio infravermelho e sinal sonoro ou seria necessário desenvolver ou adquirir um outro tipo de etiqueta. Em relação a geolocalização, também é preciso investigar se as etiquetas são capazes de emitir sinais rastreáveis por GPS. Foi discutido também se não

seria melhor a própria UFLA desenvolver uma nova etiqueta específica para esse sistema de localização e o livro teria duas etiquetas.

Para localizar os livros fora das estantes, tanto o GPS quanto o infravermelho poderiam ser utilizados. Contudo seria necessário desligar a localização da etiqueta quando o livro for emprestado, pois pode haver usuários utilizando o item para estudo dentro da biblioteca.

Para encontrar livros armazenados no local incorreto nas estantes, os gestores informaram possuir um dispositivo que localiza o livro cadastrado no equipamento. Contudo, é necessário estar bem próximo do item para que o dispositivo comece a disparar um sinal sonoro. Dessa forma, pode ser necessário percorrer várias estantes ou mesmo corredores até encontrar o item. O ideal é que o rastreamento fosse capaz de fazer a localização a longa distância.

Na dinâmica com os usuários, um dos docentes do DCC sugeriu a solução de colocar câmeras com processamento de imagens para verificar se os livros estão dispostos na ordem correta de acordo com o número de chamada. Os gestores apontaram que nos livros finos o número de chamada fica parcialmente oculto e que as etiquetas muitas vezes desbotam com o tempo, o que pode dificultar a visualização pela câmera.

Concernente à gestão do acervo, as propostas foram consideradas pouco viáveis e desnecessárias. A opinião dos gestores é que o autoempréstimo já é uma tecnologia que atende bem aos usuários, inclusive a UFLA é uma das pioneiras a disponibilizar esses equipamentos no Brasil. Consultas da Direção da BU na época de aquisição da máquina de autoempréstimo revelou que são poucas as bibliotecas que disponibilizam esse tipo de equipamento. A devolução externa ao prédio da BU também demandaria uma logística complexa e poderia gerar inúmeros problemas, como livros danificados no transporte ou o desaparecimento de itens. No caso de expandir a devolução para outros espaços da UFLA, os gestores consideraram que, caso essa demanda seja forte entre os usuários, seria mais adequado considerar a possibilidade de descentralizar a BU e criar bibliotecas setoriais para ficar mais próximos dos departamentos mais afastados.

Na discussão sobre os serviços de capacitação, o *tour* guiado pela BU para os novos usuários foi visto como uma boa ferramenta para tornar a capacitação mais didática, interativa e atrativa para o usuário. Contudo, a capacitação de novos usuários envolve explicar as regras e procedimentos da BU, sendo difícil fugir de um formato mais tradicional ao repassar essas informações. Explicar sobre os prazos de empréstimo e regras de conduta dentro da BU, por exemplo, pode ser ainda mais cansativo no formato de áudio e vídeo do que por escrito, pois os

materiais audiovisuais seriam muito monótonos. Dessa forma, foi sugerida uma capacitação híbrida, com uma parte mais interativa e outra permanecendo por escrito.

Um ponto de discussão entre os gestores é que a aprendizagem do aluno não é somente uma consequência de uma boa capacitação. Dependente também do interesse e empenho dos usuários de receberem as informações repassadas. Essa perspectiva dos gestores espelha a visão de um dos docentes que participou da dinâmica de *Design Thinking*, que também mencionou a necessidade de alterar a cultura dos alunos, que não leem ou prestam atenção nas informações repassadas. Os gestores afirmaram que os usuários querem uma capacitação rápida para poder pegar o livro, mas isso não seria o suficiente para realmente entender o funcionamento da BU.

Embora o diferencial tecnológico possa, inicialmente, despertar o interesse dos usuários, os gestores questionaram se o usuário teria a paciência para percorrer os espaços da BU para fazer a capacitação. Principalmente se for algo muito longo ou disparar várias mensagens no celular. Os alunos poderiam ignorar as mensagens e informações da mesma forma que não leem ou veem os vídeos do curso online de capacitação.

Em relação ao *tour* com a sequência de procedimentos e locais a serem percorridos para obter um serviço dentro da BU, um dos gestores argumentou que os usuários muitas vezes preferem perguntar do que acessar informações explicativas, principalmente se estão com pressa e querem apenas obter um serviço e sair rapidamente da BU. Apenas alguns usuários mais tímidos talvez prefiram não abordar algum servidor. Ademais, os gestores reiteraram que a BU já é bem sinalizada, com cartazes perto dos terminais de consulta, empréstimo e devolução. As informações do *tour* teriam que ser preferencialmente por imagens ou por escrito, pois áudio geraria muito barulho. Os gestores concluíram que para implementar uma capacitação de usuários mais interativa por meio da tecnologia de IoT é necessário analisar o custo-benefício de tal serviço e problemas relacionados a excesso de barulho caso a capacitação envolva áudio.

De todas as propostas dentro do escopo de serviços e produtos, os gestores elencaram como prioridades: 1) disponibilização de informação visual e sonora para se localizar dentro da BU; 2) sistema de geolocalização para locomoção dentro da BU; 3) solução com raio infravermelho para localizar os livros.

6.2.1.3 Fontes de informações

Embora os gestores julguem que um sistema de recomendação seria bastante benéfico para as bibliotecas, foi debatida a dificuldade de criar os critérios para balizar as recomendações

e a padronização de metadados para construir tal sistema. Dado a complexidade de construir um sistema de recomendação próprio, os serviços de descoberta de empresas privadas seriam uma opção mais viável de ser customizada de acordo com as necessidades da BU. Uma prioridade para a BU seria conseguir dinamizar mais o acesso aos arquivos disponibilizados pelo RI da instituição.

Uma demanda interessante levantada pelos gestores foi a disponibilização de livros mais interativos, que conectam com informações disponíveis na internet ou projeta imagem em 3D por exemplo. Esse livro *smart* também poderia possuir recursos com algum tipo de acessibilidade para pessoas com deficiência visual. O desenvolvimento desses livros, contudo, seria uma prerrogativa de editoras e não das bibliotecas.

No item fontes de informações, nenhuma proposta foi considerada como prioritária.

6.2.1.4 Tecnologia

Ao avaliar a proposta de coleta de dados sobre o tempo de manuseio dos livros, os gestores julgaram que esses dados seriam interessantes para indicar os livros que foram manuseados dentro da BU, mas não foram emprestados. A medição dos livros poderia fornecer também dados sobre as páginas mais consultadas, da mesma forma que as bibliotecas digitais oferecem esses dados. Essas estatísticas, contudo, possivelmente será mais interessante para a BU do que para o usuário.

Quanto a proposta surgida na dinâmica com os usuários de verificar o tempo de uso dos livros para diminuir o prazo do empréstimo, os gestores acreditam que a medida poderia prejudicar os usuários mais estudiosos. Mesmo que alguns usuários estudem com os livros apenas nos últimos dias de empréstimo, não seria justo penalizar aqueles alunos mais aplicados que estudam todos os dias com o material emprestado. Os gestores julgam que os prazos de empréstimo da BU/UFLA já são adequados para propiciar uma circulação dinâmica do acervo entre os usuários.

Além disso, o tempo de empréstimo é igual para todos os livros, mesmo que alguns possam ser lidos mais rapidamente por serem menores ou menos complexos. Não seria viável colocar prazos de devolução variados, pois, além de ter que padronizar todo o sistema, geraria confusão para os usuários lembrarem as datas de devolução.

Sobre a multa por atraso, os gestores afirmaram que há burocracias relacionadas a prestação de contas da universidade que precisam ser respeitadas. Como o pagamento é

realizado por meio da Guia de Recolhimento da União, a BU não tem controle sobre as exigências requeridas para manter a transparência das multas recebidas.

Os serviços de alertas despertaram mais interesse nos gestores, que sugeriram que a catraca de entrada da BU poderia disparar notificações quando o usuário entrasse na BU. Um bibliotecário relatou que na academia que frequenta, a catraca toca uma música no aniversário do cliente. Esse recurso também poderia ser utilizado para criar uma atmosfera mais próxima da BU com o usuário.

A catraca poderia ter uma tela para avisar sobre reserva e pendências, mas há que se tomar cuidado para não gerar constrangimento para o usuário e notificar somente pendência, sem identificar por exemplo que é uma multa. A pendência seria explicada apenas reservadamente no Setor de Referência.

Outra sugestão foi o envio de notificação para o celular do usuário, pois as pessoas poderiam começar a demorar na catraca, gerando fila na entrada. Um dos bibliotecários questionou que, embora os usuários que participaram da pesquisa tenham dito que e-mail está ultrapassado, a saturação de informação no celular também é bastante elevada, com o recebimento de variadas notificações diariamente. Dessa forma, talvez o resultado das notificações via celular também não seja satisfatório.

Das propostas discutidas sobre Tecnologia, os gestores elegeram como prioridade, a notificação de alerta de livros reservados para o usuário ao passar pela catraca e notificação sobre livro próximo da data de devolução.

6.2.2 Percepção dos gestores quanto à tecnologia de IoT em bibliotecas

Apresenta-se abaixo os dados das entrevistas com os gestores da BU, com a finalidade de identificar a relação dos gestores da BU com temática de IoT em bibliotecas e a possibilidade de implementação dessa tecnologia em seus ambientes de trabalho.

Conhecimento prévio sobre IoT

Previamente ao início da pesquisa, os gestores da BU/UFLA tinham pouco conhecimento em relação a tecnologia de IoT. Alguns já haviam ouvido falar sobre dispositivos inteligentes, mas não conheciam a nomenclatura e definição de IoT e sabiam pouco sobre suas aplicações. Dois gestores afirmaram relacionar a IoT apenas ao cenário doméstico, não vislumbrando potencial de uso dentro do ambiente das bibliotecas. Um dos gestores apresentou o seguinte relato:

Antes da pesquisa eu conhecia a internet das coisas superficialmente. Tinha visto suas aplicações apenas relacionadas ao cotidiano nas residências, como refrigeradores que controlam as compras, persianas automáticas, luminárias inteligentes. Conhecia também a relação da IoT com a tecnologia RFID, mas não sabia das suas muitas aplicações. Por ter trabalhado sete anos em instituições financeiras entendo como as empresas utilizam os dados dos clientes para oferta de produtos e serviços, listas de prospecção e abordagem de clientes. (GESTOR ENTREVISTADO).

Esses dados indicam que as bibliotecas precisam estar mais atentas para explorar tecnologias novas dentro de seus ambientes. Enquanto outras áreas e setores da economia, como as residências e instituições financeiras, já estão se apropriando da IoT e da coleta de dados para gerar produtos e serviços diferenciados, as bibliotecas se mantêm afastadas dessas novas possibilidades de incrementarem e aperfeiçoarem seus serviços e produtos.

Novas possibilidades de aplicação de IoT na BU

No tocante a novas possibilidades de aplicação de IoT dentro de cada coordenadoria, os gestores tiveram dificuldades de apontar demandas e propostas além das já explicitadas pela literatura e pela coleta de dados com os usuários. As novas demandas que surgiram foram: a) sistema unificado para a emissão de Nada Consta, pois atualmente os usuários necessitam percorrer vários setores da UFLA para obter os documentos que garantam o desligamento da universidade; b) sistema que auxilie na logística contábil da BU, para facilitar o controle de verbas empenhadas e a verificação das notas fiscais emitidas; c) sistema que auxilie no levantamento bibliográfico de publicações dos pesquisadores vinculados à instituição; d) identificação dos usuários de quais cursos utilizam mais determinada obra, para orientar os bibliotecários na classificação e indexação dos documentos; e) identificação dos termos de pesquisa utilizados pelos usuários em suas buscas para desenvolver ou aprimorar a indexação das obras.

Identificou-se que nem todas as demandas apontadas são passíveis de resolução com a tecnologia IoT. Algumas poderiam ser sanadas com a implantação de sistemas integrados de gestão institucional ou com o aperfeiçoamento do sistema de gerenciamento da biblioteca. Infere-se pela análise das demandas levantadas que há burocracias desnecessárias no processo de tramitação de documentos dentro da universidade e da BU, e que os processos rotineiros das coordenadorias são passíveis de revisão para serem aperfeiçoados.

Preocupação com segurança e privacidade de dados compartilhados

Todos os gestores mostraram-se preocupados em relação à segurança e privacidade de dados no caso da implantação do sistema de IoT. Há receio pela segurança ao realizar transações online e que dados pessoais sejam invadidos e monitorados sem autorização. Apesar desses receios, um dos gestores afirmou que mesmo com os riscos inerentes ao compartilhamento de dados, não deixaria de utilizar um sistema baseado somente em preocupações com a segurança e privacidade de dados. Segundo esse gestor, se o sistema possuir funcionalidades interessantes e sua utilização trouxer benefícios significativos, é válido aceitar o risco.

Foi citado que a BU já possui uma série de cuidados referentes ao sigilo e segurança de documentos recebidos pela BU para serem inseridos no Repositório Institucional. Dessa forma, a BU já possui bastante experiência sobre com o estabelecimento de políticas e procedimentos para garantir que arquivos digitais e metadados sejam publicados ou mantidos com acesso restrito de acordo com a exigência da situação. Esse *know how* pode vir a servir de base para lidar com os dados coletados por meio do sistema de IoT.

Outro fato relevante levantado é a preocupação com imagem institucional da biblioteca e da universidade enquanto uma organização pública federal. Pois, “o vazamento de dados sigilosos pode causar danos à imagem da Instituição, como aconteceu com os dados do Facebook, portanto é preciso pensar não somente na BU mas na imagem da própria UFLA” (GESTOR ENTREVISTADO).

Minimização dos riscos do compartilhamento de dados

Para resolver ou minimizar as questões relacionadas à segurança e privacidade dos dados na implantação de um sistema de IoT, foi proposto a criação de estratégias baseadas nos possíveis riscos. Apontou-se a necessidade da criação de uma política interna que garanta a segurança e privacidade dos dados e respeite a legislação vigente.

O estabelecimento dessa política abrangeria decisões internas na BU e em conjunto com a universidade. Primeiramente, é necessário verificar se a UFLA já possui uma política de segurança da informação e analisar a legislação vigente sobre o assunto. Em continuidade, foi sugerido que a Comissão Técnica realize reuniões periódicas para estudo e análise de novas tecnologias a serem implementadas e que sejam discutidos os possíveis impactos e estratégias para lidar com as peculiaridades inerentes a cada coordenadoria da BU. Seria necessário “fazer a classificação das informações em níveis de proteção e assegurar sua confidencialidade, integridade e disponibilidade e desenvolver uma política de segurança da informação da biblioteca” (GESTOR ENTREVISTADO).

Ao decidir quais dados serão inseridos e utilizados, a BU deve verificar se a Diretoria de Gestão de Tecnologia e Informação (DGTI) tem condições de dar suporte tecnológico à BU, para garantir a segurança dos dados. Dessa forma, o sistema de IoT será construído com base em um estudo aprofundado sobre segurança da informação, com considerações da Comissão Técnica da BU, profissionais da Tecnologia da Informação do DGTI e com o respaldo das políticas já instituídas pela universidade.

Disponibilidade de recursos para implementação de IoT na BU

As expectativas em relação a disponibilidade de recursos humanos e tecnológicos para criação de um sistema de IoT foi a questão que obteve o menor consenso entre os gestores: três responderam duvidar da disponibilização de recursos e três se mostraram mais otimistas.

Entre as dificuldades apontadas está a escassez de recursos humanos. Na BU, houve uma redução significativa da equipe nos últimos anos. Além disso, o número de servidores da área de TI na universidade é baixo e já possui dificuldades em atender todas as demandas existentes.

No lado positivo, foi destacado que a UFLA possui um departamento de TI com profissionais qualificados para o desenvolvimento e implantação do projeto. Três gestores manifestaram que o projeto teria mais possibilidade de ser implementado se atuasse em conjunto com os cursos da área de tecnologia da universidade. Seria necessária uma integração entre a BU e demais departamento da universidade, em especial com o Departamento de Ciências da Computação (DCC) e Departamento de Engenharia (DEG). Dessa forma, o projeto poderia se apoiar no potencial de mestrados e doutorandos da universidade.

Em relação aos recursos financeiros a expectativa também é de escassez. Contudo, foi aventada a possibilidade da BU realizar parceria com docentes da universidade para desenvolver um projeto com financiamento de intuições de fomento, como a CAPES. Dessa forma, a BU conseguiria os recursos necessários para implementação do sistema de IoT.

6.3 AVALIAÇÃO DAS DEMANDAS PRIORITÁRIAS

No momento final do grupo focal com os gestores, utilizou-se a técnica de *card sorting* para elencar quais seriam as demandas consideradas como prioritárias. Considerando fatores como necessidade imediata do usuário e factibilidade de implementação, cinco demandas foram listadas como prioridade:

1. melhoria do acesso à BU: entrada com mochila e retirar servidor da saída;

2. controle de barulho;
3. sistema de localização dos espaços da BU: informação visual e sonora para se localizar dentro da BU e sistema de geolocalização;
4. sistema de localização de livros;
5. sistema de alerta: notificação de livros reservados e de prazo de devolução dos livros.

As cinco propostas foram analisadas por meio da técnica de análise SWOT para criar uma matriz sintetizando os pontos fortes e fracos de cada demanda, e as oportunidades e ameaças à implementação de cada proposta (Quadro 44).

Quadro 4 – Matriz SWOT das propostas prioritárias

MELHORIA DO ACESSO À BU: entrada com mochila e retirar servidor da saída		
	Forças (+)	Fraquezas (-)
Fatores internos	<ul style="list-style-type: none"> A economia orçamentária com escaninhos, chave de escaninhos (que precisam ser substituídas quando estragam) e com servidores lotados no empréstimo de chaves e no portal de saída poderia gerar recursos suficientes para a implantação do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de comprar um novo Portal de RFID. Acervo de periódicos⁹ e alguns livros do acervo fechado não estão etiquetados. Ainda será preciso ter um servidor perto do portal, pois se o alarme apitar é necessário abordar o usuário rapidamente, antes que o sujeito vá embora. Outra alternativa seria ter câmeras ao invés do servidor, mas há inúmeros empecilhos burocráticos em relação a gravação de pessoas em estabelecimentos públicos.¹⁰

⁹ Periódicos estão sendo desbastados desde o ano de 2018, mas o processo ainda não foi concluído. A etiquetagem somente poderia começar quando esse processo terminar, pois seria desperdício de recursos etiquetar itens que seriam descartados em pouco tempo. Uma alternativa seria os periódicos ficarem em uma sala isolada com um servidor fiscalizando para nenhum usuário sair com os materiais (diferente do servidor que faz empréstimo de chaves, esse servidor poderia fazer outros trabalhos internos, como indexação dos periódicos.

¹⁰ Pela Lei de Acesso à Informação o registro das câmeras não pode ficar sob responsabilidade da BU, mas sim da DGTI. Para ter acesso às imagens é necessário encaminhar um processo administrativo. Além disso as imagens são apagadas a cada 15 dias. O ideal seria um sistema de vigias observando as câmeras, igual ao que acontece em estabelecimentos comerciais, mas esse procedimento é proibido em instituições públicas.

Fatores externos	Oportunidades (+)	Ameaças (-)
	<ul style="list-style-type: none"> Há algumas opções de portal RFID disponíveis no mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> Todos os portais de RFID possuem alguma fragilidade e apresentam falhas.¹¹ Um Portal novo deve ser compatível com as etiquetas antigas dos livros.
CONTROLE DE BARULHO		
Fatores internos	Forças (+)	Fraquezas (-)
	<ul style="list-style-type: none"> Sensores poderiam ser construídos pelo DCC da UFLA. Baixo custo de implementação. 	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de inúmeros sensores para monitorar todo o espaço da BU. Orçamento das entidades ligadas ao Ministério da Educação está reduzido.
Fatores externos	Oportunidades (+)	Ameaças (-)
	<ul style="list-style-type: none"> Já existem sensores de barulho disponíveis no mercado para servir como modelo. Possibilidade de utilizar celulares como coletores de dados. Não é necessário a integração com outros sistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Dispositivos de coleta de dados de ruído, se construídos pelo DCC precisam ser aprovados pela Anatel.

¹¹ Segundo uma das bibliotecárias participantes do grupo focal, um profissional técnico explicou que os portais de RFID possuem “campos nulos” e objetos de metal, mesmo que pequenos como um parafuso, podem interferir na radiofrequência.

SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO DOS ESPAÇOS DA BU: informação visual e sonora para se localizar dentro da BU e sistema de geolocalização		
Fatores internos	Forças (+)	Fraquezas (-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Possivelmente os departamentos de tecnologia da UFLA poderiam auxiliar na construção desse sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seria necessário mapear todo o espaço físico da biblioteca. • Os ambientes e setores da BU sofrem modificações de tempos em tempos. A cada mudança, as informações e o mapa de localização teriam que ser alterados.
Fatores externos	Oportunidades (+)	Ameaças (-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Há algumas iniciativas similares a essa proposta implantadas em ambientes de informação que poderia servir como modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de GPS não funciona bem em locais fechados.
SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO DE LIVROS		
Fatores internos	Forças (+)	Fraquezas (-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Possivelmente os departamentos de tecnologia da UFLA poderiam auxiliar na construção desse sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de integração com o Sistema de Gerenciamento de Acervo da BU, o Pergamum. • Necessidade de instalação de dispositivos em todas as estantes e mesas da BU. • Alto custo do projeto. • Projeto altamente complexo.
Fatores externos	Oportunidades (+)	Ameaças (-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações na área de logística e controle de estoque poderiam contribuir para a construção do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não foram encontradas iniciativas em biblioteca semelhantes à proposta para servir de modelo.

SERVIÇOS DE ALERTA: notificação de livros reservados e de prazo de devolução dos livros		
Fatores internos	Forças (+)	Fraquezas (-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Possivelmente os departamentos de tecnologia da UFLA poderiam auxiliar na construção desse sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de integração com o Sistema de Gerenciamento de Acervo da BU, o Pergamum. • Para ser um sistema baseado em IoT, seria necessário instalar sensores ou novas etiquetas nos livros.
Fatores externos	Oportunidades (+)	Ameaças (-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações na área de logística e controle de estoque poderiam contribuir para a construção do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não foram encontradas iniciativas em biblioteca semelhantes à proposta para servir de modelo.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Por meio da análise SWOT, conclui-se que as demandas 1 (melhoria do acesso à BU), 3 (sistema de localização dos espaços da BU), 4 (sistema de localização de livros) e 5 (sistema de alerta) possuem fatores positivos (forças e oportunidades) pouco significativos para a implantação das soluções propostas. No caso da proposta 1 não seria nem ao menos possível desenvolver um sistema próprio de IoT, que é um dos propósitos desta pesquisa.

Ademais, os fatores negativos identificados tanto no âmbito interno quanto externo (fraquezas e ameaças) imporiam grandes dificuldades para a implantação das soluções indicadas:

- para a melhoria do acesso à BU, seria necessário a etiquetagem completa do acervo, permanência de servidor na saída da biblioteca ou instalação de câmeras, e a solução da demanda se daria pela compra de um novo portal de RFID, um equipamento caro, que ainda tem alguns problemas de confiabilidade, e que teria de ser compatível com as etiquetas já utilizadas pela BU;
- para a criação do sistema de localização dos espaços, seria necessário adotar um processo complexo de mapeamento atualizado do espaço físico da BU e adoção de tecnologia de geolocalização adequada para espaços fechados;

- para o desenvolvimento do sistema de localização de livros, seria necessário integrá-lo com o Pergamum, instalar sensores em todas as estantes e mesas da biblioteca e encontrar uma tecnologia adequada e confiável para implementar a solução. O projeto teria um alto custo e elevado grau de complexidade. Outra questão é se o sistema conseguiria ser, eficientemente, integrado ao Pergamum, que, por exemplo, apresenta falhas pontuais de interoperabilidade com as máquinas de autoempréstimo e autodevolução da BU/UFLA;
- para a criação do serviço de alerta, também seria necessário integrá-lo com o Pergamum e desenvolver ou adquirir etiquetas ativas ou sensores para identificação dos livros.

Por sua vez, a proposta 2 apresentou fatores positivos mais determinantes e fatores negativos mais fáceis de serem contornados. A criação de um sistema de controle de barulho possui uma complexidade e custos menores que as outras propostas consideradas prioritárias, tornando o desenvolvimento do projeto em parceria com o DCC uma realidade mais palpável e não apenas uma possibilidade remota. Além disso, o sistema pode funcionar de forma independente, sem a necessidade de integração com outros softwares da BU, e a ameaça mais grave, dispositivos aprovados pela Anatel, pode ser solucionada pelo uso de celulares para coleta dos dados dos ruídos do ambiente da biblioteca.

Dessa forma, após todas as análises dos dados coletados na Fase de Elicitação de Requisitos, optou-se por desenvolver um sistema de controle de ruídos para tornar as condições das áreas de estudo da BU mais satisfatórias. Na próxima subseção serão apresentadas a especificação e a avaliação dos requisitos desse sistema.

6.4 SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE RUÍDOS

Terminada a fase de elicitação, iniciou-se a especificação dos requisitos necessários para a criação do sistema de monitoramento de ruídos. Foram elaborados o Documento de Requisitos de Sistema e a Prova de Conceito para demonstrar teoricamente como o sistema irá funcionar após sua implementação na prática. A seguir apresenta-se a proposta com as especificações do sistema e a avaliação do DRS e do PoC pelos gestores, profissional de TI e usuários da BU/UFLA.

6.4.1 Sistema proposto

Nos resultados referentes à experiência de usuário ao utilizar os espaços de estudo da BU, os usuários apontaram que valorizam um espaço de estudo silencioso para aumentar sua capacidade de foco e concentração. De fato, Servilha e Delatti (2014) apontam que um ambiente acústico inadequado interfere no processo de aprendizagem ao provocar distrações e irritabilidade nos alunos, enquanto Cândido e Jucá (2017) afirmam que o excesso de ruído reduz a produtividade e propicia erros. Ademais, indivíduos expostos a níveis intensos de ruído por período prologado apresentam maior prevalência de hipertensão arterial e doenças cardiovasculares (ROCHA *et al.*, 2002).

No Brasil, a NBR 10152, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 1987, estabelece níveis aceitáveis de ruídos em ambientes externos e internos às edificações. A norma recomenda que as bibliotecas tenham níveis de ruído ambiente entre 35 a 45 decibéis (dB) para manter o conforto acústico¹² do local. Já ruídos acima de 85 dB são capazes de provocar danos à saúde dos indivíduos, de acordo com a Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (*Occupational Safety and Health Administration - OSHA*) dos Estados Unidos (UNITED STATES OF AMERICA, 1996).

Em pesquisas práticas de medição de ruídos em bibliotecas de Instituições de Ensino Superior, foram constatados níveis elevados de ruído nesses ambientes, tal como descrito pelos usuários da BU/UFLA. Pereira, Silva e Sales (2011), em pesquisa no Maranhão, obtiveram uma variação na intensidade de barulho entre 55 e 66 dB. Botari *et al.* (2017) encontraram uma variação entre 61 e 73 dB em uma biblioteca no estado do Paraná. E Silva, Almeida e Albuquerque Neto (2017), em estudo no Piauí, obtiveram um resultado ainda mais elevado que a recomendação da ABNT, com uma variação no nível de ruído entre 67 e 80 dB.

Para solucionar essa demanda, propõe-se a criação de um sistema, denominado Xi¹³, para monitorar a intensidade de ruídos nas mesas de estudos da BU e auxiliar os bibliotecários a manterem um ambiente adequado para os usuários. A função básica do sistema é captar sinais sonoros em torno de cada mesa de estudo em grupo ou individual e emitir um alerta para os usuários e bibliotecários quando o nível de ruído ultrapassar os parâmetros previamente estabelecidos.

¹² Entende-se conforto acústico como o nível de ruído aceitável para cada ambiente, de forma a não impactar na saúde e produtividade dos usuários.

¹³ O nome Xi foi escolhido por ser uma onomatopeia para o som que algumas pessoas fazem ao pedir silêncio. Embora a grafia normalmente utilizada seja Shhh, optou-se pela adoção de uma transcrição fonética mais próxima ao som emitido ao se utilizar essa figura de linguagem para pedir silêncio.

O alerta para o usuário será feito por meio de uma luz que acenderá na mesa onde esteja ocorrendo um barulho muito excessivo. Esse sinal luminoso será um incentivo para que os usuários daquela mesa reduzam seu tom de voz para não incomodar os colegas sentados nas mesas adjacentes.

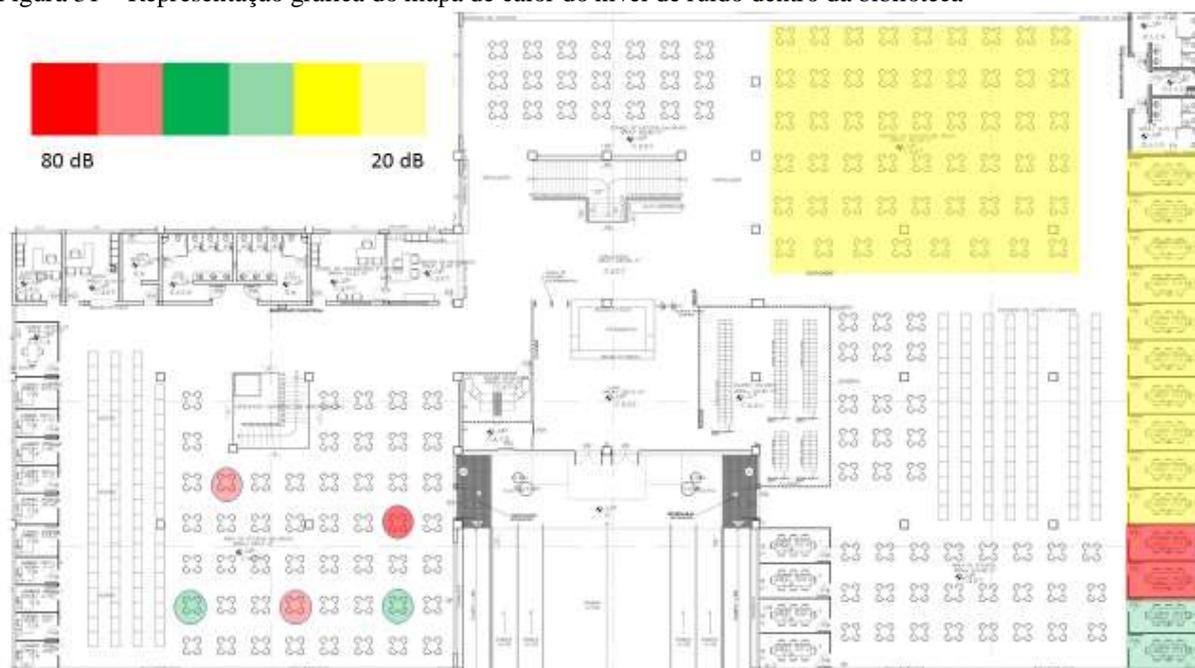
O bibliotecário, por sua vez, receberá o alerta por meio de um aplicativo, com a indicação de qual mesa está com ruído intenso. Desse modo, o bibliotecário pode dirigir-se a mesa em questão e conscientizar os usuários sobre a necessidade de respeitar os colegas para que todos tenham um ambiente propício ao estudo.

É importante destacar que a BU possui dois tipos de espaços de estudo com características bastante diferenciadas: áreas para estudo individual e áreas para estudo em grupo. A primeira deve primar pelo menor nível possível de ruído, enquanto na segunda haverá uma tolerância maior de barulho devido a necessidade de discussões entre os integrantes do grupo de estudo. Por isso, os parâmetros estabelecidos para disparar o alerta de ruído devem ser diferenciados para cada área de estudo.

Além da captação por mesa, um sistema geral de alerta para o ambiente como um todo também seria eficiente para quando várias mesas ao mesmo tempo estiverem com barulho elevado. Assim poderia haver um alerta sonoro informando que o nível de barulho está muito alto e solicitando que todos os usuários suavizem o tom de voz. Esse sensor geral poderia ser instalado no teto ou nas paredes e ter um raio de alcance maior do que o das mesas.

Em um nível mais avançado, o Xi irá processar os dados dos sons coletados e criar um mapa de calor com visualização em tempo real das variações de ruídos em cada área de estudo. Para efeito ilustrativo, a Figura 31 apresenta a planta baixa da BU/UFLA com uma simulação indicativa do nível de ruído das áreas de estudo. Esse mapa pode ser criado em um editor de imagem, como o Sketchup, para desenhar mapas mais robustos com modelagem 3D. Ou, uma solução mais sofisticada, seria apresentar o mapa de calor com imagens reais da biblioteca, com visualização similar ao Google Earth Studio, ao invés de utilizar uma representação gráfica do ambiente.

Figura 31 – Representação gráfica do mapa de calor do nível de ruído dentro da biblioteca



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Outro recurso do nível avançado do sistema, são as funcionalidades de gerar relatórios estatísticos e *dashboard* (painéis visuais) com informações sobre os dias e horários com maior e menor intensidade de barulho e quais áreas da biblioteca são, geralmente, mais silenciosas.

Após um período com coletas diárias dos sinais sonoros, os dados processados pelo sistema podem servir para medir e compreender a ocupação das áreas de estudo da BU e apoiar as atividades de gestão da BU. Com base nas informações geradas, os bibliotecários podem planejar mudanças de *layout* do espaço para que não haja concentração de usuários em determinadas áreas; readequar a distância entre as mesas de estudo; determinar com mais precisão horários e dias com maior movimento de usuários e, portanto, com necessidade de mais servidores trabalhando nesses períodos; identificar a necessidade ou não de realizar campanhas de conscientização sobre a importância do silêncio dentro da BU; entre inúmeras outras possibilidades.

As informações disponibilizadas pelo sistema também auxiliarão os usuários, que podem se planejar para frequentar a BU em dias e horários com picos menores de ruídos e, possivelmente, menos movimentação de pessoas. Ademais, essas informações servem para orientar os usuários sobre quais são os espaços e horários para uso da biblioteca, de acordo com o propósito almejado. Dessa forma, mais do que um sistema para controlar o ruído dentro de biblioteca, o Xi utilizará o ruído como dado para desenvolver outras funcionalidades.

Definidas as características e funcionalidades desejáveis do sistema, foi elaborado um DRS, com a especificação dos requisitos do sistema proposto. O documento foi elaborado em um formato estruturado de acordo com IEEE 830/1998, para ser compreensível tanto pelos usuários do sistema (gestores e usuários da BU) quanto por profissionais da área técnica de TI. Concomitantemente, foi elaborada uma prova de conceito para verificar as possibilidades práticas de implantação do sistema.

6.4.2 Criação da Prova de Conceito do sistema

Inicialmente, pensou-se em construir um dispositivo próprio para captar o ruído do ambiente. Essa alternativa é tecnicamente viável, como demonstram Medeiros *et al.* (2013), Cândido e Jucá (2017) e Cândido *et al.* (2018). Contudo, todos os componentes do dispositivo teriam que ser homologados pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e seria necessário construir inúmeros sensores para serem instalados em todas as mesas da BU, demandando tempo e mão de obra disponível.

Para sanar esses empecilhos, optou-se por basear-se a PoC na utilização de aparelhos celulares para captar os ruídos do ambiente, aproveitando os componentes instalados nesses dispositivos, que já foram aprovados pela Anatel previamente para serem comercializados. Dessa forma toda a complexidade de montar um dispositivo novo e homologar junto a Anatel é descartada.

Outro benefício desta alternativa é trabalhar com um projeto sustentável, ao reaproveitar celulares antigos, que seriam possivelmente inutilizados ou descartados. Os celulares poderiam ser recolhidos como doação voluntária, para abatimento de multas na BU, ou em um projeto em parceria com empresas de eletrônicos.

Considerando a indisponibilidade de tomadas nas mesas de estudo da biblioteca, os celulares serão conectados a um *power bank* (carregador portátil) para manter os aparelhos em funcionamento. A construção do Xi será estruturada em 4 camadas de arquitetura:

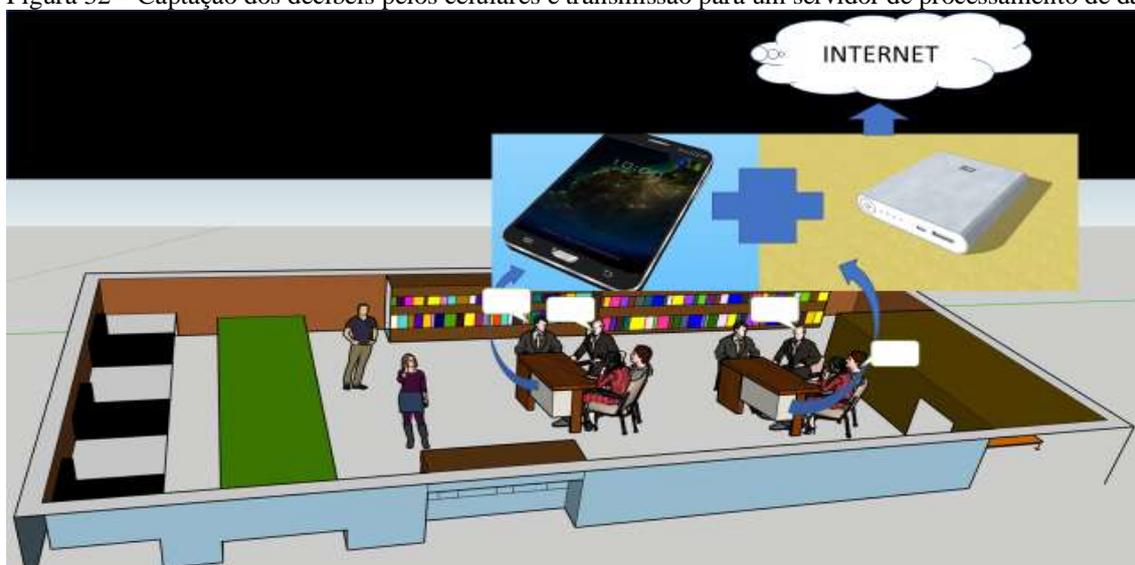
- camada de hardware: os celulares acoplados nas mesas de estudo irão captar os decibéis dos ruídos do ambiente em um raio de alcance em torno dessas mesas;
- camada de comunicação: os dados coletados serão transmitidos por meio da rede sem fio da biblioteca para um software;
- camada de software: os dados serão processados e analisados pelo software para operacionalizar as funcionalidades de emissão de alerta, criação do mapa de calor por nível de ruído, emissão de relatórios e criação do *dashboard*;

- camada de aplicação: os dados processados serão disponibilizados na interface de acesso livre (para os usuários da biblioteca) e na interface administrativa (para os bibliotecários).

Para configurar o sistema, primeiramente será instalado nos celulares o aplicativo para coletar os decibéis dos ruídos do ambiente. Esses celulares serão então instalados nas mesas de estudo e será criado o mapa virtual do ambiente da biblioteca, indicando as coordenadas (latitude e longitude) da localização de cada celular.

Os celulares, conectados a fonte de energia do *power bank*, irão captar os decibéis do ruído em torno das mesas e transmitir para o servidor de processamento de dados (FIGURA 32).

Figura 32 – Captação dos decibéis pelos celulares e transmissão para um servidor de processamento de dados



Fonte: Elaborada pelo orientador da pesquisa (2020).

O software irá receber esses dados (FIGURA 33a) e processá-los, formando matrizes com os valores dos ruídos em decibéis (FIGURA 33b), que serão calculados para indicar no mapa virtual da biblioteca os locais adjacentes de onde efetivamente o ruído foi lido.

Figura 33 – Processamento dos dados coletados

(a)

```

msg
clean
msg
clean
msg
Socket Accepted
msg
clean
msg
clean
Received:[{"id":"mobile1","value":50.70614747721579}]
Sended:ok
msg
clean
msg
clean
Received:[{"id":"mobile1","value":73.4726618518552}]
Sended:ok
msg
Loud Sound Detected at Mobile 1
clean
msg
Loud Sound Detected at Mobile 1
clean
msg
clean
msg
clean
msg
clean
msg
clean

```

(b)

```

[[ 0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0.  8.3  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0. 13.3  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0. 18.3  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  8.3 13.3 18.3 23.3 18.3 13.3  8.3  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0. 18.3  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0. 13.3  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0.  8.3  0.  0.  0.  0. ]
 [ 0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0.  0. ]]
```

Fonte: Código do sistema criado (2020).

Esses dados processados podem então ser disponibilizados por meio de aplicativos para celular e desktop (FIGURA 34).

Figura 34 – Dados processados e disponibilizados para acesso por meio de um aplicativo

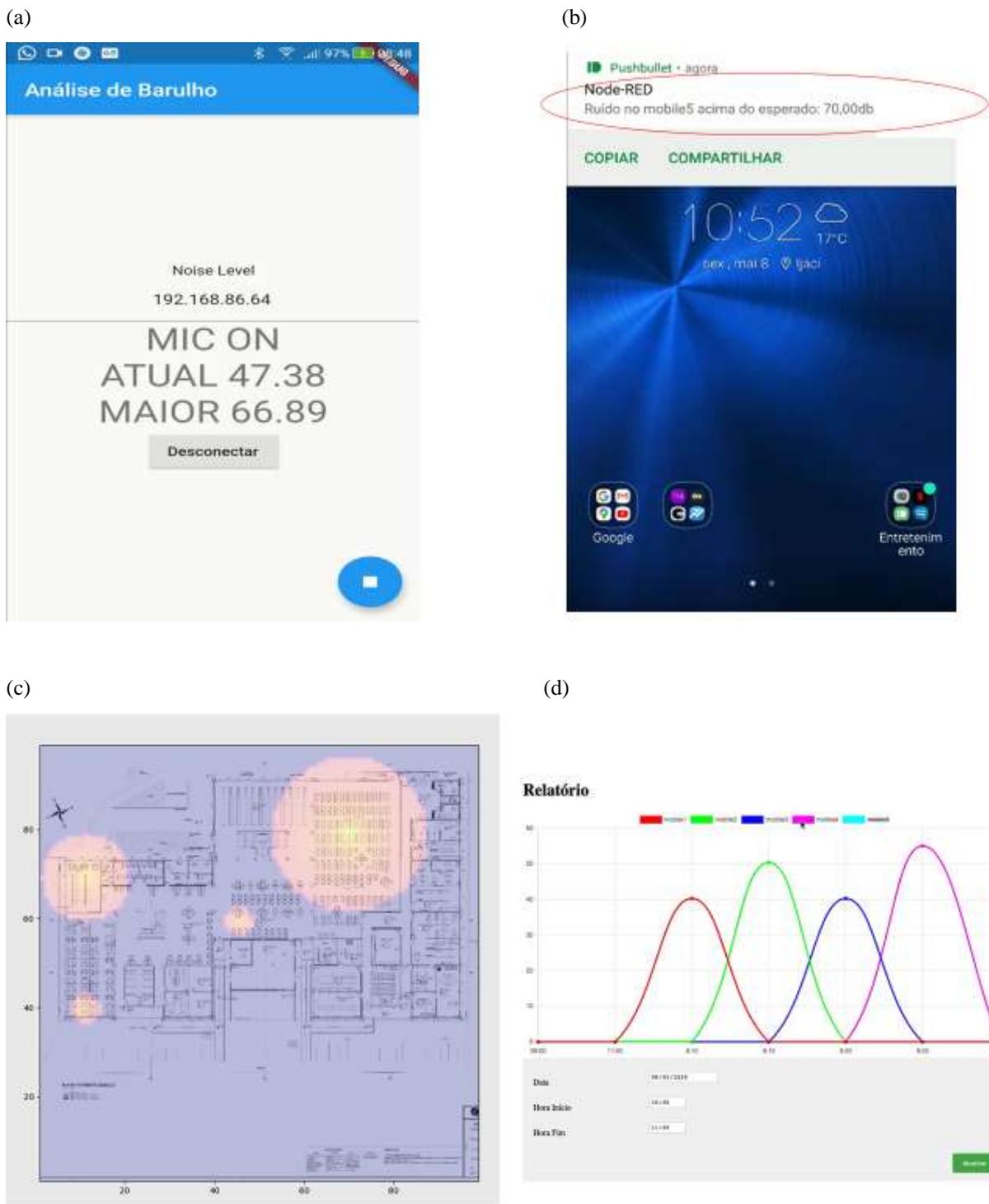


Fonte: Elaborada pelo orientador da pesquisa (2020).

O código inicial do Xi foi desenvolvido no GitLab, uma plataforma para gerenciamento do processo de construção de softwares, e foram utilizados 3 celulares para captar o ruído do ambiente. Inicialmente, os testes técnicos seriam realizados na BU/UFLA, mas devido a pandemia de COVID-19 no início do ano de 2020, os testes ocorreram na residência do professor do DCC, e coorientador desta pesquisa, responsável pela criação do PoC. O teste alcançou seu objetivo de simular o funcionamento do sistema e verificar a viabilidade da utilização de celulares como coletores de dados de som.

O PoC testou os seguintes procedimentos: o celular realiza a captação dos ruídos do ambiente (FIGURA 35a) e a cada 10s comunica ao servidor central o maior ruído que ocorreu no ambiente; se o ruído for abaixo do padrão estabelecido, o servidor apenas armazena o dado; se o ruído for acima do padrão, o servidor armazena o dado e emite um alerta de excesso de ruído (FIGURA 35bc). Após o processamento desses dados, o servidor desenha o mapa de calor baseado nos ruídos (FIGURA 35c) e possibilita a emissão de relatórios indicativos do nível de ruído captado por cada coletor (celular) em um determinado período de tempo (FIGURA 35d).

Figura 35 – Prova de Conceito do sistema proposto



Fonte: Imagens do sistema criado (2020).

No PoC foram implementadas as funcionalidades de captação de ruídos e geração simplificada de gráficos e mapa de calor para demonstrar a viabilidade técnica do projeto. Nesta primeira versão, foi emitido um sinal de alerta de ruído de alta intensidade pelo *Bullet Push*, um sistema para emissão de notificações. Para os usuários, pensou-se em utilizar a porta USB

ou saída do fone de ouvido para acoplar um LED, que acenderia na mesa quando os usuários estivessem com um tom de voz muito alto. A demonstração do PoC pode ser visualizada por meio do vídeo disponível em link <https://www.youtube.com/watch?v=7X901IjnThA&t=95s>.

6.4.3 Avaliação do sistema proposto

Na última fase da pesquisa, o sistema proposto foi avaliado pelos gestores, profissional de TI e usuários da BU/UFLA. Conforme os dados coletados, o DRS foi alterado para incorporar as sugestões de melhorias feitas pelos participantes da pesquisa e a implantação prática do sistema, testada pelo PoC, foi repensada.

6.4.3.1 Avaliação do DRS

Em relação a facilidade de entendimento do DRS, o documento foi considerado possuir uma linguagem clara e objetiva, que permitiu compreender o que se espera do sistema proposto e como se dá o seu funcionamento. Um único ponto de confusão na escrita do documento foi a utilização do termo “tendência” para referir-se aos dias e horários de pico de ruído dentro da biblioteca. Um dos participantes da pesquisa alertou que esse termo dentro da área de Computação é utilizado para referir-se à capacidade de previsão de um sistema. Por isso, o conceito mais adequado a ser utilizado no DRS é “histórico”, pois trata-se de uma informação baseada em dados passados e não em uma projeção futura.

O produto Xi foi considerado excelente para lidar com o problema de excesso de ruído dentro da BU e criar um ambiente mais adequado para favorecer a concentração e foco nos estudos. Foi apontado que o bibliotecário terá facilidade para identificar a fonte do excesso de ruído e operacionalizar a tarefa de educar os usuários para adotarem um tom de voz mais ameno.

Uma das bibliotecárias participantes da pesquisa afirmou ter recebido relatos de colegas de trabalho de outras instituições que possuem problemas similares em relação a barulho dentro de suas respectivas bibliotecas e por isso o sistema seria interessante para outras instituições, além da UFLA.

Uma expectativa com a implementação do sistema, é que o próprio usuário perceba que está gerando muito barulho e tenha a consciência de adequar seu tom de voz ao ambiente em que se encontra. Mas mesmo que seja necessário a intervenção de um bibliotecário, o fato de haver uma “comprovação” da fonte geradora de alto ruído, faz com que os servidores encarregados da BU se sintam menos constrangidos por abordar os usuários.

Os requisitos descritos foram considerados bem especificados, mas foram sugeridas algumas alterações no DRS. Primeiramente, incluir um requisito sobre a manutenção do sistema para quando houver mudanças no *layout* da BU. Ou seja, sempre que o espaço físico for modificado será necessário alterar o mapa virtual da biblioteca para mostrar o reposicionamento do mobiliário e dos celulares de captação de som. Para essa finalidade foi incluído no documento o requisito “Tela de Configuração”, que fará parte da interface administrativa do sistema.

Foi sugerido também excluir do DRS a solução tecnológica testada pelo PoC, deixando em aberto essa questão, de forma a permitir que mais de uma solução seja testada antes da implementação do sistema na BU/UFLA. Essa questão será abordada mais detalhadamente no item 6.4.3.2. Por isso, optou-se por deixar registrado no DRS apenas uma indicação do que se espera da tecnologia utilizada, como por exemplo que seja de baixo custo e com baixo consumo de energia, sem especificação dos recursos tecnológicos.

Discutiu-se sobre inserir requisitos de desempenho relativos ao tempo de operação de algumas funcionalidades do sistema, como por exemplo, a geração de relatórios. Entretanto, dependendo do comando, como gerar relatórios longos por exemplo, são necessários até mesmo vários minutos para finalizar a operação. Por isso, julgou-se que o melhor seria realizar alguns testes com o sistema já pronto antes de especificar o tempo das operações.

Os gestores e usuários concordaram que a decisão sobre a parametrização fixa do nível de ruído aceitável deve ser estabelecida após um período de testes. Posteriormente ao monitoramento por um determinado período de tempo e comparação com as normas de conforto acústico, a BU terá condições de determinar a partir de qual intensidade um ruído será considerado excessivo. Ademais, os parâmetros para disparar o alerta de ruído devem ser diferenciados para as áreas de estudo individual e coletiva.

Algumas questões consideradas relevantes pelos gestores da BU no momento de implementação do sistema: a) necessidade de haver um equilíbrio entre o processo educativo de pedir colaboração dos usuários para manter o espaço com uma acústica confortável ao estudo, mas manter um diálogo amigável e aberto com os usuários; b) frisar que não haverá gravação de voz, apenas captação dos decibéis de som; c) inicialmente, pode haver desconfianças em relação ao sistema e reclamações de alguns usuários sobre a falta de liberdade para conversar. Por isso, os servidores da BU devem estar preparados para uma fase de adaptação, onde os usuários se tornarão mais familiarizados com o sistema, aprenderão a moderar o tom de voz e se sentirão acostumados com a presença do sistema; d) a divulgação do sistema deve focar nos benefícios a serem alcançados, deixando claro que a demanda pelo

silêncio advém dos próprios dos usuários que frequentam o espaço, como comprovado na fase de especificação de requisitos; e) a funcionalidade de medir a ocupação da biblioteca por meio do ruído foi vista como uma hipótese a ser testada, pois quando há poucos usuários o nível de ruído pode ficar tão baixo que o sistema não conseguirá detectar a presença de pessoas.

A funcionalidade do mapa de calor foi considerada “muito boa” pelos usuários durante a pesquisa. Contudo, foi questionado se o tamanho da tela do celular prejudicaria a visualização do mapa. Por isso, foi incluído no DRS um requisito para que o mapa possa ser ampliado na tela do celular para melhor visualização. Os usuários também demonstraram preocupação se o sistema realmente conseguiria fornecer informação em tempo real sobre as condições de ruído da biblioteca dado que a rede Wi-Fi da UFLA não é avaliada como muita rápida, como já verificado na análise dos dados dos questionários online com os usuários da BU/UFLA.

Os usuários reforçaram durante a coleta de dados a preferência por um sistema integrado a outros aplicativos disponibilizados pela UFLA, sugerindo que o Xi seja disponibilizado pela Minha UFLA. Por isso, adicionou-se ao DRS que o sistema deve ser desenvolvido como um *webservice* para permitir que seja acessado tanto por meio de um aplicativo de celular, pelo *website* da biblioteca, quanto integrado ao Minha UFLA.

Por fim, a adoção de novas tecnologias foi considerada importante para criar uma imagem institucional positiva da BU/UFLA, promovendo-a como uma entidade que busca constantemente melhorar a qualidade dos serviços oferecidos. Ademais, a incorporação de um recurso tecnológico pode, futuramente, abrir portas para outras possibilidades. Por exemplo, utilizar os mesmos celulares que realizam a captação de ruídos para medir a temperatura dos espaços da BU.

Após a análise das sugestões e considerações dos gestores, profissional de TI e usuários da BU/UFLA, o DRS foi revisado e aprimorado para incorporar as modificações pertinentes. O documento está disponibilizado na subseção 6.4.4, logo adiante.

6.4.3.2 Avaliação do PoC

Em relação ao PoC, surgiram algumas dúvidas em relação às tecnologias utilizadas e instalação dos dispositivos para captura dos decibéis. As maiores preocupações foram: como os celulares serão fixados nas mesas e quanto tempo a bateria destes dispositivos duram (considerando que são aparelhos antigos, possivelmente já desgastados).

Foram feitas considerações acerca da segurança dos equipamentos instalados para captação do som, considerando que a universidade já teve registros de furtos de equipamentos

que estavam aparafusados às salas de aula. O local de instalação dos celulares nas mesas é um ponto sensível para obter uma boa captação do som, mas não deve ocupar um espaço grande das mesas, já que os usuários necessitam de espaço para espalhar cadernos, livros e outros materiais de estudo.

A maior preocupação em relação a duração das baterias é que parte do sistema de captação de ruídos deixe de funcionar durante o horário de expediente, gerando inconsistências nos relatórios que serviriam de insumo à tomada de decisão dos gestores da BU. Esse receio advém principalmente do fato de que a antiga catraca eletrônica da BU parava de funcionar em alguns momentos, alterando significativamente as estatísticas sobre a entrada de alunos no recinto e deixando os relatórios de frequência de alunos na BU incoerentes com a realidade.

A ideia do *power bank* foi considerada pouco funcional. Primeiramente, porque irá gerar um custo extra para compra e possivelmente troca desses dispositivos após algum tempo de uso. Ademais um sistema com conexão direta à rede elétrica seria mais eficiente, pois limitaria a possibilidade de falhas no monitoramento e não exigiria a logística de realizar a troca de todos os *power bank* periodicamente. Mesmo que seja uma manutenção a cada semana ou mês, a BU possui mais de 100 mesas de estudo, o que demandaria um tempo longo para realizar a tarefa.

Em relação ao celular, foi sugerido que o dispositivo fique encoberto, pois esses aparelhos atualmente geram um sentimento de vigilância em algumas pessoas por ser de conhecimento a possibilidade desses aparelhos captarem conversas de forma não autorizada. Mesmo que a BU divulgue que o aparelho apenas coletará dados dos decibéis dos ruídos do ambiente, a visão do celular pode gerar desconforto nos usuários. Outra preocupação é se os celulares irão captar os decibéis uniformemente, considerando que não serão da mesma marca e mesmo modelo de fabricação.

Algumas alternativas surgiram durante a coleta de dados sobre tecnologias adequadas para implementar o sistema. A primeira é a possibilidade do DCC desenvolver dispositivos próprios em substituição aos celulares. A segunda é instalar microfones cabeados para garantir a captação uniforme do som. O cabeamento poderia utilizar parte das canaletas já disponíveis no prédio da BU para armazenar os cabos elétricos e de rede. Contudo, é necessário testar se a eletricidade não interfere no som. Uma terceira ideia é utilizar um sistema baseado em triangulação de sinal que torne desnecessário a instalação de um dispositivo por mesa. Com a triangulação, um mesmo dispositivo seria capaz de identificar ruídos em raio de distância maior. Contudo, é necessário testar se a precisão para identificar as mesas individualmente não será prejudicada. Uma quarta sugestão foi utilizar os próprios celulares dos usuários para captar os

sinais sonoros do ambiente. Para isso seria necessário contar com o interesse dos usuários para participar de um projeto de economia colaborativa.

Dessa forma, concluiu-se que, para os testes iniciais de implantação do sistema, o celular é a melhor opção por já possuir diversos sensores. Mas para a implantação final do sistema, seria adequado fazer uma comparação da confiabilidade e custo dos celulares e outros dispositivos antes de optar pela melhor solução tecnológica.

A despeito desses questionamentos, o grupo gostou do ideal de sustentabilidade evocado pelo projeto, pois várias pessoas de fato possuem um celular velho em casa inutilizado. A possibilidade da troca do celular por abatimento nas multas na BU também é uma possibilidade, pois o regimento permite campanhas para regularização de multas. Por exemplo, já houve uma campanha de doação de agasalhos a serem enviados para instituições de caridade em troca do abatimento de multa.

Houve alguns questionamentos de cunho administrativo, como qual setor da UFLA seria responsável pela manutenção dos equipamentos de hardware e software: se os desenvolvedores do projeto, a DGTI ou a CTI. Essa questão terá que ser discutida entre a Direção da BU e Reitoria no momento de implantação para garantir qual setor teria mais condições de realizar a manutenção.

Finalizando a coleta de dados, alguns participantes da pesquisa afirmaram que, inicialmente, consideram que o projeto poderia ser de difícil execução. Mas, após avaliarem o DRS e PoC, acreditam que as dificuldades de implantação podem ser contornadas e que esperam que haja continuidade do plano de implementação prática do sistema.

6.4.4 Documento de Requisitos de Sistema (DRS)

Após a última coleta de dados, para avaliar o documento de requisitos e a prova de conceito do sistema proposto, o DRS foi atualizado para incorporar as considerações feitas pelos participantes da pesquisa. O documento, estruturado conforme a norma IEEE 830/1998, é apresentado logo abaixo.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Finalidade deste documento

Propósito	Especificar e descrever os requisitos para criação do produto Xi, de forma a propiciar um melhor planejamento e desenvolvimento do sistema.
Público-alvo	Gestores e usuários da BU (clientes) e desenvolvedores de software da área da Tecnologia da Informação.

1.2 Escopo do produto

1.2.1 Nome e missão do produto

Nome	Xi
Missão do produto	Medir a intensidade de ruídos nos espaços de estudo de uma biblioteca, por meio da detecção e monitoramento de sinais sonoros no ambiente e utilizar o ruído como dado para apoiar as atividades de gestão da biblioteca.

1.2.2 Objetivos do produto

Nº	Objetivos
1	Captar sinais sonoros em torno de cada mesa de estudo em grupo ou individual da biblioteca.
2	Emitir alerta para usuários e bibliotecários quando o nível de barulho exceder o padrão estabelecido.
3	Processar os dados monitorados para formar um mapa de calor com visualização em tempo real das variações de ruídos em cada ambiente de estudo da biblioteca.
4	Gerar relatórios estatísticos e <i>dashboards</i> sobre dias e horários com maiores e menores picos de intensidade de ruídos e quais áreas são mais silenciosas ou ruidosas.

1.2.3 Benefícios do produto

Nº	Benefícios	Valor para o cliente
1	Auxiliar os bibliotecários a detectarem mesas de estudos com ruído acima do aceitável.	Essencial
2	Indicar em tempo real para os usuários as áreas de estudo da biblioteca com menor intensidade de ruído.	Essencial
3	Monitorar o nível de ruído nas áreas de estudo dentro da biblioteca ao longo do dia e medir a ocupação dessas áreas por meio dos dados coletados.	Desejável
4	Alertar os usuários quando estiverem utilizando um tom de voz muito alto nas mesas de estudo.	Opcional

1.3 Definições, acrônimos e abreviaturas

Termo/Sigla	Definição
APP	Aplicativo
<i>Dashboard</i>	Painéis visuais com métricas e indicadores.
DRS	Documento de Requisitos de Sistema
<i>Power bank</i>	Carregador portátil

1.4 Materiais de referência deste documento

Nº	Tipo de material	Referência bibliográfica
1	Legislação	BRASIL. Lei n. 13.709, de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Disponível em:

		http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm . Acesso em: 10 mar. 2020.
2	Norma	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE Std 830-1998 : IEEE recommended practice for software requirements specifications. Nova York: IEEE, 1998. Disponível em: http://www.math.uaa.alaska.edu/~afkjm/cs401/IEEE830.pdf . Acesso em: 13 jul. 2019.

1.5 Resumo deste documento

Parte	Seção	Descrição
1	Introdução	Apresentação geral do DRS e do produto.
2	Descrição geral	Apresentação das características gerais do sistema e seu funcionamento.
3	Requisitos específicos	Detalhamento das interfaces e requisitos do sistema por meio de tabelas e diagramas.

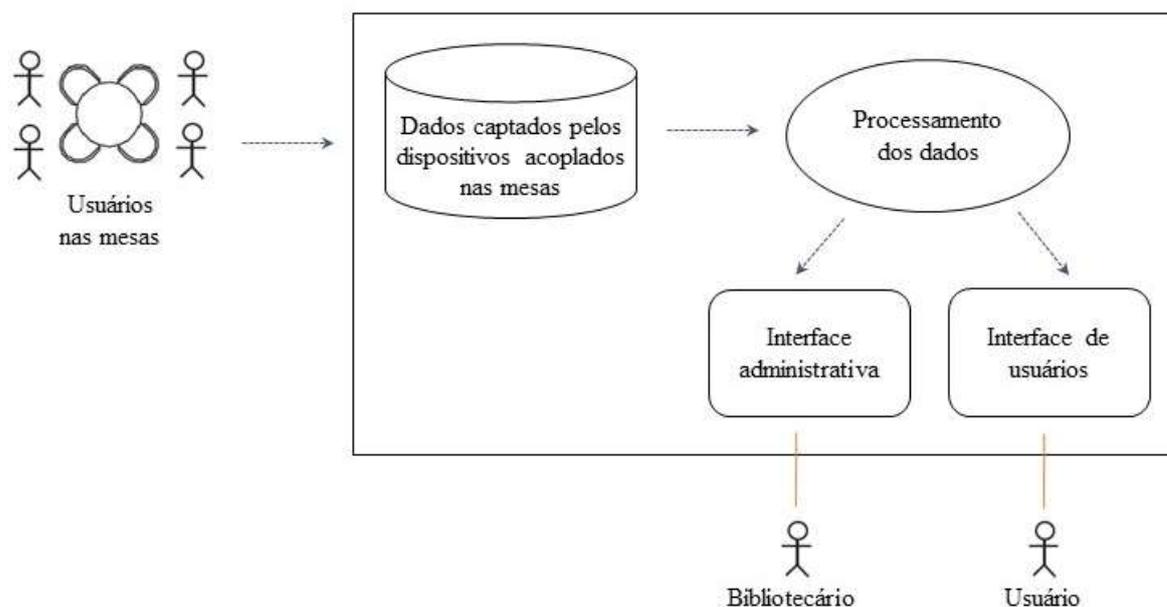
2 DESCRIÇÃO GERAL

2.1 Perspectiva do produto

2.1.1 Componentes do produto

Nº	Nível	Função	Descrição
1	Hardware	Captação de dados	Dispositivos instalados em cada uma das mesas de estudos da biblioteca irão captar os decibéis do ruído ambiente em um raio de alcance em torno dessas mesas. Um LED será conectado ao dispositivo de captação de ruídos para emitir um sinal luminoso quando o barulho em torno de uma mesa ultrapassar os limites estabelecidos.
2	Comunicação	Transmissão de dados	Os dados coletados serão transmitidos para um software por meio de uma rede sem fio.
3	Software	Processamento de dados	O software para processar os dados é independente de todos os outros sistemas já instalados na biblioteca e seu funcionamento ocorre de forma autônoma a esses sistemas.
4	Aplicação	Acesso aos dados processados	Há dois tipos de acesso aos dados processados: modo administrativo para os profissionais que trabalham na biblioteca e modo de acesso livre para os usuários da biblioteca.

2.1.2 Diagrama de contexto



2.2 Funções do produto

Nº	Função	Descrição
1	Captação de ruídos ambientes	Monitorar a intensidade de ruídos em torno das mesas de estudos da biblioteca e comparar os decibéis captados com a parametrização estabelecida pelo sistema.
2	Emissão de alerta de ruído	Emitir alertas para bibliotecários e usuários quando o ruído em torno das mesas exceder os parâmetros estabelecidos.
3	Criação de mapa de calor de acordo com o ruído ambiente	Gerar um mapa de calor em tempo real para identificar os espaços dentro da biblioteca com menos ruído.
4	Emissão de relatórios	Emitir relatórios dos dados coletados: relatórios por horário, data, ambiente de estudo, quantidade de alertas emitidos.
5	Criação de <i>dashboards</i>	Gerar painéis ilustrativos com síntese dos dados coletados, para melhor visualização das informações fornecidas pelos relatórios.

2.3 Características do usuário

Nº	Tipo	Definição
1	Profissionais que trabalham na biblioteca	Os profissionais são compostos por bibliotecários e assistentes de biblioteca, que possuem experiência em trabalhar com sistemas eletrônicos para gerenciamento dos serviços rotineiros dentro de uma biblioteca.
2	Usuários que frequentam a biblioteca	Os usuários possuem variados graus de familiaridade com tecnologia, sendo alguns bastante habilidosos e outros enfrentam maiores dificuldades de acessar sistemas digitais. Alguns usuários, possivelmente, irão acessar o app rotineiramente, enquanto outros apenas casualmente.

2.4 Restrições

Nº	Restrição	Descrição
1	Legal	O produto deve respeitar as leis e regulamentos sobre proteção de dados.
2	Privacidade	O produto não poderá coletar nenhum outro tipo de dado que não seja os decibéis dos ruídos ambientes (sob nenhuma hipótese, haverá gravação das conversas dos usuários).
3	Privacidade	O recurso que indica qual mesa especificamente está com barulho elevado será disponibilizado apenas para os profissionais que trabalham dentro da biblioteca.
4	Autenticação	O acesso a interface administrativa será por meio de senhas individuais para cada profissional da biblioteca.

3 REQUISITOS ESPECÍFICOS

3.1 Interfaces

3.1.1 Interfaces dos Usuários

INTERFACE ADMINISTRATIVA		
Nº	Item	Descrição
1	Tela das Mesas	Interface com o mapeamento das mesas da biblioteca e emissão de alerta quando o ruído estiver além do limite estabelecido.
2	Tela do Mapa de calor	Interface com visualização gráfica do nível de ruído nos espaços da biblioteca.
3	Tela de Relatórios	Interface para gerar relatórios com base nos dados coletados. Gerar relatórios por: <ul style="list-style-type: none"> • Período (dia, semana, mês, ano) • Área (Térreo - Ala I, Térreo - Ala II, Térreo - Ala III, Piso superior - Ala I, Piso superior - Ala II, Piso superior - Ala III, Cabines de estudo em grupo, Cabines de estudo individual) • Histórico de alertas disparados por data e por área
4	Tela do <i>Dashboard</i>	Interface com painéis gráficos de fácil visualização, que indiquem a curva de intensidade de ruído ao longo de um período de tempo (diário, semanal, mensal e anual) e as variações em cada área da biblioteca
5	Tela de Configuração	Interface com a parametrização de ruído aceitável em cada área da biblioteca e para alterar o mapa digital da biblioteca sempre que o <i>layout</i> físico sofrer mudanças.

INTERFACE DE ACESSO LIVRE		
Nº	Item	Descrição
1	Tela do Mapa de calor	Interface com visualização gráfica do nível de ruído nos espaços da biblioteca.
2	Tela de <i>Dashboard</i>	Interface com painéis gráficos de fácil visualização, que indiquem a curva de intensidade de ruído ao longo de um período de tempo

	(diário, semanal, mensal e anual) e as variações em cada área da biblioteca.
--	--

3.1.2 Interfaces de Hardware

Não aplicável.

3.1.3 Interfaces de Software

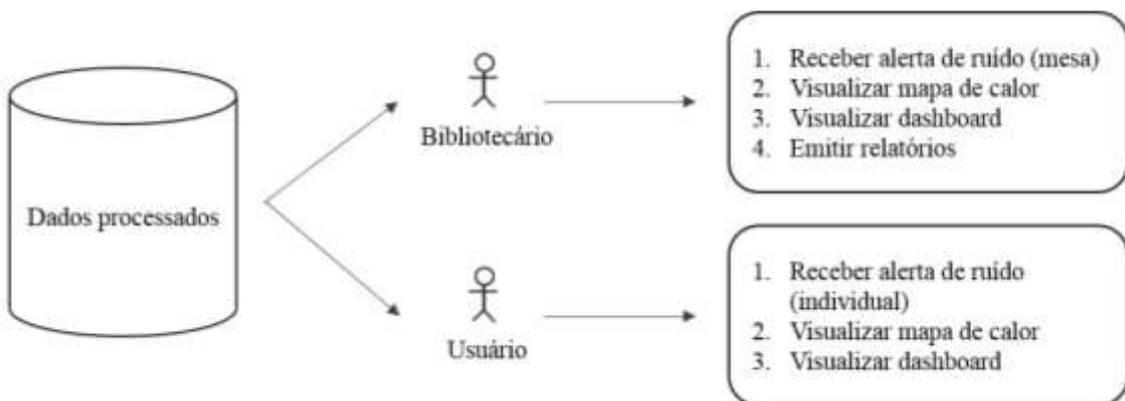
Nº	Item	Descrição
1	Integração aos sistemas da instituição	Inicialmente, o produto não terá conexão com nenhum outro software aplicativo. Posteriormente, poderá ser integrado aos sistemas de IoT da UFLA ou ao Sistema Integrado de Gestão da instituição.

3.1.4 Interfaces de Comunicação

Não aplicável.

3.2 Requisitos Funcionais

3.2.1 Diagrama Geral de Usos



3.2.2 Caso de Uso 1: Receber alerta para bibliotecário identificar mesa que está gerando barulho excessivo

Escopo	Auxiliar os bibliotecários a detectarem mesas de estudos com usuários que precisam ser conscientizados sobre a importância de respeitar os colegas próximos que necessitam de um mínimo de ruído para se concentrarem nos estudos.
Ator principal	Bibliotecário.
Ator secundário	Usuários nas mesas.

Pré-condições	Os celulares acoplados nas mesas de estudo fazem a captação do ruído ambiente em torno das mesas de estudo e emitem um alerta para o bibliotecário notificando excesso de barulho em uma ou mais mesas.
Fluxo normal	1) Bibliotecário faz login no sistema; 2) Sistema emite um alerta de excesso de ruído com os decibéis do ruído ambiente ultrapassar os limites estabelecidos; 3) Bibliotecário recebe o alerta e verifica em um mapa a localização exata da mesa; 4) Bibliotecário conversa amistosamente com os usuários sobre a necessidade de manter um ambiente com poucos ruídos nas áreas de estudo da biblioteca.
Pós-condição	Os dados coletados e a emissão de alerta são registrados no histórico do sistema para gerar os relatórios e o <i>dashboard</i> com informações sobre o nível de ruído na biblioteca em determinado período de tempo.

3.2.3 Caso de Uso 2: Visualizar mapa de calor do nível de barulho da biblioteca em tempo real

Escopo	Auxiliar o usuário a determinar áreas de estudo com menor intensidade de barulho no momento em que estiver utilizando a biblioteca.
Ator principal	Usuários da biblioteca.
Ator secundário	Usuários nas mesas.
Pré-condições	Captação dos decibéis do ruído ambiente e processamento desses dados para gerar um mapa de calor por níveis de ruído dentro da biblioteca.
Fluxo normal	1) Usuário acessa o aplicativo; 2) Usuário clica na tela de mapa de calor e visualiza as informações indicativas sobre o nível de ruído em cada ambiente de estudo da biblioteca.
Pós-condição	Não aplicável.

3.2.4 Caso de Uso 3: Visualizar dashboard com informações sobre o histórico de ruído dentro da biblioteca

Escopo	Auxiliar o usuário a planejar em qual local da biblioteca prefere estudar e quais horários e dias são, frequentemente, mais silenciosos.
Ator principal	Usuários da biblioteca.
Ator secundário	Não aplicável.
Pré-condições	Captação dos decibéis do ruído ambiente e processamento desses dados para gerar painéis com informações de fácil visualização sobre dias e horários com histórico de haver mais ruído e áreas, frequentemente, mais silenciosas.
Fluxo normal	1) Usuário acessa o aplicativo; 2) Usuário clica na tela de <i>Dashboard</i> e visualiza as informações gráficas sobre a intensidade de ruído na biblioteca por período de tempo e local de estudo.
Pós-condição	Não aplicável.

3.2.5 Caso de Uso 4: Emitir relatórios

Escopo	Os dados gerados com o monitoramento de ruídos na biblioteca poderão ser utilizados para medir a ocupação da biblioteca e gerar informações sobre horários de pico de usuários e áreas da biblioteca que devam ser foco de atenção por parte dos bibliotecários. Dessa forma, os dados gerados poderão auxiliar no planejamento do uso do espaço da biblioteca (mudanças de <i>layout</i>) e na distribuição dos servidores durante o horário de expediente.
Ator principal	Usuários da biblioteca.
Ator secundário	Não aplicável.
Pré-condições	Captação dos decibéis do ruído ambiente e processamento desses dados para gerar os relatórios.
Fluxo normal	1) Bibliotecário faz login no sistema; 2) Bibliotecário emite relatórios; 3) Equipe de bibliotecários analisam os dados para uma melhor gestão dos espaços de estudo e para determinar a necessidade de criação de campanhas de conscientização sobre a importância do silêncio para melhorar a concentração nos estudos.
Pós-condição	Não aplicável.

3.2.6 Caso de Uso 5: Emitir alerta para usuários quando houver barulho excessivo

Escopo	Incentivar a redução do tom de voz dos usuários, sem a necessidade de intervenção do bibliotecário, para proporcionar um ambiente de estudo com níveis aceitáveis de ruído.
Ator principal	Usuários da biblioteca.
Ator secundário	Não aplicável.
Pré-condições	Os celulares acoplados nas mesas de estudo fazem a captação do ruído ambiente em torno das mesas de estudo e acende uma luz quando o nível de barulho ultrapassar os limites parametrizados.
Fluxo normal	1) Usuário visualiza o sinal luminoso na mesa de estudo.
Pós-condição	Não aplicável.

3.3 Requisitos de Desempenho

Nº	Item	Descrição
1	Tempo de resposta	O mapa de calor deve ser atualizado em tempo real com a captação do ruído ambiente.
2	Quantidade de usuários simultâneos	A interface administrativa deve permitir o acesso de até 10 bibliotecários. A interface de acesso livre deve permitir o acesso de até 10.000 usuários.

3.4 Atributos

Nº	Item	Descrição
1	Uso de senhas	A interface administrativa pode ser acessada somente por meio de login e senhas autorizadas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A emergência da tecnologia de IoT e sua ampla utilização nos mais diversos segmentos da sociedade modificará profundamente o cotidiano das pessoas, da mesma forma que o surgimento da internet provocou mudanças profundas desde o seu surgimento no final da década de 1960. O propósito desta pesquisa foi contribuir na discussão sobre como as bibliotecas podem se inserir neste novo cenário da 4ª Revolução Industrial e aprimorar os serviços e produtos oferecidos aos seus usuários.

O primeiro objetivo específico, identificar as aplicações de IoT em bibliotecas no Brasil e no exterior, foi alcançado por meio do levantamento bibliográfico na literatura científica. Foram elencadas nove aplicações principais que já estão sendo investigadas, seja por meio de estudos teóricos ou práticos: o monitoramento do ambiente, o acesso à biblioteca e seus recursos, os serviços de localização, os serviços de recomendação, o *linked data*, os serviços de alerta, a gestão de coleções, a capacitação de usuários, e a análise de dados.

Os demais objetivos específicos tinham como premissa a realização de um estudo de caso para promover a compreensão das necessidades dos usuários da BU/UFLA e quais aplicações de IoT seriam consideradas prioritárias e viáveis de serem implementadas no contexto específico da universidade. Dessa forma, aliou-se os conhecimentos teóricos da literatura a práxis desenvolvida na biblioteca.

O segundo objetivo específico foi identificar as demandas dos usuários da BU/UFLA que podem ser atendidas por meio da IoT. Foram encontradas as seguintes demandas: melhoria do acesso à BU, monitoramento do ambiente físico da BU, identificação da ocupação dos espaços físicos da BU, serviço de localização dos espaços físicos, serviço de localização de livros, melhoria da gestão de acervo, melhoria do programa de capacitação de usuários, sistema de recomendação de livros, análise de dados coletados para finalidades diversas, melhoria do sistema de pagamento de multas e serviços de alerta.

O terceiro objetivo específico foi identificar a percepção, aceitabilidade e expectativas dos gestores e usuários da BU/UFLA em relação à IoT. Foi constatado que tanto os gestores quanto os usuários acreditam que a IoT pode melhorar os serviços e produtos oferecidos pela biblioteca e, embora haja algum receio em relação a segurança e privacidade dos dados coletados, consideram que os benefícios advindos da adoção dessa tecnologia compensam seus riscos.

O quarto objetivo específico foi, a partir dos dados coletados, propor um sistema para atender uma das demandas identificadas e elicitando seus requisitos. Após um estudo de

viabilidade, definiu-se que seria elaborado um projeto para criação de um sistema de monitoramento de ruídos, visando melhorar o conforto acústico da BU/UFLA e utilizar os dados coletados para auxiliar na gestão da biblioteca.

O quinto objetivo específico, especificar e registrar os requisitos elicitados, foram alcançados por meio da elaboração do Documento de Requisitos de Sistema e do desenvolvimento da Prova de Conceito. Ao final desse processo, foi possível descrever o que se espera do sistema, como ocorre seu funcionamento e seus benefícios ao ser implementado.

Por fim, o sexto e último objetivo específico foi avaliar o sistema proposto para coletar sugestões e críticas que propiciem o aperfeiçoamento do produto projetado. Todas as considerações dos avaliadores foram registradas e o documento de requisitos revisado para incorporar as alterações pertinentes.

A partir desses resultados, foi possível alcançar o objetivo geral da pesquisa de compreender como a IoT pode contribuir para atender as necessidades dos usuários da Biblioteca Universitária da UFLA. Pode-se afirmar que essa tecnologia pode auxiliar as bibliotecas a modernizarem-se e oferecer serviços mais alinhados com as necessidades dos usuários atendidos.

Cabe ressaltar, entretanto, que algumas das demandas identificadas no decorrer da pesquisa poderiam ser sanadas por outras tecnologias que não a IoT. É necessário analisar o custo-benefício da aplicação da IoT e quais são as prioridades da biblioteca para decidir qual o melhor curso de ação para solucionar os problemas detectados. É importante lembrar também que, à medida que a IoT seja popularizada, seu custo de implantação tender a cair e o nível de eficiência tende a crescer. Dessa forma, aguardar por uma maior maturidade dessa tecnologia pode ser recomendável em alguns casos.

Em relação aos procedimentos metodológicos, dar voz aos usuários para participarem no processo de decisão sobre a implementação de IoT na instituição mostrou-se uma estratégia adequada e em acordo com o ideal de incluir os membros de uma comunidade para que possam contribuir com suas visões sobre a resolução de problemas que lhes impactam diretamente. As reuniões com os gestores da biblioteca também foram produtivas e permitiram uma ampla discussão sobre os principais problemas identificados na prestação de serviços da BU/UFLA e a criação de múltiplas soluções para sanar os pontos de insatisfação detectados. Esse trabalho coletivo, proporcionou uma rica reflexão sobre as potencialidades da IoT identificadas na literatura e a viabilidade de implementação da IoT no contexto real de uma biblioteca pública brasileira.

O fruto desse trabalho coletivo resultou no desenvolvimento de uma proposta de sistema para monitoramento de ruídos dentro da BU/UFLA, almejando criar recursos para auxiliar na promoção de um ambiente adequado para estudos e fornecer dados para a tomada de decisão dentro da biblioteca. Embora o sistema proposto tenha sido construído com base nas demandas específicas dos gestores e usuários da BU/UFLA, espera-se que o sistema Xi possa ser aplicado em diferentes ambientes informacionais. Pois, ao documentar o percurso metodológico percorrido, torna-se possível que outros pesquisadores ou bibliotecários sejam capazes de replicar a metodologia adotada para criar sistemas similares, customizados de acordo com as necessidades e limitações das instituições onde estão inseridos.

Recomenda-se para estudos futuros investigar diferentes soluções tecnológicas para a implementação do sistema Xi. É necessário testar opções que sejam viáveis financeiramente e sejam capazes de oferecer um produto eficiente, com o mínimo de falhas. Dessa forma, um projeto piloto a ser implantado em uma área restrita da biblioteca oferecerá dados importantes antes de expandir o monitoramento de ruído para todas as áreas de estudo do edifício.

Independente do contexto de aplicação, destaca-se a importância de analisar os benefícios da IoT em um contraponto aos seus riscos, principalmente em relação a privacidade e segurança de dados. Pois, embora as tecnologias tragam melhorias para a sociedade, inúmeros problemas também surgem em decorrência de sua implantação. Por isso, ao adotar-se um recurso tecnológico, é necessária uma abordagem responsável que antevêja os benefícios e riscos envolvidos.

Finalizando, conclui-se que a IoT oferece oportunidades de facilitar a rotina de trabalho dentro das bibliotecas e disponibilizar aos usuários um ambiente e atendimento mais adequado as suas necessidades. Por meio da coleta de dados, os bibliotecários terão a sua disposição informações sobre a utilização do acervo e espaço físico da biblioteca, além de serem capazes de compreender melhor o comportamento do público atendido. Esses dados constituirão em um insumo valioso para a gestão da biblioteca e a tomada de decisões mais assertivas e baseadas em evidências.

Por sua vez, os usuários terão à sua disposição ambientes e serviços mais adaptáveis as suas necessidades individuais e com maior valor agregado. Por meio da IoT, a experiência de uso da biblioteca pode tornar-se mais intuitiva, ágil e agradável, atendendo demandas que talvez nem mesmo os usuários consigam identificar e expressar explicitamente.

REFERÊNCIAS

- ARUP. **Future Libraries**. 2017. Disponível em: <<https://foresight.arup.com/publications/future-libraries/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.
- ALVES, M. **Como escrever teses e monografias**: um roteiro passo a passo. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- ARA, T.; SHAH, P. G.; PRABHAKAR, M. Internet of things architecture and applications: a survey. **Indian Journal of Science and Technology**, India, v. 9, n.45, p. 1-7, Dec. 2016. Disponível em: <http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/viewFile/106507/75619>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- ASHTON, K. That ‘Internet of Things’ thing. **RFID Journal**, 22 jun. 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>. Acesso em: 22 jan. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de Ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: a survey. **Computer Networks**, [Amsterdam], v. 54, n. 15, p. 2787-2805, Oct. 2010. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.719.9916&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.
- BAHRIN, M. A. K. *et al.* Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. **Jurnal Teknologi**, [S. l.], v. 78, n. 6-13, p. 137-143, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304614356_Industry_40_A_review_on_industrial_automation_and_robotic. Acesso em: 10 ago. 2019.
- BANSAL, A.; ARORA, D.; SURI, A. Internet of things: beginning of new era for libraries. **Library Philosophy and Practice**, [S. l.], Dec. 2018. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5449&context=libphilprac>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.
- BARBOSA, A. F. P. **Design Thinking na Especificação de Requisitos**: o caso i2S – Informática, Sistemas e Soluções. 2016. 19 p. Dissertação (Mestrado em Marketing) - Universidade Católica Portuguesa, [S. l.], 2016. Disponível em: https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/21768/2/tfm_design%20thinking_andreia%20barbosa.pdf. Acesso em: 10 jul. 2019.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BAYANI, M. *et al.* IoT-Based Library Automation and Monitoring system: Developing an Implementation framework of Implementation. **E-Ciencias de la Información**, San Pedro de Montes de Oca, v. 8, n. 1, p. 83-100, Jan./June 2018. Disponível em:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-41422018000100083&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 fev. 2020.

BORBA, V. U. **Proposta de um modelo de referência para Internet das Coisas**: aspectos de segurança e privacidade na coleta de dados. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/153557?show=full>. Acesso em: 02 dez. 2019.

BORGIA, E. The internet of things vision: key features, applications and open issues. **Computer Communications**, [S. l.], v. 54, p. 1-31, Dec. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140366414003168>. Acesso em: 02 dez. 2019.

BOTARI, J. C. *et al.* Análise do Conforto Acústico em Biblioteca da Universidade Estadual de Maringá do Campus Umuarama – PR. *In: SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS, 17., 2017, Vila Real. Proceedings [...]*. Vila Real: SHEWC, 2017. p. 115-119. Disponível em: <http://copec.eu/shewc2017/proc/works/28.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.709**, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 10 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Identificação dos tópicos de relevância para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil**: consulta pública. 2016. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/aiot.pdf>. Acesso em: 16 maio 2020.

BROUS, P.; JANSSEN, M. Advancing e-Government using the internet of things: a systematic review of benefits. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONIC GOVERNMENT (EGOV), 14., 2015, Thessaloniki. Proceedings [...]*. p. 156-169. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01412248/document>. Acesso em: 16 maio 2020.

BROWN, T. **Design thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas idéias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CÂNDIDO, A. L. M. *et al.* Low cost device for online monitoring of noise in libraries using internet of things. **International Journal for Innovation Education and Research**, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 133-144, 2018. Disponível em: <https://ijer.net/ijer/article/view/1127/804>. Acesso em: 10 maio 2020.

CÂNDIDO, A. L. M.; JUCÁ, S. C. S. Monitoramento online de ruídos sonoros de bibliotecas utilizando o princípio internet das coisas. *In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DO PIAUÍ, 3., 2017, Picos. Anais [...]*. Teresina: UFPI, 2017. p. 147-152. Disponível em: <http://docplayer.com.br/57388884-Monitoramento-online-de-ruídos-sonoros-de-bibliotecas-utilizando-o-princípio-internet-das-coisas-ceara-ifce-cep-maracanau-ce-brasil.html>. Acesso em: 10 maio 2020.

CARVALHO, T. de; SOUZA, T. L. Internet das Coisas e sua aplicação em bibliotecas. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 13, p. 264-270, 2015. p. 264-270.

Edição Especial: Anais do IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/22142>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

CAO, G.; LIANG, M.; LI, X. How to make the library smart? The conceptualization of the smart library. **The Electronic Library**, Bingley, v. 36, n. 5, p. 811-825, 2018. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/EL-11-2017-0248?journalCode=el>. Acesso em: 24 abr. 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2016.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

CONSTANTINESCU, M. *et al.* Mobile tethering: overview, perspectives and challenges. **Info**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 40-53, Apr. 2014. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/info-05-2013-0033/full/html?skipTracking=true>. Acesso em: 24 abr. 2019.

CUNHA, M. A. **Smart cities: transformação digital de cidades**. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania, 2016.

CRESWELL, J. W; PLANO CLARK, V. L. **Pesquisa de métodos mistos**. 2.ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

DIAS, R. R. de F. **Internet das coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios**. São Paulo: Netpress Books, 2016.

DING, Z. A general cyber-physical framework for academic library. **Cluster Computing**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10586-017-1115-x#citeas>. Acesso em: 10 maio 2020.

DOHR, A. *et al.* The internet of things for ambient assisted living. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY*, 17., 2010, Las Vegas. **Proceedings** [...]. [New Jersey: IEEE], 2010. p. 804-809. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5501633>. Acesso em: 22 nov. 2019.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0 – hit or hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 56-58, June 2014. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6839101>. Acesso em: 24 abr. 2019.

DOMINGO, M. C. An overview of the Internet of Things for people with disabilities. **Journal of Network and Computer Applications**, [Amsterdam], v. 35, n. 2, p. 584-596, Mar. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804511002025>. Acesso em: 22 nov. 2019.

DUTRA, M. L.; TORIANI, S. A Internet das Coisas na prática: desafios e oportunidades. *In: PRADO, J. do (Org.). Ideias emergentes em Biblioteconomia*. São Paulo: FEBAB, 2016.

ENGENHARIA. **Priberam Dicionário**, [2019]. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/engenharia>. Acesso em: 15 jul. 2019.

ERFANMANESH, M.; ABRIZAH, A. (2018). Mapping worldwide research on the Internet of Things during 2011-2016. *The Electronic Library*, [S. l.], v. 36, n. 6, p. 979-992, Oct. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328111134_Mapping_worldwide_research_on_the_Internet_of_Things_during_2011-2016. Acesso em: 10 maio 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **10th Meeting of the Internet of Things Expert Group**. Brussels: [s. n.], 2012. Disponível em: ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=1747. Acesso em: 10 jan. 2020.

FREITAS, H.; JANISSEK, R. **Análise léxica e análise de conteúdo**: técnicas complementares, sequenciais e recorrentes para análise de dados qualitativos. Porto Alegre: Sphinx, 2000.

FINKELSTEIN, M. E.; FINKELSTEIN, C. Privacidade e lei geral de proteção de dados pessoais. *Revista de Direito Brasileira*, Florianópolis, v. 23, n. 9, p. 284-301, maio/ago. 2019. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/rdb/article/view/5343/4545>. Acesso em: 24 abr. 2019.

FUNCHAL, P. **O que é a indústria 4.0 e o que eu tenho a ver com isso?** 2017. Disponível em: <https://xgb.com.br/o-que-e-industria-4-0-e-o-que-eu-tenho-ver-com-isso/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

GALVÃO, J. R. *et al.* Energy Systems Models for Efficiency Towards Smart Cities. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AS A TOOL*, 16., 2015, Salamanca. **Proceedings** [...]. [New Jersey: IEEE], 2015. p. 653-658. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7313682>. Acesso em: 24 abr. 2019.

GIL, A. C. **Estudo de caso**: fundamentação científica, subsídios para coleta e análise de dados, como redigir o relatório. São Paulo: Atlas, 2009.

GROSSMANN, M.; ILLIG, S.; MATEJKA, C. Environmental Monitoring of Libraries with MonTreAL. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THEORY AND PRACTICE OF DIGITAL LIBRARIES*, 21., 2017, Thessaloniki. **Proceedings** [...]. Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, 2017. p. 599-6002. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-67008-9_52. Acesso em: 24 abr. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUPTA, J.; SINGH, R. Internet of Things (IoT) and Academic Libraries: a user friendly facilitator for patrons. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EMERGING TRENDS AND TECHNOLOGIES IN LIBRARIES AND INFORMATION SERVICES*, 5., 2018,

Noida. **Proceedings** [...]. [New Jersey: IEEE], 2018. p. 71-74. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8485234>. Acesso em: 24 abr. 2019.

HAHN, Jim. The Internet of Things: Mobile Technology and Location Services in Libraries. **Library Technology Reports: Expert Guides to Library Systems and Services**, [S. l.] v. 53, n. 1, Jan. 2017. ALA American Library Association. Disponível em: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/issue/viewIssue/621/384>. Acesso em: 24 abr. 2019.

HASHISH, I. A. NavApp: an indoor navigation application: a smartphone application for libraries. *In: WORKSHOP ON POSITIONING, NAVIGATION AND COMMUNICATIONS*, 14., 2017, Bremen. **Proceeding** [...]. [Bremen: IEEE], 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8250047>. Acesso em: 22 jan. 2019.

HEHN, J.; UEBERNICKEL, F. The use of design thinking for requirements engineering: an ongoing case study in the field of innovative software-intensive systems. *In: INTERNATIONAL REQUIREMENTS ENGINEERING CONFERENCE*, 26., 2018, Banff. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.], 2018. p.400-405.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. *In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES*, 49., 2016, Estados Unidos. **Proceedings** [...]. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2016. p. 3928-3937.

HOLLAND, B. (Ed.). **Emerging Trends and Impacts of the Internet of Things in Libraries**. Hershey: Information Science Reference, 2020.

HÖLLER, J. *et al.* **From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence**. Amsterdam: Elsevier, 2014. Disponível em: http://www.mforum.ru/arc/iot-book_compressed_MForum.pdf. Acesso em: 22 jan. 2019.

HORWITZ, L. **The future of IoT miniguide: the burgeoning IoT market continues**. 2019. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/future-of-iot.html>. Acesso em: 5 jun. 2020.

HUI, X. Research on the Construction of Personalized Service System in the Library of Higher Vocational College Based on the Environment of Internet of Things. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, 2., 2013, Beijing. **Proceedings** [...]. [Paris: Atlantis], 2013. p. 275-278. Disponível em: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icsr-13/7709>. Acesso em: 24 abr. 2019.

IOT ANALYTICS GMBH. Internet of things: technology architecture. *In: COLUMBUS, L. Seven Things You Need To Know About IIoT In Manufacturing*. **Forbes**, [S. l.], 2 de junho de 2019. Disponível em: https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2019/06/02/seven-things-you-need-to-know-about-iiot-in-manufacturing_updated/#243eaf8f5f56. Acesso em: 22 abr. 2020.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Std 830-1998: IEEE recommended practice for software requirements specifications**. Nova York: IEEE, 1998. Disponível em: <http://www.math.uua.alaska.edu/~afkjm/cs401/IEEE830.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2019.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBI, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**: Securing the future of German manufacturing industry: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013. Disponível em: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>. Acesso em: 14 maio 2020.

KAUSHIK, A. Perceptions of library and information science professionals towards Internet of Things (IoT). **Library Philosophy and Practice**, 2019. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6415&context=libphilprac>. Acesso em: 20 mar. 2020.

KELLMEREIT, D.; OBODOVSKI, D. **The silent intelligence**: the internet of things. [S. l.]: Dnd Ventures, 2013.

KHAN, R. *et al.* Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FRONTIERS OF INFORMATION TECHNOLOGY, 10., 2012, Islamabad. **Proceedings** [...]. [Bremen: IEEE], 2012. p. 257-260. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6424332>. Acesso em: 24 abr. 2020.

KILOV, H.; SACK, I. Mechanisms for communication between business and IT experts. **Computer Standards & Interfaces**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 98-109, Jan. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0920548907001146>. Acesso em: 15 dez. 2019.

KUNIAVSKY, M. **Smart Things**: Ubiquitous Computing User Experience Design. Filadélfia: Elsevier, 2010.

LACERDA, F. **Arquitetura da Informação Pervasiva**: projetos de ecossistemas de informação na internet das coisas. 2015. 226 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/19646>. Acesso em: 02 dez. 2019.

LEMONS, A. A comunicação das coisas: Internet das Coisas e Teoria Ator-Rede: Etiquetas de radiofrequência em uniformes escolares na Bahia. *In*: SIMPÓSIO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS E SOCIABILIDADE, 1., 2012, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: UFBA, 2012. p. 18-47. Disponível em: https://roitier.pro.br/wp-content/uploads/2017/09/Andre_Lemos.pdf. Acesso em: 02 dez. 2019.

LI, L. Designing and Implementation of University Library Automatic Management System Based on the Internet of Things. *In*: ZU, Q.; VARGAS-VERA, M.; HU, B. (Eds.) **Pervasive Computing and the Networked World**. New York: Springer, 2013. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-09265-2_25. Acesso em: 24 abr. 2019.

LI, D.-Y. *et al.* Design of Internet of Things System for Library Materials Management Using UHF RFID. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RFID TECHNOLOGY AND APPLICATIONS, 2016, Foshan. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.]: 2016. p. 44-28. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7750755>. Acesso em: 10 maio 2020.

LIANG, X. Internet of Things and its applications in libraries: a literature review. **Library Hi Tech**, [Ann Arbor], 2018. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LHT-01-2018-0014>. Acesso em: 24 abr. 2019.

LIANG, X.; CHEN, H. The application of CPS in library management: a survey. **Library Hi Tech**, [Ann Arbor], v. 38, n. 1, p. 117-131, 2018. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LHT-11-2017-0234>. Acesso em: 24 abr. 2019.

LUETH, K. L. IoT basics: getting started with the internet of things. **IoT Analytics**, [S. l.], Mar. 2015. Disponível em: <https://iot-analytics.com/wp/wp-content/uploads/2015/03/2015-March-Whitepaper-IoT-basics-Getting-started-with-the-Internet-of-Things.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.

LUO, Y. C.; CAO, J. J.; QIAN, J. F. Exploration and construction of smart library based on RFID technology. **Advanced Materials Research**, Zurich, v. 765-767, p. 1743-1746, 2013. Disponível em: <https://www.scientific.net/AMR.765-767.1743>. Acesso em: 24 abr. 2019.

LUO, J.; YAN, L.; XU, S. Build Intelligent library by using Technology of The Internet of Things. **Advanced Materials Research**, Zurich, v. 403-408, p. 2138-2141, 2012. Disponível em: <https://www.scientific.net/AMR.403-408.2138>. Acesso em: 24 abr. 2019.

LUPIANA, D.; O'DRISCOLL, C.; MTENZI, F. Taxonomy for ubiquitous computing environments. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORKED DIGITAL TECHNOLOGIES*, 1., 2009, Ostrava. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.]: 2009. p. 469-475. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5272068>. Acesso em: 24 abr. 2019.

MACIEL, A. C.; MENDONÇA, M. A. R. **Bibliotecas como organizações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

MAGRANI, E. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2020.

MAKORI, E. O. Promoting innovation and application of internet of things in academic and research information organizations. **Library Review**, [S. l.], v. 66, n. 8/9, p. 655-678. Nov. 2017. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/LR-01-2017-0002/full/html?skipTracking=true>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MANYIKA, J.; CHUI, M. **By 2025, Internet of things applications could have \$11 trillion impact**. 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview/in-the-news/by-2025-internet-of-things-applications-could-have-11-trillion-impact>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MARKAKIS, I. *et al.* An RFID-enabled library management system using low-SAR smart bookshelves. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTROMAGNETICS IN ADVANCED APPLICATIONS*, 15., 2013, Torino. **Proceedings** [...]. [New Jersey: IEEE], 2013. p. 227-230. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6632228/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

MCEWEN, A.; CASSIMALLY, H. **Designing the Internet of Things**. Chichester: Wiley, 2013.

MEDEIROS, A. P. *et al.* Detector de ruídos aplicado a ambientes de estudo. *In:* CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 8., 2013, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: IFBA, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325153822_Detector_de_ruidos_aplicado_a_ambientes_de_estudo. Acesso em: 10 maio 2020.

MORGAN, J. A Simple Explanation Of 'The Internet Of Things'. **Forbes**, 13 May 2014. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#4e3474571d09>. Acesso em: 5 jun. 2020.

NASCIMENTO, R. J. do. **Algoritmos de localização de etiquetas RFID em bibliotecas baseadas na Internet das coisas**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/22418/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20RONLY%20JOAB%20DO%20NASCIMENTO.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2019.

NIE, W. The Application of Internet of Things in the University Library. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION, MANAGEMENT, COMPUTER AND MEDICINE, 7., 2016, Shenyang. **Proceedings** [...]. [Paris: Atlantis], 2016. p. 24-27. (Advances in Computer Science Research, 59). Disponível em: <https://www.atlantispress.com/proceedings/emcm-16/25870385>. Acesso em: 24 abr. 2019.

OLIVEIRA, N.; OLIVEIRA, R. M.; AMARAL, F. V. Gerenciamento de acervo através da tecnologia RFID: a experiência da Biblioteca Universitária da UFLA. *In:* SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 18., 2014, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2014. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4679/1/EVENTO_Gerenciamento%20de%20acervo%20atrav%C3%A9s%20da%20tecnologia%20RFID.pdf. Acesso em: 22 jan. 2019.

OLIVEIRA, R. M. *et al.* A implantação do programa de capacitação de novos usuários na modalidade virtual da Biblioteca Universitária da UFLA: relato de experiência. *In:* SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 18., 2014, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: UFMG, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/4681>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ONLINE COMPUTER LIBRARY CENTER. The internet of things: 50 billion connected devices and objects by the year 2020. **Next space**, Dublin (USA), n. 24, Jan. 2015. Disponível em: https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace_024.pdf. Acesso em: 22 jan. 2019.

PALETTA, F. C.; MODESTO, J. F.; MUCHERONI, M. L. IoT: ambiente universal e aplicações em bibliotecas. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS & TECHNOLOGY MANAGEMENT, 15., 2018, São Paulo. **Anais** [...]. [São Paulo: TECSII], 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326986257_IoT_AS_A_UNIVERSAL_ENVIRONMENT_AND_ITS_LIBRARY_APPLICATIONS. Acesso em: 10 maio 2020.

PANDEY, J. *et al.* A study on implementation of smart library systems using IoT. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFOCOM TECHNOLOGIES AND UNMANNED SYSTEMS*, 2017, Dubai. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.]: 2017. p. 193-197. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8286003>. Acesso em: 10 maio 2020.

PATEL, K. K.; PATEL, S. M. Internet of Things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. **International Journal of Engineering Science and Computing**, [S. l.], May 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_C](https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges) hallenges. Acesso em: 22 jan. 2019.

PAULA FILHO, W. de P. **Engenharia de software**. 4. ed.. Rio de Janeiro: LTC, 2019. v. 1, Produtos.

PEREIRA, C. E. P.; CARVALHO, F. V. de. A Internet das Coisas (IoT): cenário e perspectivas no brasil e aplicações práticas. *In: SEMINÁRIO DE REDES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES [DO] INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES*, 7., 2017, [S. l.]. **Anais** [...]. [S. l.: s. n.]: 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/58535782-A-internet-das-coisas-iot-cenario-e-perspectivas-no-brasil-e-aplicacoes-praticas.html>. Acesso em: 22 jan. 2019.

PEREIRA, C. A. S.; SILVA, L. C. S.; SALES, F. H. S. Análise do nível de conforto acústico na biblioteca de uma escola pública. **HOLOS**, Natal, v. 27, n. 4, p. 65-91, 2011. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/621/476>. Acesso em: 10 maio 2020.

PEREIRA, S. C. **Um estudo empírico sobre engenharia de requisitos em empresas de produtos de software**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/2696>. Acesso em: 5 jun. 2020.

PIRES, P. F. *et al.* Plataformas para a Internet das Coisas. *In: MARTINELLO, M. et al.* (Orgs.). **XXXIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos: Minicursos**. Porto Alegre: SBC, 2015. Cap. 3, p. 110-169.

POHL, K.; RUPP, C. **Fundamentos da engenharia de requisitos**: um Guia de Estudo para o Profissional - Certificado para Exame de Engenharia de Requisitos – Nível base Compatível com IREB. [S. l.]: Rockynock, 2012.

POLYCARPOU, A. C.; SAMARAS, T.; SAHALOS, J. N. An RFID-Based Library Management System Using Smart Cabinets: A Pilot Project. *In: EUROPEAN CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION*, 8., 2014, Hague. **Proceedings** [...]. [Bruxelles: EurAAP], 2014. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6902447>. Acesso em: 24 abr. 2019.

PUJAR, S. M; SATYANARAYANA, K. V. Internet of Things and libraries. **Annals of Library and Information Studies**, New Delhi, v. 62, n. 3, p. 186-190, Sept. 2015.

Disponível em: <http://op.niscair.res.in/index.php/ALIS/article/view/9800/439>. Acesso em: 22 nov. 2019.

REIS, E. **Estatística descritiva**. 7. ed. ver. cor. Lisboa: Silabo, 2008. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/28206453/estatistica-descritiva-elizabeth-reis-7-a-edicao>. Acesso em: 10 dez. 2019.

RIO, L. S. del *et al.* Proposta de ambientes inteligentes IoT sob a ótica da eficiência energética. *In: ENCONTRO ANUAL DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO*, 9., 2018, Frederico Westphalen. **Anais** [...]. Frederico Westphalen: Instituto Federal Farroupilha; Universidade Federal de Santa Maria, 2018. P. 86-93. Disponível em: <http://eati.info/eati/anais-2018/Longos/L10.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ROCHA, R. *et al.* Efeito de estresse ambiental sobre a pressão arterial de trabalhadores. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 568-575, out. 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000600005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 maio 2020.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552007000100013. Acesso em: 24 abr. 2019.

SANTOS, C. M. L. da S. A. dos. **Estatística descritiva: manual de auto-aprendizagem**. 3. ed. rev. aum. Lisboa: Sílabo, 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCULLY, P. **IIOT platforms for manufacturing 2019-2024**. Hamburg: IoT Analytics GmbH, 2019. Disponível em: <http://iot-analytics.com/wp/wp-content/uploads/2019/04/IIoT-Platforms-for-Manufacturing-2019-2024-vSample.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

SARMAH, S. The Internet of Things Plan To Make Libraries and Museums Awesomer: Are cultural institutions the environment iBeacon has been waiting for? **Fast Company**, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/3040451/the-internet-of-things-plan-to-make-libraries-and-museums-awesomer>. Acesso em: 10 ago. 2019.

SERVILHA, E. A. M.; DELATTI, M. de A. Percepção de ruído em sala de aula por estudantes universitários e suas consequências sobre a qualidade do aprendizado. **Audiology - Communication Research**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 138-144, abr./jun. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312014000200138&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 maio 2020.

SHIN, D.-H. A realization of pervasive computing: ubiquitous city. *In: TECHNOLOGY MANAGEMENT FOR GLOBAL ECONOMIC GROWTH*, 2010, Phuket. **Proceedings** [...]. [New Jersey: IEEE], 2010. p. 1-10. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5603449/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SILVA, B. A.; GONÇALVES, P. A. S. Planejamento do Posicionamento de Leitores e

Etiquetas de Referência em Sistemas de Localização RFID. *In: WORKSHOP DE GERÊNCIA E OPERAÇÃO DE REDES E SERVIÇOS*, 16., 2011, Campo Grande. **Anais [...]**. [S. l.: SBC], 2011. p. 105-118. Disponível em: http://sbrc2011.facom.ufms.br/files/workshops/wgrs/ST03_2.pdf. Acesso em: 22 jan. 2019.

SILVA, R. C.; ALMEIDA, M. das N.; ALBUQUERQUE NETO, H. C. Análise do nível de pressão sonora em uma biblioteca de uma instituição de ensino superior. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 37., 2017, Joinville. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2017. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_241_395_34798.pdf. Acesso em: 10 maio 2020.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

SOUZA, A. F. B. de; FERREIRA, B. M.; CONTE, T. Aplicando design thinking em engenharia de software: um mapeamento sistemático. *In: IBERO-AMERICAN CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING*, 20., 2017, Buenos Aires. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2017.

SOUZA, T. L.; CARVALHO, T. Dispositivos inteligentes: o uso do RFID em bibliotecas nacionais e internacionais. **Convergências em Ciência da Informação**, São Cristóvão, v. 1, n. 2, p.115-122, maio/ago. 2018. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/conci/article/view/10232/7860>. Acesso em: 22 nov. 2019.

SOUZA, T. L.; CARVALHO, T. Internet das coisas (IoT) em bibliotecas universitárias brasileiras: diagnóstico situacional. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 13, p. 1136-1147, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/2626>>. Acesso em: 20 maio 2019.

SOUZA, Thiago Lima. **Dispositivos inteligentes: o uso do RFID em bibliotecas**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/handle/riufs/13129>>. Acesso em: 20 maio 2020.

SOUZA, T. L. **Internet das coisas (IoT): possibilidades e perspectivas de implantação em bibliotecas universitárias brasileiras**. 2017. 77 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia e Documentação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/6719>. Acesso em: 22 nov. 2019.

SUN, Y.; GOU, H. A New IoT Method for Economical Library Management. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS COMMUNICATION AND NETWORK ENGINEERING*, 2., 2016, Beijing. **Proceedings [...]**. [Lancaster: DEStech], 2016. Disponível em: <http://dpi-proceedings.com/index.php/dtcse/article/view/5148/4774>. Acesso em: 24 abr. 2019.

STEVENTON, A.; WRIGHT, S. (Eds.). **Intelligent spaces: the application of pervasive ICT**. London: Springer-Verlag, 2006.

TAN, L.; WANG, N. Future internet: the internet of things. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER THEORY AND ENGINEERING, 3., 2010, Chengdu. Proceedings* [...]. [S. l.: s. n.], 2010. p. V5-376-380. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5579543>. Acesso em: 17 maio 2020.

TANWAR, S.; TYAGI, S.; KUMAR, S. The role of internet of things and smart grid for the development of a smart city. *In: HU, Y.-C. (Eds.). Intelligent communication and computational Technologies*. Singapore: Springer, 2018. p. 23-33. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320593897_The_Role_of_Internet_of_Things_and_Smart_Grid_for_the_Development_of_a_Smart_City. Acesso em: 17 maio 2020.

UFLA. Biblioteca Universitária. **Histórico**. 2018. Disponível em: http://biblioteca.ufla.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=101. Acesso em: 10 abr. 2019.

UFLA. Biblioteca Universitária. **Organograma**. [201?]. Disponível em: http://biblioteca.ufla.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=143. Acesso em: 10 abr. 2019.

UFLA. Conselho Universitário. **Resolução CUNI n. 048**, de 29 de junho de 2016a. Aprova o Regimento Interno da Biblioteca Universitária e dá outras providências. Disponível em: <http://biblioteca.ufla.br/site/images/documentos/regimento-biblioteca-2016.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

UFLA. **Plano de desenvolvimento institucional PDI 2016-2020**. 2016b. Disponível em: http://www.ufla.br/pdi/wp-content/uploads/2017/04/PLANO_DE_DESENVOLVIMENTO_INSTITUCIONAL-UFLA-2016-2020_V1_1.pdf. Acesso em: 17 maio 2019.

UFLA. **UFLA 100 anos: 1908-2008**. Lavras, MG: [2008?].

UNITED STATES OF AMERICA. United States Department Of Labor. Occupational Safety and Health Administration. **Monitoring noise levels non-mandatory informational apêndice**. 1996. Disponível em: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.95AppG>. Acesso em: 05 maio 2020.

VAZQUEZ, C. E.; SIMÕES, G. S. **Engenharia de requisitos: software orientado ao negócio**. Rio de Janeiro: Brasport, 2016. *Ebook*. Sem paginação.

VETTERLI, C. *et al.* Why requirements engineering needs design thinking. **IEEE Computer Society**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 91-94, Mar./Apr. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/255710643_From_Palaces_to_Yurts_-_Why_Requirements_Engineering_Needs_Design_Thinking. Acesso em: 10 jul. 2019.

VIANNA, M. *et al.* **Design thinking: inovação em negócios**. 5. ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2014.

VIEIRA, M. S. “Ok Google, já chega”: privacidade e reconhecimento de fala ininterrupto em celulares. **Liincem Revista**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 299-307, nov. 2016. Disponível em: <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/3735/3147>. Acesso em: 18 jun. 2020.

VIEIRA, M. S.; EVANGELISTA, R. de A. A máquina de exploração mercantil da privacidade e suas conexões sociais. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL LAVITS: VIGILÂNCIA, TECNOPOLÍTICAS, TERRITÓRIOS*, 3., Rio de Janeiro, 2015. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Lavits, 2015. Disponível em: <http://lavitsrio2015.medialabufrj.net/anais/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

WANG, J.; KATABI, D. Dude, Where's My Card? RFID Positioning That Works with Multipath and Non-Line of Sight. *In: ACM SIGCOMM CONFERENCE*, 2013, Hong Kong. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2013. p. 51-62. Disponível em: <http://groups.csail.mit.edu/netmit/6.888/www/papers/pinit.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.

WÓJCIK, M. Internet of Things: potential for libraries. **Library Hi Tech**, [Ann Arbor], v. 34, n. 2, p. 404-420, 2016. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LHT-10-2015-0100>. Acesso em: 24 abr. 2019.

ZANELLA, A. *et al.* Internet of Things for Smart Cities. **IEEE Internet Of Things Journal**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 22-32, Feb. 2014. Disponível em: http://www.dei.unipd.it/~zanella/PAPER/CR_2014/IoTSmartCity2014_CR.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Formato do questionário: online.

Forma de envio: disparo pela lista de usuários ativos do Pergamum.

Amostra: não estatística (todos que responderem o questionário).

Prezado(a) usuário(a), o questionário abaixo é parte de um estudo que visa investigar a possibilidade de implementação de tecnologias de internet das coisas na Biblioteca Universitária da UFLA, com a finalidade de melhorar os serviços e produtos oferecidos. Esclarece-se que a participação na pesquisa é voluntária e os dados serão tratados de forma confidencial, uma vez que os respondentes não serão identificados.

Realizado pela mestrandia Fernanda Vasconcelos Amaral, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação da Universidade do Estado de Santa Catarina (PPGINFO/UDESC), a pesquisa assume os compromissos éticos de reunir e tratar os dados de forma fidedigna, divulgando os resultados somente para os fins propostos nos objetivos do estudo.

- Li e aceito o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa.

	QUESTÃO	OBJETIVO DA PERGUNTA
Perfil do participante da pesquisa		
1	Idade Menos de 21 anos Entre 21 e 30 anos Entre 31 e 40 anos Entre 41 e 50 anos Entre 51 e 60 anos Acima de 60 anos	Caracterizar o participante e identificar se as dificuldades na utilização da BU e no conhecimento sobre IoT variam de acordo com a idade.
2	Vínculo com a UFLA Aluno de graduação Aluno de pós-graduação Servidor técnico administrativo	Caracterizar o participante e identificar se as dificuldades na utilização da BU e no

	<p>Servidor docente</p> <p>Terceirizado</p> <p>Comunidade externa</p>	<p>conhecimento sobre IoT variam de acordo com o tipo de usuário.</p>
3	<p>Área de estudo na UFLA</p> <p>Engenharias</p> <p>Ciências Agrárias (Agronomia, Medicina Veterinária, Zootecnia)</p> <p>Ciências da Saúde (Educação Física, Medicina, Nutrição)</p> <p>Ciências da Terra (Ciências Biológicas, Física, Química)</p> <p>Ciências Exatas (Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Matemática)</p> <p>Ciências Humanas e Sociais (Administração, Direito, Filosofia, Letras, Pedagogia)</p> <p>Não se aplica</p>	<p>Caracterizar o participante e identificar se as dificuldades na utilização da BU e no conhecimento sobre IoT variam de acordo com área de estudo do usuário.</p>
Utilização da Biblioteca		
4	<p>Nível de dificuldade na utilização da BU/UFLA (Escala: Muito fácil, fácil, difícil, muito difícil, Desconheço)</p> <p>Encontrar materiais bibliográficos com as informações desejadas</p> <p>Localizar os livros e periódicos nas estantes</p> <p>Se locomover no espaço físico da biblioteca (encontrar salas de estudos, banheiros, setores específicos, etc.)</p> <p>Utilizar o catálogo eletrônico (Pergamum)</p> <p>Utilizar o Repositório Institucional da UFLA</p> <p>Utilizar a máquina de autoempréstimo</p> <p>Utilizar a máquina de autodevolução</p> <p>Realizar a reserva de um item do acervo</p>	<p>Identificar as dificuldades que os usuários enfrentam dentro da BU e que poderiam, possivelmente, ser sanadas pela IoT.</p>

5	<p>Quais outras dificuldades você enfrenta ao utilizar a BU/UFLA?</p> <p>_____</p>	Identificar as dificuldades que os usuários enfrentam dentro da BU e que poderiam, possivelmente, ser sanadas pela IoT.
6	<p>O Programa de Capacitação de Novos Usuários lhe possibilitou entender o funcionamento da BU/UFLA e se sentir seguro em utilizar a biblioteca?</p> <p>Sim</p> <p>Não</p> <p>Nunca utilizei a BU antes do início da reforma</p> <p>Justifique: _____</p>	Identificar deficiências no serviço de capacitação de usuários, que poderiam possivelmente, ser sanadas pela IoT.
7	<p>De modo geral como você avalia os itens abaixo dentro do espaço físico da BU/UFLA? (Escala: Excelente, Bom, Regular, Ruim, Desconheço)</p> <p>Conexão de internet sem fio</p> <p>Iluminação</p> <p>Temperatura</p> <p>Silêncio (ausência de barulhos e ruídos)</p>	Identificar deficiências no ambiente da BU, que poderiam possivelmente, ser sanadas pela IoT.
8	<p>Qual a sua avaliação sobre os serviços prestados pela BU/UFLA? (Escala: Excelente, Bom, Regular, Ruim, Desconheço)</p> <p>Autoempréstimo</p> <p>Autodevolução</p> <p>Reserva de materiais</p> <p>Sistema de busca do catálogo eletrônico</p>	Identificar as dificuldades que os usuários enfrentam dentro da BU e que poderiam, possivelmente, ser sanadas pela IoT.

9	<p>Para se locomover dentro da BU/UFLA, você prefere: (colocar imagens)</p> <p>Sinalização no ambiente físico da biblioteca</p> <p>Mapa em tempo real no celular</p> <p>Nunca utilizei a BU antes do início da reforma</p>	<p>Identificar se o usuário prefere uma sinalização analógica ou uma solução mais tecnológica, com utilização de IoT.</p>
10	<p>Para encontrar materiais bibliográficos do seu interesse, quais fontes você utiliza: (assinale de 1 a 4, sendo 1 a mais utilizada e 4 a menos utilizada)</p> <p>Indicação de bibliotecário</p> <p>Indicação de professor</p> <p>Indicação de colegas ou amigos</p> <p>Sistemas eletrônicos (catálogo online da BU, Google, Portal Capes)</p>	<p>Identificar se o usuário utiliza mais recomendações de pessoas ou de sistemas tecnológicos (o estabelecimento de uma linha de fonte de recomendação mais utilizada pode ser útil para a construção de um sistema de recomendação).</p>
11	<p>Você está sempre de posse da sua carteirinha da UFLA?</p> <p>Sempre</p> <p>Às vezes</p> <p>Raramente</p> <p>Nunca</p>	<p>Verificar possibilidade de implantação de tecnologia RFID nas carteirinhas da BU, como componente de um sistema maior de IoT.</p>
Hábitos tecnológicos		
12	<p>Você mantém a funcionalidade de dados móveis do seu celular ligado durante todo o dia?</p> <p>Sim</p> <p>Não</p> <p>Não tenho celular</p>	<p>Verificar hábitos tecnológicos do usuário que podem auxiliar na utilização de um sistema baseado em IoT.</p>
13	<p>Você mantém a rede de Wi-Fi do seu celular ligado durante todo o dia?</p> <p>Sim</p> <p>Não</p>	<p>Verificar hábitos tecnológicos do usuário que podem auxiliar na utilização de um sistema baseado em IoT.</p>

	Não tenho celular	
14	<p>Você desabilita rede de Wi-Fi ou a funcionalidade de dados móveis durante o dia para poupar a bateria do seu celular?</p> <p>Sempre Às vezes Raramente Nunca Não tenho celular</p>	Verificar hábitos tecnológicos do usuário que podem auxiliar na utilização de um sistema baseado em IoT.
15	<p>Você sabe como habilitar o <i>bluetooth</i> do seu celular?</p> <p>Sim Não Não tenho celular</p>	Verificar hábitos tecnológicos do usuário que podem auxiliar na utilização de um sistema baseado em IoT.
16	<p>Quais tipos de aplicativos você possui instalados no seu celular e utilizada frequentemente?</p> <p>Mensagem (whatsapp, messenger) Mídias sociais (Instagram, Facebook, Snapchat, etc.) Banco (para acessar sua conta bancária) Mapeamento de rotas (Google maps, Waze, etc.) Transporte (Uber, 99, Cabify, etc.) Saúde e esporte (contador de passos, controlar dieta, etc.) Entretenimento (identificador de música, alterar fotos, etc.) Outros: _____</p>	Verificar hábitos tecnológicos do usuário que podem auxiliar na utilização de um sistema baseado em IoT.
17	<p>Você se preocupa com a segurança e privacidade dos dados que compartilha online?</p>	Verificar a aceitabilidade de tecnologias que compartilham dados, como a IoT.

	<p>Sim, tento evitar compartilhar meus dados, mas utilizo serviços básicos como e-mail e redes sociais.</p> <p>Sim, mas compartilho meus dados em troca de serviços ou produtos para entretenimento, como aplicativos para envelhecer fotografias ou testes diversos.</p> <p>Não me preocupo com essa questão.</p>	
Tecnologia de Internet das Coisas		
18	<p>Você sabe o que é tecnologia de internet das coisas?</p> <p>Sim</p> <p>Não</p>	Verificar a familiaridade do usuário com o tema IoT.
19	<p>Você utiliza algum dispositivo com tecnologia de internet das coisas (relógio inteligente, etc.)?</p> <p>Sim</p> <p>Não</p>	Verificar a familiaridade do usuário com dispositivos de IoT.

APÊNDICE B – BRAINSTORMING

Formato: presencial.

Amostra: não estatística, composta pelos mesmos participantes do caderno de sensibilização.

Objetivo: identificar problemas e expectativas dos usuários na utilização da BU.

PRESSUPOSTOS

- Os usuários possuem dificuldade de localizarem-se e locomoverem-se dentro da BU/UFLA, mesmo com a sinalização visual no espaço.
- Os materiais bibliográficos disponibilizados não são suficientes para atender as necessidades informacionais dos usuários.
- Os usuários gostariam que o acesso e utilização da BU fossem mais ágeis e fáceis.
- O Programa de Capacitação de Novos Usuários atual não habita satisfatoriamente o usuário para utilizar a BU com confiança e facilidade.

DIMENSÕES DA PESQUISA (ELEMENTOS NORTEADORES):

- Ambiente físico;
- Serviços e produtos;
- Fontes de Informação;
- Tecnologia.

PÚBLICO ALVO

- Usuários ativos que utilizavam a biblioteca antes da reforma

QUESTIONAMENTOS NORTEADORES

1. Por que você visita a biblioteca?
2. Quais são as dificuldades que você encontra/encontrou ao utilizar a biblioteca?
3. Você tem prazer em frequentar a biblioteca?
4. A biblioteca faz diferença na sua vida?
5. Para que você utiliza a biblioteca (quais são os usos)?
6. Os espaços da biblioteca favorecem o seu uso (uso dos serviços que ela presta)?
7. Como você gostaria que a biblioteca fosse (espaço e serviços)?
8. Que tipo de informação que você busca na biblioteca?
9. Você encontra facilmente as informações que busca?

10. Que tipo de informações você gostaria que a biblioteca oferecesse além daquelas contidas nos livros, dissertações, cd's?
11. Como foi a sua capacitação para utilizar a biblioteca? Atendeu ao objetivo de torná-lo apto a utilizar o espaço com independência?

APÊNDICE C – CADERNO DE SENSIBILIZAÇÃO

Formato: impresso ou eletrônico de acordo com escolha do participante.

Forma de envio: entregue pessoalmente após esclarecimentos mais detalhados sobre a técnica utilizada.

Amostra: não estatística, composta por 30 usuários ativos da BU/UFLA que utilizavam o espaço antes da reforma do prédio da BU/UFLA (variação de idade e vínculo com universidade).

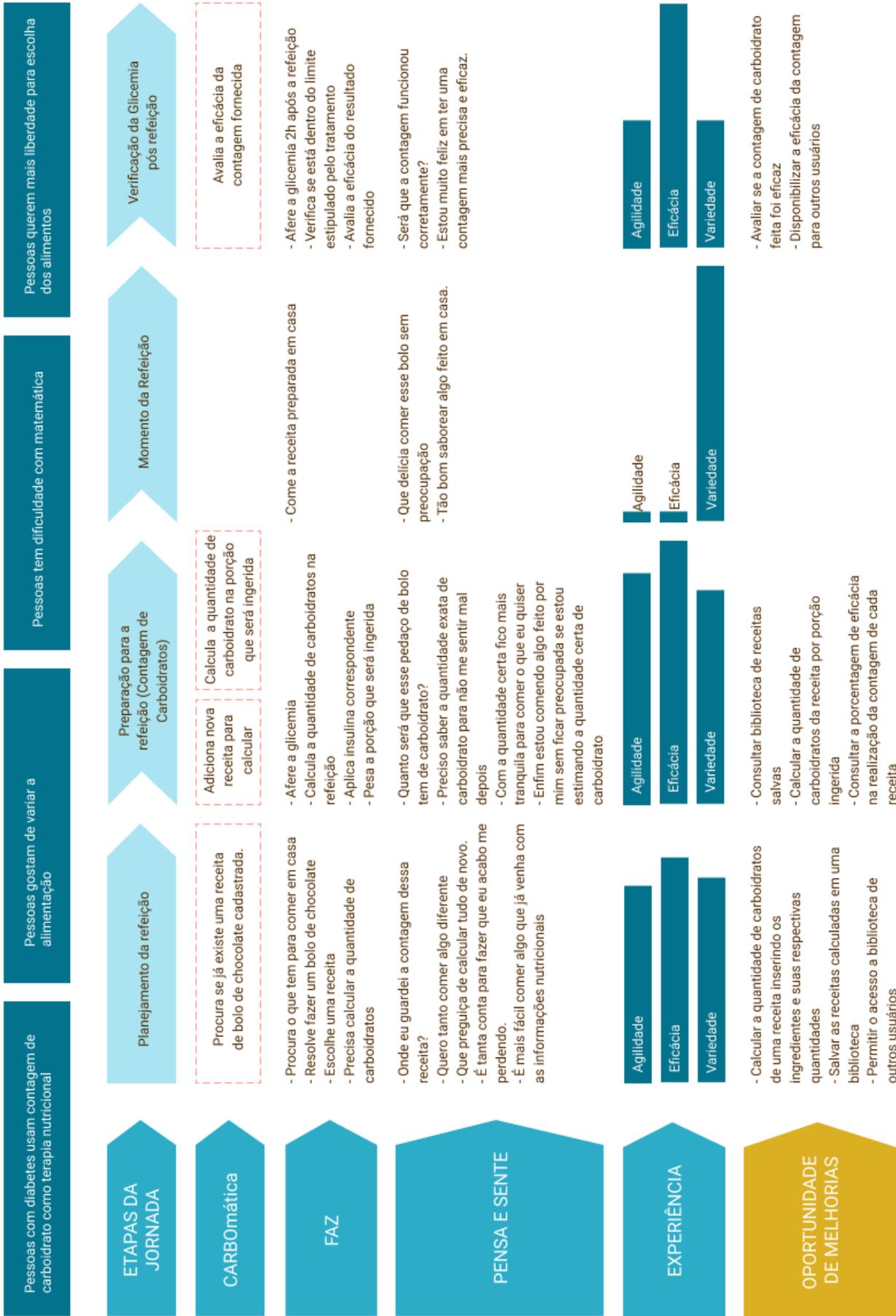
Prezado(a) usuário(a),

Esclarece-se que a participação na pesquisa é voluntária e os dados serão tratados de forma confidencial, uma vez que os respondentes não serão identificados. Realizado pela mestrandia Fernanda Vasconcelos Amaral, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação da Universidade do Estado de Santa Catarina (PPGINFO/UDESC), a pesquisa assume os compromissos éticos de reunir e tratar os dados de forma fidedigna, divulgando os resultados somente para os fins propostos nos objetivos do estudo.

A presente ferramenta visa coletar dados sobre os caminhos percorridos pelo usuário dentro da biblioteca e seus sentimentos e percepções ao utilizar os serviços e produtos ofertados. O foco principal desta investigação é descobrir as dificuldades e problemas enfrentados pelos usuários na utilização da BU/UFLA e propor melhorias que facilitem a experiência dos usuários.

Relembre as ações anteriores executadas dentro da biblioteca, quando o espaço ainda era aberto ao público. Procure lembrar detalhes mínimos da sua jornada dentro da biblioteca: pegar chave do escaninho para guardar a mochila, pesquisar no catálogo eletrônico, procurar os livros nas estantes, utilizar a máquina de auto empréstimo, fazer empréstimo de netbook, localizar periódico, pegar um livro da reserva no Setor de Referência, se locomover para encontrar um banheiro ou algum setor específico da BU, sair da biblioteca e devolver a chave do escaninho. Descreva no quadro abaixo todas as ações realizadas no espaço da BU para utilizar os serviços e produtos necessitados.

Exemplo ilustrativo de jornada de usuário:



	AÇÃO 1	AÇÃO 2	AÇÃO 3	AÇÃO 4
Quais ações você realiza?				
O que você pensa quando realiza essas ações?				
Como você se sente quando realiza essas ações?				
Dê uma nota de 1 a 5 para sua experiência na BU em relação aos critérios abaixo: <ul style="list-style-type: none"> • Agilidade • Facilidade • Satisfação 				
Melhorias				

APÊNDICE D – GRUPO FOCAL

Formato: presencial.

Amostra: não estatística, composta pelo mesmo grupo de participantes das atividades anteriores.

Objetivo: coletar propostas de soluções baseadas em IoT para melhorar a satisfação ao utilizar a BU, tendo por base os problemas identificados nas etapas anteriores.

CINCO GRUPOS

Cada grupo irá possuir:

- 1 docente
- 1 aluno de graduação
- 1 aluno de mestrado
- 1 aluno de doutorado
- 1 servidor técnico-administrativo
- 1 bibliotecário

APRESENTAÇÃO

Será realizada uma apresentação com a exibição de slides sobre os temas abaixo:

Projeto de Mestrado

- Objetivos da pesquisa

Internet das Coisas

- Conceito e funcionalidades
- Tecnologias e equipamentos envolvidos
- Iniciativas desenvolvidas em ambientes de informação

Biblioteca do futuro

Apresentação de vídeos que retratam bibliotecas e outros ambientes de informação modernos, que utilizam diferentes tipos de tecnologias, incluindo a IoT.

QUESTIONAMENTOS

Considerando as dificuldades e expectativas em relação à utilização da BU/UFLA apontadas no dia anterior e a apresentação sobre a tecnologia de internet das coisas e biblioteca do futuro, como a IoT pode tornar as bibliotecas melhores? Instigar os participantes a pensarem nas questões relacionadas:

- ao espaço físico
- aos serviços e produtos
- às fontes de informações disponibilizadas
- às tecnologias disponibilizadas

APLICAÇÃO

- Apresentação objetivo e funcionamento: 20 min.
- Cada questionamento terá 5 minutos de discussão (20 min. para debater os 4 tópicos).
- A cada questionamento deve ser trocado 1 integrante do grupo.
- Apresentação dos resultados dos questionamentos do grupo: 5 min.
- Fechamento: 10 min.

APÊNDICE E – ROTEIRO DE GRUPO FOCAL COM COMISSÃO TÉCNICA DA BU/UFLA

Formato: presencial.

Amostra: Comissão Técnica da BU/UFLA (6 bibliotecários).

DIA 1

Reunião com os membros da Comissão Técnica da BU/UFLA com os seguintes objetivos: introduzir o tema IoT em bibliotecas e o que se espera da biblioteca do futuro, apresentar o projeto, explicar as técnicas de grupo focal e *Design Thinking*, apresentar as análises das coletas de dados com os usuários.

Serão abordados os conteúdos abaixo:

Projeto de Mestrado

- Objetivos da pesquisa
- Metodologia

Internet das Coisas

- Conceito e funcionalidades
- Tecnologias e equipamentos envolvidos
- Iniciativas desenvolvidas em ambientes de informação

Biblioteca do futuro

- Apresentação de vídeos que retratam bibliotecas e outros ambientes de informação modernos, que utilizam diferentes tipos de tecnologias, incluindo a IoT

Design Thinking

- Conceito e etapas do processo de *Design Thinking*
- Ferramentas de *Design Thinking*: jornada do usuário, mapa de empatia, persona, critérios norteadores, *blueprint*, *brainstorming*, cardápio de ideias, matriz de posicionamento.

Grupo focal

- Conceito
- Funcionamento e objetivos de um grupo focal

Análise dos dados coletados com os usuários da BU

- Jornada do usuário: compreender os caminhos percorridos pelo usuário dentro da biblioteca.
- Mapa da empatia: identificar os sentimentos e percepções dos usuários ao utilizar os serviços da biblioteca.
- Problemas e dificuldades identificados na utilização da BU.
- Soluções baseadas em IoT propostas.

DIA 2

Realização de grupo focal com os membros da Comissão Técnica da BU/UFLA. Serão realizadas atividades das etapas de Análise e síntese e Ideação do *Design Thinking*, com utilização das seguintes estratégias:

- *Brainstorming*: apontar soluções para as demandas identificadas na pesquisa com os usuários.
- Cardápio de ideias: síntese das ideias geradas.
- *Cardsorting*: estabelecer prioridades das ideias geradas.

APÊNDICE F – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM COMISSÃO TÉCNICA DA BU/UFLA

Formato: enviado por e-mail.

Amostra: Comissão Técnica da BU/UFLA (6 bibliotecários).

Prezado(a) bibliotecário(a), a entrevista abaixo é parte de um estudo que visa investigar a possibilidade de implementação de tecnologias de internet das coisas na Biblioteca Universitária da UFLA, com a finalidade de melhorar os serviços e produtos oferecidos. Esclarece-se que a participação na pesquisa é voluntária e os dados serão tratados de forma confidencial, uma vez que os respondentes não serão identificados.

Realizado pela mestrandia Fernanda Vasconcelos Amaral, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação da Universidade do Estado de Santa Catarina (PPGINFO/UDESC), a pesquisa assume os compromissos éticos de reunir e tratar os dados de forma fidedigna, divulgando os resultados somente para os fins propostos nos objetivos do estudo.

- Li e aceito o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa.

- Previamente a pesquisa ao início da pesquisa, qual era o seu nível de conhecimento em relação às tecnologias de IoT?
- Quais são os desafios e dificuldades das atividades desenvolvidas por sua coordenadoria que poderiam ser solucionadas pelo IoT?
- Quais preocupações você possui em relação à segurança e privacidade de dados?
- Como a Comissão Técnica poderia resolver ou minimizar as questões relacionadas à segurança e privacidade dos dados com o uso da IoT na UFLA?
- Você acredita que há expectativa de disponibilidade de recursos humanos e tecnológicos para implantação de um sistema de IoT?

APÊNDICE G – ROTEIRO DO GRUPO FOCAL COM GESTORES E PROFISSIONAL DE TI DA BU/UFLA (FASE DE AVALIAÇÃO)

Formato: videoconferência online.

Amostra: Comissão Técnica da BU/UFLA (6 bibliotecários) e profissional de TI da BU/UFLA.

QUESTIONAMENTOS NORTEADORES

- O DRS possui uma linguagem clara e objetiva?
- O sistema descrito no DRS soluciona o problema identificado anteriormente?
- Em relação aos requisitos descritos, estão bem especificados e completos? Sugere-se a alteração, inclusão ou exclusão de algum requisito?
- Qual sua avaliação geral do DRS e do sistema a ser criação?
- Qual sua avaliação da prova de conceito (modelo prático) do sistema descrito DRS?
- O sistema pode ser facilmente implementado na BU/UFLA? Considerar insumos tecnológicos e orçamentários.

APÊNDICE H – ROTEIRO DO GRUPO FOCAL COM PROFISSIONAIS DE TI DA UFLA (FASE DE AVALIAÇÃO)

Formato: videoconferência online.

Amostra: usuários que participaram das fases anteriores da pesquisa.

QUESTIONAMENTOS NORTEADORES

- O DRS possui uma linguagem clara e objetiva?
- O sistema descrito no DRS soluciona o problema identificado anteriormente?
- Em relação aos requisitos descritos, estão bem especificados e completos? Sugere-se a alteração, inclusão ou exclusão de algum requisito?
- Qual sua avaliação geral do DRS e do sistema a ser criação?
- Qual sua avaliação da prova de conceito (modelo prático) do sistema descrito DRS?