

## Melhoria de serviços e ambientes de bibliotecas por meio de aplicações baseadas na Internet das Coisas: em direção a uma biblioteca inteligente

**Tatiana Rossi**

Biblioteca Universitária, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-4940-9416>

tati\_caua@hotmail.com

**Moisés Lima Dutra**

Departamento de Ciência da Informação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-1000-5553>

moises.dutra@ufsc.br

**Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo**

Departamento de Ciência da Informação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-3237-4168>

douglas.macedo@gmail.com

ORIGINAL

### Resumo

**Objetivo.** Identificar aplicações da Internet das Coisas (IoT) que podem ser implementadas para o ambiente de uma biblioteca.

**Metodo.** Busca por aplicações IoT que estão sendo pensadas e/ou utilizadas nos ambientes inteligentes, tanto para compor a exposição de aplicações em bibliotecas, quanto para o levantamento bibliográfico acerca da IoT, ambiente inteligente, sensores para aplicações na IoT, tecnologias da IoT.

**Resultados.** Ao final, um total de 19 possibilidades de aplicações em bibliotecas considerando os serviços e a melhoria dos ambientes de biblioteca, divididos por área e por tipo de sensor, foi proposto.

**Conclusões.** A utilização em bibliotecas de aplicações baseadas na IoT já é uma realidade. Há uma série de possibilidades e configurações de equipamentos e sensores que permitem a implantação de vários serviços IoT, com o intuito de melhorar o atendimento aos usuários das bibliotecas. Com um relativo baixo curso de aquisição de equipamentos e a capacitação de profissionais e usuários, é possível visualizar com mais clareza a efetivação do cenário da biblioteca inteligente, por meio de aplicações da IoT.

### Palavras-chave

*Ambiente inteligente; Biblioteca; Biblioteca inteligente; Internet das Coisas; Serviços de Biblioteca.*

## Improving library services and environments through Internet of Things-based applications: toward a smart library

### Abstract

**Objective.** To identify Internet Applications of Things (IoT) applications that can be implemented for a library environment.

**Method.** To search for IoT applications that are being thought and/or used in intelligent environments, both to compose the exhibition of applications in libraries, as well as to support a bibliographic survey about IoT, intelligent environment, sensors for IoT applications, and IoT technologies.

**Results.** In the end, a total of 19 possibilities of applications in libraries considering the services (divided by area and by type of sensor) and the improvement of the library environments was proposed.

**Conclusions.** The use in libraries of IoT-based applications is already a reality. There are a number of possibilities of configurations of equipment and sensors that allow the implementation of several IoT services, with the purpose of improving

the service to the library final users. With a relatively low cost of equipment acquisition and the training of professionals and users, it is possible to more clearly visualize the effectiveness of the smart library scenario, through IoT applications.

#### Keywords

*Intelligent environment; Internet of Things; Library services; Smart library; Library*

## 1 Introdução

Em 1995, quase todo acesso à Internet comercial era lento; *laptops* eram raros e a ideia de um equipamento como o *tablet*, que poderia ser levado para a praia, era limitado à ficção científica como “Jornada nas estrelas: a nova geração” como apontado por Online Computer Library (2015) comparando-as com o estágio atual da Internet das Coisas. Além disso, quase ninguém tinha e-mail ou um computador em casa; Google, Facebook e Amazon ainda estavam a anos de distância; e, prever fenômenos como Twitter e YouTube teria sido impossível segundo Online Computer Library (2015) que ainda menciona que muito ainda está por vir.

O termo Internet das Coisas, em inglês *Internet of Things* (IoT), foi cunhado em 1997 por Kevin Ashton para descrever um sistema no qual a Internet está conectada ao mundo físico por meio de sensores onipresentes. Nessa época Kevin trabalhou na Procter & Gamble (P&G) e usou a Identificação por radiofrequência, em inglês *Radio-Frequency Identification* (RFID), para ajudar a gerenciar a cadeia de fornecimento. Em 1999, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), foi criado um consórcio de pesquisa em RFID chamado Auto-ID Center. O projeto foi bem-sucedido, foi disponibilizado sem fins lucrativos e passou a ser chamado de Auto-ID Labs. A IoT foi considerada por Kubo (2014) como o terceiro feito global na indústria das telecomunicações, após o computador e a Internet.

A IoT é composta por objetos físicos incorporados a softwares e sensores eletrônicos, os quais permitem que os objetos sejam detectados e controlados remotamente por uma infraestrutura de rede, que facilita a integração direta do mundo físico e das redes de comunicação por computador (ZHOU *et al.*, 2017). Essas conexões propiciaram os ambientes inteligentes, conhecidos também como *smart environments*, os quais são tratados como agentes inteligentes que percebem o ambiente físico, por meio de sensores, e agem no ambiente usando controladores para otimização do desempenho, como por exemplo, rastreando a localização e as atividades dos moradores, gerando lembretes ou reagindo a situações perigosas (RASHIDI *et al.*, 2011).

As aplicações em ambientes específicos possuem variações de denominação, sendo os mais comuns as casas (*smart house*) e cidades inteligentes (*smart cities*). Embora a biblioteca não seja um cenário comumente utilizado em exemplos de utilização na IoT, existem algumas menções de bibliotecas inteligentes (*smart libraries*), como um ambiente inteligente que se utiliza da IoT (como BARYSHEV; VERKHOVETS; BABINA, 2018; CAO; LIANG; LI, 2018; KULKARNI; DHANAMJAYA, 2017; MONSTED, 2016; POLYCARPOU; SAMARAS; SAHALOS, 2014; SIMOVIC, 2018; TANUJA *et al.*, 2018; YANG *et al.*, 2016).

Com isso, a IoT apresenta grande oportunidade para as bibliotecas conectarem seus recursos e serviços a mais pessoas - e coisas - e em mais lugares. O uso de aplicações baseadas na IoT auxiliaria a biblioteca a se renovar e aprimorar os serviços oportunizando mais atratividade aos usuários, também propiciaria o auxílio para o desenvolvimento das atividades dos colaboradores, a promoção de economia de energia e colaboração com o meio ambiente.

Os usuários utilizam com muita frequência os equipamentos tecnológicos e buscam isso nos serviços, contudo, existem serviços da biblioteca estáticos e pouco atrativos como a localização dos materiais na estante, empréstimo e devolução dos materiais, entre outros. Esses serviços poderiam tornar-se mais atrativos com o uso de tecnologias. A economia de energia e colaboração com o meio ambiente seria beneficiada por meio do controle de temperatura, umidade e luminosidade no ambiente. O auxílio para o desenvolvimento das atividades seria facilitado com o uso de aplicações baseadas na IoT, especialmente em atividades morosas desenvolvidas pelos colaboradores como ordenação do material na estante, localização física dos materiais extraviados e o inventário.

Algumas atividades desenvolvidas pelos colaboradores são morosas e poderiam ser facilitadas com o uso de aplicações baseadas na IoT, como o inventário, ordenação ou localização de material. E o uso para o controle de temperatura, umidade e luminosidade visaria à economia de energia e colaboração com o meio ambiente. Por consequência, questiona-se: Quais aplicações baseadas em uma configuração da IoT poderiam ser aproveitadas em bibliotecas?

Com o objetivo de identificar as aplicações que possam ser utilizadas para o ambiente de uma biblioteca, é necessário realizar a busca na literatura dos tipos de sensores existentes; das aplicações que estão sendo pensadas e/ou utilizadas nos ambientes inteligentes; e, por fim, a exposição das aplicações baseadas em sensores que poderiam ser aplicadas em BUs. No decorrer deste artigo apresenta-se a Internet das coisas e ambiente inteligente, incluindo bibliotecas inteligentes, tecnologias e sensores para aplicação na IoT, a metodologia utilizada, os resultados e considerações finais.

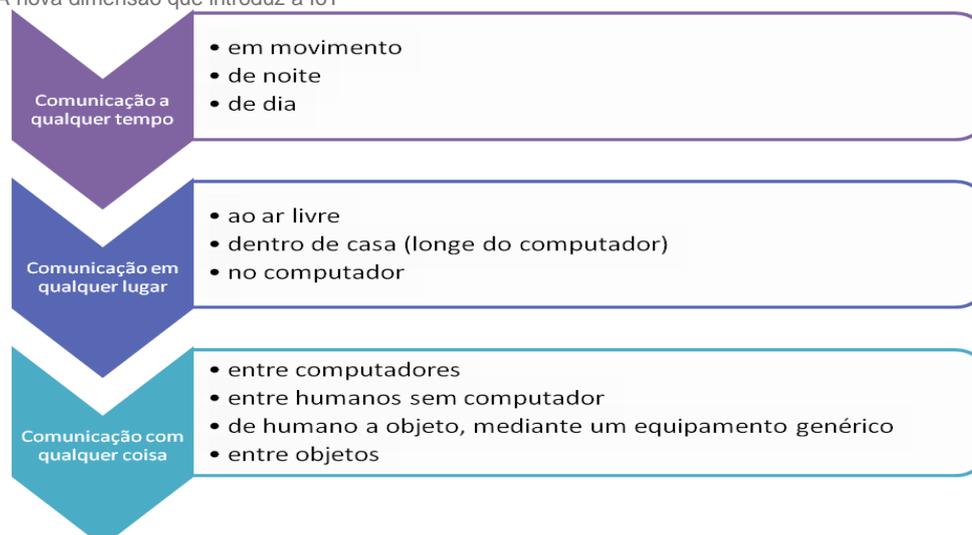
## 2 Internet das coisas e ambiente inteligente

Atzori, Iera e Morabito (2010) apontam que a ideia básica da IoT é a presença penetrante em torno de nós de uma variedade de coisas ou objetos - como RFID, *tags*, sensores, atuadores, telefones celulares, etc. por meio de esquemas de endereçamento únicos, que são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns. Para Union International de Telecomunicaciones (2014, p. 5, tradução nossa) a IoT é uma “infraestrutura mundial para a sociedade da informação que propicia a prestação de serviços avançados mediante a interconexão de objetos (físicos e virtuais) graças à interoperatividade de tecnologias da informação e da comunicação presentes e futuras.”. Pensando nisso, a *Internet*, que possibilitou a oportunidade de nos comunicarmos a qualquer tempo e em qualquer lugar, com o advento da IoT, temos a conveniência de nos comunicarmos também com qualquer coisa, como representado pela Figura 1.

A facilidade da comunicação com qualquer objeto, entre computadores, entre humanos e computadores, entre humanos e objetos mediante um equipamento genérico, e entre outros objetos, propiciam o advento dos ambientes inteligentes. Ambiente inteligente é definido por Cook e Das (2007, tradução nossa) como “[...] aquele que é capaz de adquirir e aplicar conhecimento sobre o meio ambiente e seus habitantes, a fim de melhorar sua experiência nesse meio ambiente.”.

Se digital era compreendido como o acesso a computadores e a implantação da Internet no espaço urbano, inteligente refere-se a processos informatizados sensíveis ao contexto, lidando com um gigantesco volume de dados (*Big Data*), redes em nuvens e comunicação autônoma entre diversos objetos (Internet das Coisas). (LEMOS, 2013, grifo nosso).

Figura 1 – A nova dimensão que introduz a IoT



Fonte: Adaptado de Union International de Telecomunicaciones (2014, p. 5)

Para Cury e Marques (2017) a palavra “inteligente” remete aos processos informatizados e ao grande número de dados utilizados e deve-se ter uma relação harmoniosa com o meio ambiente em benefício da população, prezando pelas particularidades de cada ecossistema. E, segundo Baryshev, Verkhovets e Babina (2018, p. 537, tradução nossa) “o termo inteligente significa flexível, adaptável, extensível, reconhecível e humano.”. Além das *smart cities*, grandes ambientes inteligentes, têm-se as *smart roads*, *smart lighting*, *smart parking*, *smart hospital*, *smart airport*, *intelligent shopping*, *smart house*, todos com articulações sustentáveis, com envolvimento humano e ambiente tecnologicamente programado, como são as bibliotecas inteligentes.

## 2.1 Bibliotecas inteligentes

As bibliotecas precisam melhorar continuamente adotando novas tecnologias e oferecendo novas possibilidades de entrega dos serviços. “Essas condições desafiadoras fazem de uma biblioteca inteligente uma parte inevitável de um moderno sistema de negócios de bibliotecas, que em si, é parte integrante dos processos de aprendizagem e da instituição de ensino” (SIMOVIĆ, 2017, p. 499, tradução nossa). Há uma variedade de termos indicando a biblioteca inteligente, conforme destacam Cao, Liang e Li (2018, p. 813, tradução nossa), com base no levantamento de definições que fizeram, mas, a maior parte considera como sendo “[...] um novo modelo de biblioteca cujo objetivo é fornecer aos usuários um melhor serviço.”.

Biblioteca inteligente é definida por Baryshev, Verkhovets e Babina (2018, p. 537, tradução nossa) como sendo “[...] uma biblioteca que fornece serviços que são interativos, inovadores, informativos, reais, mutáveis e internacionais”. Complementam ainda que os princípios de desenvolvimento “[...] incluem uma maior ênfase em modelos de serviços de biblioteca e informação, baseados no cliente e na Web, para funcionários da universidade, estudantes e pesquisadores”. Cao, Liang e Li (2018, p. 812, tradução nossa) sinalizam a biblioteca inteligente como uma biblioteca capaz de “[...] capturar automaticamente as necessidades dos usuários e fornecer os recursos e serviços para atender a essas necessidades”.

A Biblioteca da Universidade Técnica da Dinamarca (DTU) publicou em 2016 que estavam criando uma biblioteca inteligente. Eles entendem esta como sendo uma concentração de quatro elementos: melhor aprendizado individual para os alunos onde eles mesmos possam ajustar a iluminação e temperatura na sala; produção de dados que possam ser utilizados para pesquisa; espaço para inovação e ensino real dos professores e alunos; e, ser ecologicamente viável para que se economize energia e dinheiro (MONSTED, 2016).

Monsted (2016) observa também a utilização de sensores, nas bibliotecas inteligentes, que possibilitam a análise do comportamento dos usuários com soluções inteligentes que podem ser feitas sob medida para a necessidade dos usuários. Exemplifica com a possibilidade de saber onde se encontram em determinado momento ou os locais que mais percorrem, contabilizar quantos usuários participam de um evento, orientar, em forma de vídeo, sobre o uso da coleção ou um *tour* guiado. Os dados apontados são morosos ou difíceis de serem coletados de forma manual. A possibilidade, por exemplo, de realizar vídeos ou tutoriais em que o usuário possa acessar pelo seu smartphone e se autoguiar na biblioteca, facilita e proporciona independência, além disso, contabilizar de forma rápida e clara, agiliza a atuação dos colaboradores e favorece a gestão.

Yang *et al.* (2016) corroboram com as dificuldades enfrentadas pelas bibliotecas quando assinalam que o gerenciamento de grandes coleções físicas e localização de materiais específicos muitas vezes pode ser um trabalho tedioso, especialmente porque pode estar extraviado. Os autores apresentam um projeto para inventário nas bibliotecas inteligentes, propondo a redução significativa de trabalho humano na gestão de inventários, bem como o espaço para armazenagem dos dados do material.

Polycarpou, Samaras e Sahalos (2016) confiam no uso do RFID para gerenciamento do acervo, identificação de itens perdidos, localização de materiais nas prateleiras, ampliação das medidas de segurança e eliminação de processos demorados como a devolução, a fim de melhorar a produtividade e reduzir o custo em bibliotecas inteligentes. Apontam que o uso do código de barras tradicional consome tempo no processamento e circulação de cada material ocasionando atrasos e frustrações nas atividades diárias, além de ser inadequado para o inventário automatizado ou localização rápida de materiais perdidos nas estantes.

Tanuja *et al.* (2018) acrescentam a importância da autoaprendizagem e do autorrastreamento dos materiais para economizar tempo dos usuários na fila do balcão da biblioteca e a redução do trabalho dos colaboradores. Já Simović (2017) aborda a questão da integração, armazenamento, análise e visualização de grande quantidade de dados, de diferentes fontes de informação, a fim de melhor atender as necessidades dos usuários. Baryshev, Verkhovets e Babina (2018) ressaltam o aumento da eficiência, do fazer científico e da competitividade institucional da biblioteca inteligente ao integrar a informação online ao ambiente educacional institucional. Isso se daria por meio de uma conta pessoal individual (espaço virtual) que armazene as informações que o usuário deseje, sem necessitar de múltiplas autenticações, integrando os serviços de informação aos recursos da biblioteca.

Para Kulkarni e Dhanamjaya (2017) as bibliotecas inteligentes alavancam os benefícios da era digital - o qual revolucionou o acesso à informação e conhecimento -, para atender as habilidades e necessidades de informação do século vinte e um. Os autores apontam, para bibliotecas centrais e regionais, o *wifi* grátis, a rede local de *Internet, Online Public Access Catalog (OPAC), E-Books/Bancos de Dados, RFID*, serviços de informação e eventos regulares como padrões mínimos de serviços propostos para bibliotecas inteligentes de cidades inteligentes. Complementam ainda, como facilidades, manterem auditório, seção infantil, *makerspace, hub digital*, espaços de aprendizagem, espaços para reuniões e *gaming zone* (KULKARNI; DHANAMJAYA, 2017).

Varnum (2015) considera que muitos dos aspectos de automação da IoT serão relevantes para a operação das bibliotecas, tendo em vista que não são serviços convencionais, e o que atrai esse autor é a capacidade de obter dados ou análise desses sistemas automatizados, o que colabora para o planejamento da biblioteca. Além disso, que conectando os serviços da biblioteca aos sistemas da IoT, cria uma oportunidade de redefinir os serviços fora do prédio da biblioteca, em aulas no campus, por exemplo, ou onde quer que as pessoas precisem. Como resumo, são descritas as principais características dos trabalhos supracitados (Quadro 1):

Quadro 1 - Quadro conceitual das abordagens sobre biblioteca inteligente

Autor	Abordagens dos trabalhos
Baryshev, Verkhovets e Babina (2018)	Apresentam uma revisão sobre bibliotecas inteligentes, os serviços clássicos e os serviços focados nas necessidades educacionais e científicas aplicadas as bibliotecas da Universidade Federal da Sibéria
Cao, Liang e Li (2018)	Conceituam a ideia de biblioteca inteligente e propõem uma abordagem holística para construção de bibliotecas inteligentes
Kulkarni e Dhanamjaya, (2017)	Abordam sobre as bibliotecas inteligentes e cidades inteligentes como oportunidade de remodelagem da biblioteca pública da Índia
Monsted (2016)	Comenta como a Biblioteca da Universidade Técnica da Dinamarca se tornará uma biblioteca inteligente
Polycarpou, Samaras e Sahalos (2014)	Relatam sobre o projeto piloto de um sistema inteligente de gerenciamento de bibliotecas baseado na identificação por radiofrequência (RFID)
Simović (2018)	Apresenta a possibilidade de criar uma biblioteca inteligente de Big Data como parte integrante e aprimorada do sistema educacional para melhorar o atendimento ao usuário e a motivação no processo de aprendizado
Tanuja et al. (2018)	Apresentam o Projeto do Sistema Inteligente de Gerenciamento de Biblioteca baseado em RFID
Varnum (2015)	Post curto em que o autor comenta que poucas bibliotecas terão recursos para desenvolver a biblioteca inteligente, contudo muitos aspectos da automação dos IoT serão relevantes para as bibliotecas
Yang et al. (2016)	Investigam a viabilidade da utilização de Redes Neurais por Convolução e Redes Neurais Recorrentes para o gerenciamento de grandes quantidades de livros com a proposição de um sistema para a redução da quantidade de trabalho humano na gestão de inventário de livros e do espaço de armazenamento das informações dos livros

Fonte: Compilado pelo autor

Além disso, pode-se mencionar que as tecnologias promissoras para as bibliotecas inteligentes são usadas para o controle de estoque, acesso e autenticação de usuários, configuração climática do ambiente, acessibilidade e localização, tecnologia assistiva, disponibilidade de recursos para conteúdo e planta física (salas, equipamentos), livros inteligentes (recursos ativados/aprimorados por outros sistemas habilitados para IoT), jogos e realidade aumentada, aprendizagem baseada em objetos, emissão de bilhetes, pagamentos móveis e registro de eventos (ONLINE COMPUTER LIBRARY CENTER, 2015).

Para suprir as dificuldades do controle do acervo (inventário, localização de obra extraviada, identificação de localização do acervo na estante), facilitar o acesso e locomoção do usuário (identificação para entrada, empréstimo, devolução, pagamento de multa, utilização de serviços restritos, suporte a cegos e pessoas com dificuldade de locomoção), propiciar a economia de energia (controle de luminosidade, temperatura e umidade), promover o acesso ao material 24 horas por dia e sete dias da semana a qualquer usuário (tecnologia assistiva, e-books e bases de dados integradas), manter espaços para aprendizagem e colaboração (*makerspace*, jogos, eventos), as tecnologias e sensores disponibilizados pela IoT têm revolucionado o que conhecemos das bibliotecas tradicionais.

## 2.2 Tecnologias da IoT

As pessoas são beneficiadas diariamente com o uso das tecnologias em diferentes atividades. Moya Baquero (2016) apresenta as diferentes tecnologias para identificação automática (Auto-ID), as quais são apontadas a seguir com algumas possibilidades de utilização:

- a) código de barras (e *Quick Response Code* - QRcode): utilizado em mercados para identificar os produtos selecionados para compra, em lojas de cosméticos para direcionar consumidores a um tutorial de maquiagem, no Whatsapp Web para sincronizar o Whatsapp do celular ao computador, em vinhos e cervejas para consultar safra, harmonização, etc.;
- b) reconhecimento óptico de caracteres (*Optical Character Recognition* - OCR): utilizado em leitura de passaportes como medida de segurança, na identificação de veículos e contêineres portuários para fins de localização, e em consulta do status de mercadorias previamente inseridas em sistema;
- c) identificação por radiofrequência (RFID): rastreamento de ativos biológicos, cobrança de pedágio automática, uso em roupas de crianças para rastreá-las dentro de um parque;
- d) *SmartCards*: cartão bancário, cartões de transporte público, ticket alimentação/refeição, *SIMcard* das operadoras de telefonia móvel;
- e) biometria, o qual se divide em:
  - f) datiloscopia (impressão digital): utilizado para identificação em bancos e clínicas médicas, e para acesso de pessoas a locais com maior controle de circulação;
  - g) identificação por voz: utilizado por bancos, centrais de cartões de crédito e demais empresas que disponibilizam atendimentos à distância.

Outras tecnologias, baseadas em sensores são a *Near Field Communication* (NFC) que é praticamente uma subdivisão do RFID melhorando a transmissão ponto a ponto (campo de proximidade com raio de atuação de 0 a 20cm) permitindo troca de informações sem fio de forma segura entre equipamentos compatíveis (NFC-NFC ou NFC-RFID) (SILVA, 2013). Porém, também é possível realizar a comunicação por cartão SIM e o NFC a partir do *Single Wire Protocol* (SWP). Utiliza-se em bebidas que mostram receitas de coquetéis, pulseiras para pagamentos ou networking, smartphone para pagamento e para a maior parte das aplicações na casa inteligente (*smart home*) como acender a luz, ligar o ar-condicionado, abrir as janelas, ativar o *wi-fi* (SILVA, 2013).

O *Global Positioning System* (GPS), ao fornecer a localização atual do objeto, também desempenha um papel fundamental para prover a IoT. O uso é aplicado em carro autônomo, smartphone ou mesmo integrado à tecnologia NFC como no caso do relógio infantil que funciona também como um celular e possui localizador via GPS para assegurar aos pais que a criança não se deslocará além dos limites previamente estabelecidos. Para completar, existem os microcomputadores com controladores Raspberry Pi, Orange Pi, Odroid XU4, pcDuino 4 Set to Box, Radxa Rock2 Square, Cubieboard4, MinnowBoard Max, Rock 64, Hikey 960, SharksCove, Tinker Borard e os microcontroladores Arduino, ESP8266, BeagleBoard os quais são ferramentas/plataformas de desenvolvimento de sistemas usadas para controle de objetos interativos. O Arduino, um dos mais conhecidos,

normalmente é utilizado em conjunto com *Shields* (placas de hardware) e bibliotecas de softwares a fim de atender as funcionalidades necessárias (ARDUÍNO E CIA, 2018).

### 2.3 Sensores para aplicação na IoT

Santos *et al.* (2017) relatam que tem aumentado nos últimos anos a proliferação de objetos inteligentes, que são os objetos conectados à *Internet* em um cenário da IoT, promovendo a comunicação entre o usuário e o dispositivo. Esses objetos “[...] possuem capacidade de comunicação e processamento aliados a sensores, os quais transformam a utilidade destes objetos.” E, os sensores “[...] realizam o monitoramento do ambiente [...]” e “[...] coletam informações sobre o contexto onde os objetos se encontram e, em seguida, armazenam/encaminham esses dados para *data warehouse*, *clouds* ou centros de armazenamento.”. (SANTOS *et al.*, 2017, p. 5, 7).

Os sensores capturam, por exemplo, “[...] valores de grandezas físicas como temperatura, umidade, pressão e presença.” por meio dos atuadores que são “[...] dispositivos que produzem alguma ação, atendendo a comandos que podem ser manuais, elétricos ou mecânicos” (SANTOS *et al.*, 2017, p. 7). De uma forma mais detalhada, Cook e Das (2007) exemplificam que os sensores monitoram o ambiente usando componentes físicos e disponibilizam informações através da camada de comunicação. O banco de dados armazena essas informações enquanto outros componentes de informações processam a informação para um conhecimento útil, como modelos/padrões.

Essa nova informação é apresentada aos algoritmos de tomada de decisão (camada superior) a pedido ou por arranjo, sendo que a execução da ação flui de cima para baixo. A ação de decisão é comunicada às camadas de serviços (informação e comunicação) que registram a ação e comunicam aos componentes físicos. A camada física executa a ação com a ajuda de atuadores ou controladores de dispositivo, mudando assim o estado do mundo e provocando uma nova percepção (COOK; DAS, 2007). A grande variedade de sensores pode dificultar a descoberta e seleção do tipo de sensor mais apropriado para cada domínio de aplicação, para isso Rozsa *et al.* (2016) propuseram uma taxonomia para categorizar os tipos de sensores utilizados em diferentes domínios de aplicação na IoT dividindo-os em classes (Quadro 2).

Quadro 2 – Tipos e subtipos de sensores da IoT

	<b>Movimento:</b> agrupa as medidas relacionadas ao movimento de um corpo	<b>Posição:</b> agrupa as medidas relacionadas ao posicionamento de um corpo	<b>Meio ambiente:</b> agrupa as medidas obtidas de um ambiente	<b>Medição de Massa:</b> agrupa as medições obtidas a partir da medição um corpo ou uma força de interação física com um corpo	<b>Biossensor:</b> agrupa os sensores usados para obter medidas de organismos
	Movimento Velocidade Inércia Vibração Aceleração Rotação	Orientação Inclinação Proximidade Presença Localização	Temperatura Umidade do ar Luminosidade Acústico Radiação Gás	Volume Pressão Densidade Deformação Viscosidade Fluxo	Sangue Órgão Mental Tecido
<b>Subtipo</b>			Campo magnético Tempo Químico Elétrica Cor Campo eletromagnético (EMF)	Carga Umidade Choque Contato Tensão Corrosão Condução Elétrica Oxigênio	

Fonte: Adaptado de Rozsa *et al.* (2016, p. 253)

Posteriormente os autores agruparam os sensores por um relacionamento genérico-específico, divididos em oito áreas: agricultura, logística, fábrica relacionadas à indústria; transporte, edifícios e meio ambiente relacionados às cidades inteligentes; e, monitoramento e gestão relacionados ao domínio da saúde (ROZSA *et al.*, 2016), especificando bem mais a categorização realizada pela Libelium (2012), a qual apresenta 50 aplicações de sensores para um mundo mais inteligente. No Quadro 3 foram elencadas algumas dessas aplicações.

Quadro 3 – Algumas aplicações de sensores para um mundo mais inteligente

Mercados	Aplicações de sensores
<b>Cidades inteligentes</b>	estacionamentos, tráfego, iluminação
<b>Ambientes inteligentes</b>	poluição do ar, nível de neve, detecção precoce de terremotos
<b>Água inteligente</b>	vazamento de água, inundações fluviais, detecção de vazamentos de produtos químicos em rios
<b>Medição inteligente</b>	estoques de silos, níveis de tanques, instalações fotovoltaicas
<b>Segurança e emergência</b>	níveis de radiação, gases explosivos e perigosos, controle de acesso de perímetro
<b>Varejo</b>	pagamento NFC, gerenciamento inteligente de produtos, controle da cadeia de suprimentos
<b>Logística</b>	localização de item, controle de frota, aviso de incompatibilidade de armazenamento
<b>Controle industrial</b>	temperatura, qualidade do ar, autodiagnóstico de veículos
<b>Agricultura inteligente</b>	melhoria da qualidade do vinho, casas verdes, redes de estações meteorológicas
<b>Agronomia inteligente</b>	hidroponia, rastreamento de animais, níveis de gás tóxico
<b>Automação residencial</b>	uso da energia, detecção de intrusos, dispositivos de controle remoto
<b>Informações de saúde</b>	geladeiras médicas, vigilância de paciente, assistência para detecção de quedas.

Fonte: Libelium (2012)

Um dos aspectos importantes na escolha dos sensores é o tipo de fenômeno que pode medir, como apresentado no Quadro 1 (movimento, posição, meio ambiente, medição de massa e biossensor), os quais podem ter diversas aplicações, como exemplificado no Quadro 2.

## 2.4 Aplicações em bibliotecas inteligentes

Embora a maior parte das bibliotecas, especialmente brasileiras, ainda não se denomine bibliotecas inteligentes, pode-se observar o uso de algumas tecnologias e sensores. Contudo, ainda muito voltado para o Código de Barras (ou QRCode), OCR e RFID. Na Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (BU/UFSC) uma plotagem foi feita na parede de vidro da entrada principal da biblioteca Central com QRcode para acessar o livro “Entre estantes e entre tantos: histórias inusitadas na biblioteca” (GRANTS; MARKENDORF; BEM, 2017). Realizando uma pesquisa no sistema Pergamum da Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2018), pode-se observar a presença do QRCode na aba de localização da obra para direcionar o usuário às estantes com os dados em mãos, por meio de smartphone, evitando assim anotações.

Por sua vez, o OCR é usado em bibliotecas para converter as imagens digitalizadas de materiais bibliográficos em um arquivo de texto editável. Já a etiqueta RFID é colada nos livros para realização de empréstimo, devolução, controle de entrada e saída, etc. Porém, ainda existem outras possibilidades de implementação da IoT. Com base no agrupamento genérico-específico realizado por Rozsa *et al.* (2016), acredita-se que as possíveis áreas de aplicação IoT em biblioteca seriam logísticas, edifício e meio ambiente, os quais são apresentados com os tipos de sensores usuais:

- a) logística (relacionada ao domínio chão de fábrica): gás, umidade do ar, inclinação, localização, luminosidade, pressão, choque, temperatura e vibração;
- b) edifício (relacionado ao domínio cidades inteligentes): aceleração, acústica, cor, deformação, fluxo, gás, umidade do ar, inclinação, luminosidade, campo magnético, movimento, orientação, presença, pressão, proximidade, temperatura e vibração;
- c) meio ambiente (relacionado ao domínio cidades inteligentes): acústica, química, condutividade, corrosão, densidade, campo eletromagnético, fluxo, gás, umidade do ar, carga, localização, luminosidade, umidade, movimento, pressão, proximidade, tensão, temperatura, volume e clima.

Considerando que o objetivo deste trabalho é identificar os sensores e produtos, em uma configuração da IoT que podem ser utilizados em BUs para o aprimoramento dos serviços e adequações dos ambientes das bibliotecas, não se propõe discutir aprofundadamente sobre sensores e tecnologias da IoT, apenas apresentou-se algumas possibilidades para aplicação dos mesmos.

### 3 Metodologia

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica com recuperação de 17 documentos, sendo que as buscas foram realizadas: na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no Portal de Periódicos da Capes e na Base de dados de Periódicos em Ciência da Informação (BRAPCI), no dia 06 de junho de 2018, filtrando pelo período de 2013 a 2018, utilizando-se dos termos, tanto no singular como no plural: (*Internet of Things* OR IoT OR Internet das Coisas OR *smart environments* OR ambientes inteligentes) AND (*smart libraries* OR bibliotecas inteligentes). Na BDTD a pesquisa foi executada selecionando a opção “Assunto”, resgatando três dissertações. No Portal de Periódicos da Capes foi realizada a pesquisa em “Busca por Assunto”, sem especificar a base de dados, selecionando os artigos por resumo que contivesse a palavra “Library” ou “Biblioteca”, foram angariados dois artigos. Na Brapci foi realizada a busca filtrando por “Resumo”, obteve-se 12 artigos.

Observou-se que a recuperação das buscas em bases de dados com os termos biblioteca inteligente e *smart library* tratavam, em sua maior parte, de textos sobre ambientes ou cidades inteligentes que mencionavam a biblioteca na revisão bibliográfica. Na área de química também mencionam o termo *smart library* para mistura de conjuntos de compostos análogos ocorridas ao mesmo tempo. O trabalho de Rozsa *et al.* (2016), no qual realizaram a identificação e categorização dos principais sensores utilizados na construção de aplicativos na IoT, organizados em uma taxonomia, já era de conhecimento dos autores. Além deste, Moya Baquero (2016) e Silva (2013) auxiliaram na identificação dos tipos de sensores existentes.

Com relação às aplicações baseadas em sensores que poderiam ser aplicadas em bibliotecas, identificados na literatura, foram sumariamente sobre o uso da etiqueta RFID (como em SARANYA; VENKATESH, 2014; TANUJA; TANUSHREE; VIJAY KRISHNA; VINDHYA; GOPINATH, 2018). Além destes, foram identificadas também temas com aplicações de sensores geoespaciais, para suporte ao inventário, tecnologia para unificação de bases de dados (AGUILAR-MORENO; MONTOLIU-COLÁS; TORRES-SOSPEDRA, 2016; YANG; HE; ZHOU; ORORBIA; KIFER; GILES, 2016). Uma busca nos sites de tecnologias disponíveis para comercialização e passíveis de utilização em bibliotecas (BIBLIOTHECA, 2018; METALPOX, 2018; NETSCAN DIGITAL, 2018; SCANSYSTEM, 2018) foi feita para conhecer o que estava sendo ofertado. Apesar disso, verificou-se que a maior parte dos sensores ainda não possui grande comercialização, mas encontram-se menções de confecção no site Arduino e Cia (2018) que colaborou para identificação do tipo específico de sensor para cada utilização.

### 4 Aprimoramento de serviços e adequações de ambiente das bibliotecas por meio de aplicações baseadas em sensores da IoT

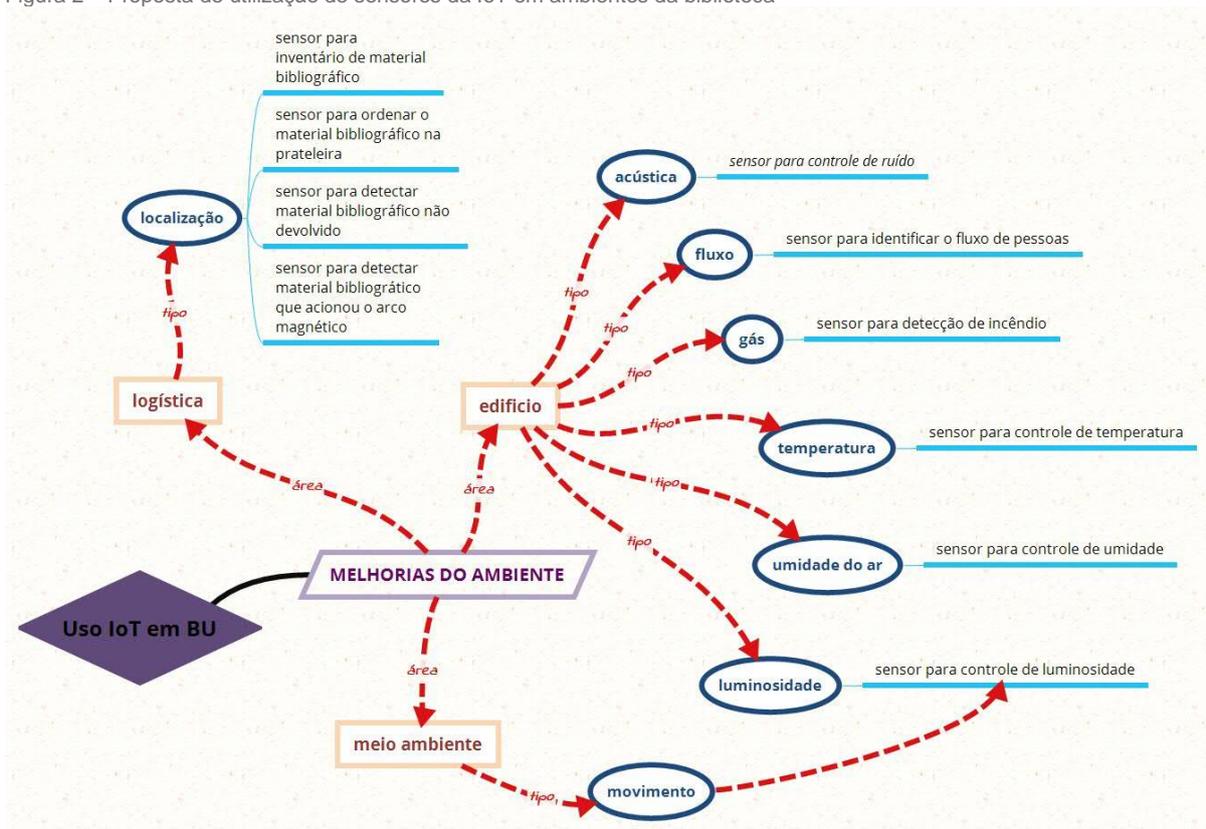
Com base nas tecnologias e sensores mencionados na literatura por Rozsa *et al.* (2016), Moya Baquero (2016) e Silva (2013) são apresentadas possíveis adequações do ambiente das bibliotecas e aprimoramento dos serviços prestados por meio de aplicações baseadas em sensores da IoT<sup>1</sup>.

#### 4.1 Adequações de ambientes das bibliotecas

As áreas de aplicação (logística, edifício e meio ambiente) e os tipos de sensores (localização, acústica, fluxo, gás, temperatura, umidade do ar, luminosidade, movimento, orientação, proximidade e visual) relacionados aos domínios de chão de fábrica e às cidades inteligentes trazidos por Rozsa *et al.* (2016), são apresentados por meio de mapa mental. Na Figura 2 consta o uso de aplicações baseadas em sensores na IoT para melhoria do ambiente de biblioteca e na Figura 3 para os serviços, com detalhamento nos próximos parágrafos.

<sup>1</sup> O conjunto de figuras elaboradas para o presente artigo estão disponíveis para consulta (ROSSI *et al.*, 2022): <https://doi.org/10.5281/zenodo.7909645>

Figura 2 – Proposta de utilização de sensores da IoT em ambientes da biblioteca



Fonte: Desenvolvido pela autora no software XMind

Na área de Logística o tipo de sensor utilizado seria para Localização na execução do inventário de material bibliográfico com a finalidade de contabilizar o acervo e realizar a conferência dele. Tradicionalmente a coleta é feita item a item por meio da leitura do código de barras, com um leitor óptico, e os dados são descarregados em bloco de notas. O RFID permite realizar a coleta de maneira rápida, pois não é necessário realizar o deslocamento do item para leitura individual, além disso, o sensor auxilia na correta ordenação dos materiais na estante e detecção de material bibliográfico não devolvido ou que acionou o arco magnético por algum motivo.

Na área de Edifício, tipo de sensor Acústica seria usado para o controle de ruído na biblioteca. Tradicionalmente utilizam-se identificações por meio de cartazes ou a comunicação oral por parte dos servidores da biblioteca. Esse sensor seria configurado para os diferentes níveis permitidos nos espaços internos e, ao identificar ruídos, acenderia luzes vermelha, amarela e verde, identificando respectivamente alto, médio e baixo volume de som. O tipo de sensor Fluxo seria utilizado para identificar o fluxo das pessoas que circulam pelos espaços da biblioteca, a fim de melhorar a gestão de espaço e atendimento, o que tradicionalmente é feito apenas pela observação e percepção dos servidores. O sensor tipo Gás poderia ser utilizado para detecção de incêndio de qualquer tipo: papel, madeira ou equipamentos energizados no interior da biblioteca. Esse tipo de sensor pode ser configurado para disparar um aviso por meio do smartphone. Tradicionalmente as bibliotecas brasileiras não possuem nem mesmo os sensores de fumaça.

Já o sensor tipo Temperatura, na área de Edifício, seria eficaz utilizando-se para controle de temperatura para a conservação e preservação do acervo bibliográfico que é indicado a uma temperatura média de 22°C. Tradicionalmente utiliza-se ar-condicionado programado para essa temperatura. O sensor de temperatura tem a capacidade de aprender a manter a temperatura regular de 22°C durante as 24 horas por dia, considerando o calor emitido pelas pessoas presentes no ambiente e as oscilações externas (dia/noite, quente/frio, ensolarado/nublado). Além disso, os sensores podem se conectar uns aos outros dentro do ambiente criando uma programação conjunta e/ou encaminhando alerta via smartphone no caso de haver algum problema.

No caso do sensor Umidade do ar, também para a área Edifício, poderia ser usado o sensor para controle de umidade do ar visando à conservação e preservação do acervo que recomenda uma umidade relativa entre 30% a 50%. Ao invés do tradicional desumidificador de ar, por vezes apenas presente em parte do acervo da

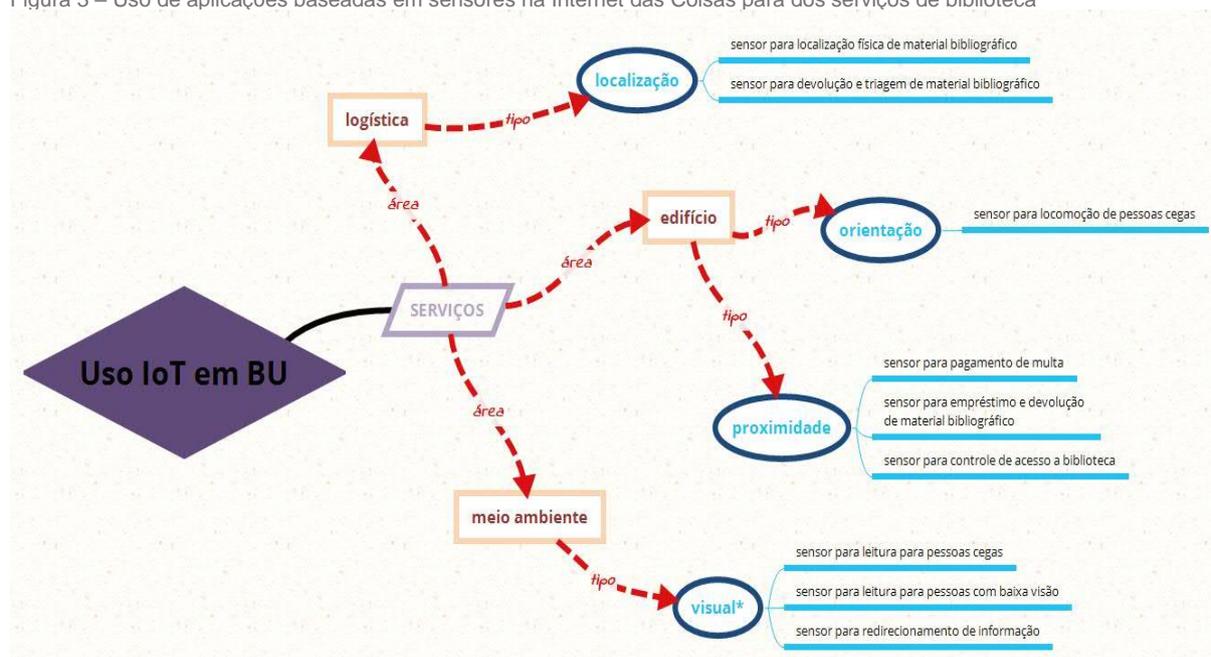
biblioteca, poderia ser utilizado um equipamento para aprender a manter a umidade do ar entre 50 a 60% regulando-a, tendo em vista as oscilações internas (circulação de pessoas) e externas (tempo chuvoso/seco). Além disso, esse mesmo equipamento poderia proceder ao desligamento da água no caso de vazamento ao mesmo tempo em que sinaliza o ocorrido por e-mail ou smartphone. Por fim, na área Edifício, sensor tipo Luminosidade auxiliaria no controle de luminosidade aprendendo a intensificar a luminosidade conforme oscilações externas (dia/noite, ensolarado/nublado). Tradicionalmente, não se tem esse controle nas bibliotecas.

Na área de Meio Ambiente, o tipo de sensor Movimento seria utilizado para controle de luminosidade do ambiente acendendo e apagando conforme a presença de pessoas, economizando energia elétrica, especialmente nos ambientes com pouca circulação ou desabitados. Tradicionalmente, embora não sejam costumeiramente empregados em bibliotecas, poderiam ser utilizados sensores de presença que operam por meio de raios de luz infravermelhos.

## 4.2 Aprimoramentos de serviços das bibliotecas

O uso de IoT em biblioteca para aprimoramento dos serviços prestados por meio de aplicações baseadas em sensores da IoT também se subdividiram em três áreas das oito originalmente apontadas por Rozsa *et al.* (2016): logística, edifício e meio ambiente (Figura 3).

Figura 3 – Uso de aplicações baseadas em sensores na Internet das Coisas para dos serviços de biblioteca



Fonte: Desenvolvido pela autora no software XMind  
Nota\*: Tipo de sensor não previsto em Rozsa *et al.* (2016)

Na área de Logística, do tipo de sensor Localização seria utilizado para localização física de material bibliográfico. Por exemplo, para localizar um livro na estante - local em que deveria estar - ou procurá-lo em outros espaços da biblioteca. Tradicionalmente essa busca é feita *in loco* por um servidor. Porém, com o uso do RFID, o equipamento sendo apontado para as estantes, emite sinal sonoro ao localizar o item. O sensor Localização também poderia ser utilizado para devolução de material bibliográfico, ou seja, utilizando-se de equipamento para identificar a classificação do material bibliográfico e realizar a triagem, dispondo-os em cestos previamente categorizados e/ou carrinhos utilizando-se da tecnologia de código de barras ou RFID. Tradicionalmente a devolução é realizada no balcão de atendimento ou por meio de equipamentos de autoempréstimo, posteriormente o material é acomodado em carrinhos de livros e rearranjado para ordenação de classificação.

Na área Edifício, há o sensor do tipo Orientação, com a finalidade de auxiliar a locomoção de pessoas cegas, embora tradicionalmente se utilize de pisos táteis, poderia ser disponibilizada bengala com sensores como GPS.

Nessa bengala poderiam ser acoplados: microfone para identificação de voz, *headset* para interação com o usuário e meio de comunicação para ligações telefônicas, ultrassônicos para detecção de obstáculos e objetos próximos, motor *vibracall* para avisar sobre a proximidade de obstáculos, um motor na empunhadura para indicar ao cego a direção a seguir, armazenamento de dados e carregador magnético. Todos esses requisitos juntos para a bengala ainda estão em fase de um protótipo idealizado para o concurso inventando o futuro com DragonBoard 410c (AZEVEDO; MACEDO; ANJOS, 2017).

Também na área Edifício, mas com o tipo de sensor Proximidade, poderia se usar a tecnologia NFC para o pagamento de multa, ao invés do tradicional depósito/transferência bancária. Outra possibilidade seria o sensor para empréstimo e devolução de até 10 materiais bibliográficos por vez, tanto no balcão de atendimento por meio do RFID. Além disso, poderia utilizar o RFID ou NFC em equipamento com o número da matrícula e senha do usuário agilizando o processo de empréstimo dos materiais e podendo ser também utilizada como sensor para identificação e controle de acesso à biblioteca. Acrescenta-se a isso a biometria, uma tecnologia um pouco mais antiga que poderia liberar o acesso ou empréstimo por meio da identificação por voz ou da impressão digital do usuário. Tradicionalmente o empréstimo e devolução são feitos por autoempréstimos ou em balcões de atendimento, item a item; carteirinhas com tarja magnética ou chip são utilizadas apenas para liberação de catracas para acesso ao interior das bibliotecas e não é prática comum o uso da biometria em bibliotecas.

Outro sensor, embora não previsto por Rozsa *et al.* (2016), seria o Visual, que se caracterizaria na área Meio Ambiente e poderia ser aplicado como sensor para a leitura de documentos para as pessoas cegas ou por pessoas com baixa visão. Essa atividade é tradicionalmente realizada pelo computador, desde que o documento esteja previamente baixado no sistema. No caso dos equipamentos elaborados com sensores OCR, detector de movimento e *softwares* integrados, o material é fotografado e começa a lê-lo em voz alta instantaneamente, reiniciando a leitura sempre que a página é virada. Ou mesmo com transmissores de informações pela fala.

Por fim, o sensor para redirecionamento de informação, como um tipo de sensor Visual, poderia ser utilizado para direcionamento aos sites dos programas de capacitação, eventos e projetos da biblioteca, promoção de serviços, entre outras divulgações por meio da tecnologia QRCode, por exemplo, ao invés do enorme e tradicional *hiperlink*. Contemplando os sensores/tecnologias e dispositivos/equipamentos a serem utilizados em cada aplicação mencionada nas áreas e tipos de sensores, preparou-se o Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 – Aplicações e exemplos de sensores/equipamentos a serem utilizados

Aplicação	Sensor/Tecnologia	Dispositivo/Equipamento
Inventário	RFID	Mobile Intentory
Inventário e ordenação dos materiais	RFID	Mobile DLA ou Smartstock™ 200
Controle de ruído	KY-038	Microcontrolador Arduino
Fluxo das pessoas	Fototransistor, RFID ou NFC	Microcontrolador Arduino ou microcomputador Raspeberry Pi
Detecção de incêndio	MQ-2	Microcontrolador Arduino
Controle da temperatura	Wi-fi* DHT11 ou DTH22	Nest* Microcontrolador Arduino
Controle de umidade	Wi-fi* DHT11 ou DTH22	Wally* Microcontrolador Arduino
Controle de luminosidade	XBee ou BH1750 ou TSL2561 ou PIR	Microcontrolador Arduino
Localização de material na estante	RFID	Mobile DLA ou Mobile Intentory ou Smartstock™ 200
Triagem de material devolvido	RFID	Flex AMH™
Locomoção para cegos	GPS e ultrassônico	Bengala IoT
Pagamento de débitos	NFC	Pulseira ou smartphone
Agilidade no empréstimo/devolução	RFID	RFID Workstation shielded ou Autoatendimento
Controle de acesso e identificação	RFID ou NFC ou identificação por voz ou impressão digital	Carteirinha ou pulseira
Leitor de documentos para cegos	OCR e detector de movimento*	Pearl Portable Reading Camera* ou ORCAM*
Redirecionamento de informação	QRCode	Smartphone

Fonte: Arduino e Cia (2018), Azevedo, Macedo e Anjos, 2017, Bibliotheca (2018), Freedom Scientific (2018), Nest (2018), Orcam (2017), Sônego (2017), Wally (2018).

Nota\*: A empresa não fornece o(s) tipo(s) de sensor(es)/tecnologia(s) que utiliza

Como pode ser observado, são vários tipos de sensores que poderiam colaborar na agilidade e desburocratização da prestação de serviço e melhoria da execução das tarefas e do ambiente. Com a constante atualização das tecnologias, muitas possibilidades são disponibilizadas para uma entrega de serviço mais atrativo e eficiente.

Iniciando com alguns sensores/tecnologias possibilitaria, em um futuro mais próximo, manter a biblioteca atualizada e, quem sabe, totalmente inteligente. Isso propiciaria uma maior conexão com as pessoas/coisas e lugares, além de renovar e aprimorar os serviços.

### 4.3 Contribuições para as bibliotecas

A *Internet* começou a ser utilizada no final do século passado e, com isso, foi possível aumentar a disseminação das informações e mudar o paradigma da biblioteca como um acervo impresso. Algumas implantações foram feitas nas bibliotecas como o uso de bases de dados online, acesso ao acervo online, disponibilização de tutorias e programas de capacitação no site ou blog, chat online para dúvidas, videoconferências para treinamentos e capacitações, *softwares* para confecção de referências e citações, solicitação de aquisição de material bibliográfico, emissão de fichas de identificação da obra, certidão negativa de débito e algumas poucas outras ações.

Porém, há que se levar em consideração que as bibliotecas são vistas como centros de custo da instituição e não provedoras de orçamento ou objetos de concorrência no mercado. Dessa maneira, habitualmente poucos investimentos são ofertados e a aplicação de tecnologia acaba ficando em segundo plano. E, apesar de haver um grande movimento para o uso de tecnologia, ainda se depara com serviços tradicionais e estáticos nas bibliotecas, os quais, especialmente nesse “mundo tecnológico”, se tornam pouco atrativos e por vezes não atendem em sua completude as necessidades dos usuários. Por isso a apresentação de algumas possibilidades de aprimoramento dos serviços prestados tradicionalmente para que sejam prestados por meio de aplicações baseadas em sensores na IoT, bem como outras adequações do ambiente para melhoria da prestação desses serviços, seja salutar.

Algumas das aplicações apresentadas anteriormente têm custos baixos, o Arduino e Cia (2018) demonstram o passo a passo da execução, e os valores apresentados são inferiores a projetos prontos vendidos comercialmente, o que contribuiria para a aplicação em bibliotecas particulares e comunitárias, uma vez que na iniciativa pública há maior dificuldade para aquisição de grande variedade das peças necessárias para execução. Aplicações para minimizar o custo com energia e promoção ao meio ambiente compensarão os investimentos dedicados a essas tecnologias. Propiciar agilidade no atendimento ou em atividades executadas diariamente como a celeridade na devolução ou mesmo na localização de material extraviado amplia a qualidade do atendimento e minimiza o trabalho dos colaboradores revertendo em redução de custos para a instituição.

## 5 Considerações finais

Acredita-se, com base nos resultados da pesquisa realizada e sugestões apontadas neste artigo, que muitos ambiente e serviços de bibliotecas poderão ser adequados com a IoT, a fim de atrair os usuários que são cada vez mais tecnológicos.

As tendências da IoT são promissoras e, como apontado no início desse artigo, muito ainda se prevê desenvolver. Não se pode ignorar a tecnologia, ela está praticamente em toda parte e, usá-la de forma a contribuir no processo de ensino aprendizagem ou acoplá-la aos serviços prestados, a fim de melhorá-los, tende a ser benéfico para todas as pessoas envolvidas. A construção das aplicações em IoT é uma excelente oportunidade para trazer os usuários para dentro da biblioteca, ofertando o espaço de criação e aprendizagem, serviço de Biblioteca das Coisas, no qual serão desenvolvidos os projetos que auxiliarão na melhoria serviços, e no incremento do conhecimento e prática para a construção dos sensores.

Para Cook e Das (2007) não é apenas a habilidade de ajustar um ambiente para atender às preferências de um indivíduo, mas usar o ambiente como um mecanismo para influenciar a mudança no indivíduo. As bibliotecas, como geradoras do conhecimento e apoiadoras do processo de ensino e aprendizagem, estão envolvidas com

centenas de usuários diariamente e podem auxiliar nesse processo, já que o processo de aprendizagem, seja por conteúdo ou pela troca de informações, é transformacional.

Steve Jobs já falava “Você pode inovar qualquer coisa” e para inovar não precisa de grandes mudanças ou produção de coisas novas, pode ser a melhoria ou implementação de uma tecnologia em um produto ou serviço (JACOBS, 2015). A IoT é uma possibilidade real de inovação nas bibliotecas. Não é salutar a espera de demandas para se promover mudanças na biblioteca, pelo contrário, o ideal é continuamente perceber novas necessidades, estar atento às tendências e discussões, e ser pró-ativo para executar as transformações necessárias propiciando a inovação contínua dos serviços ofertados.

Por fim, pensando nas tendências em IoT que, de modo geral envolveram o ambiente das coisas e, consequentemente, as bibliotecas, a Unfob Labs (2017) prevê para 2030 um investimento de 10 a 15 trilhões do PIB mundial. A Unfob Labs (2017) acredita em: aumento dos dispositivos conectados à rede, além dos smartphone o crescimento do uso de outros dispositivos; conectividade pelo dispositivo móvel para IoT, como as aplicações de sensores apresentadas nesse artigo; desafio da segurança das informações trocadas entre os dispositivos; aumento dos fabricantes de softwares e protocolos, o que acarretará na diminuição do custo; crescimento dos investimentos em IoT, como por exemplo, as compras de IoT pelo consumidor - em 2017 ficaram em quarto lugar e acredita-se que chegue a terceiro; desenvolvimento de padrões e diretrizes de interoperabilidade da IoT e programas de certificação para dispositivos; e, crescimento da importância da Inteligência Artificial, Big Data e Análise Preditiva devido às toneladas de dados compartilhados.

As bibliotecas já podem começar a prever essas tendências, por meio da utilização de dispositivos, do cuidado com a segurança das informações registradas em suas bases, da capacitação de seus usuários para estes novos serviços, e dos investimentos em aplicações baseadas em uma configuração da IoT. Que estejam sempre atentas!

## Referências

AGUILAR-MORENO, Estefanía et al. Tecnologías de posicionamento em interiores al servicio de una biblioteca universitaria: hacia la smart library. **El Profesional de la Información**, Granada, v. 25, n. 2, mar./abr. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3145/epi.2016.mar.17>. Acesso em: 10 maio 2018.

ARDUINO E CIA. Disponível em: <https://www.arduinoocia.com.br/>. Acesso em: 16 maio 2018.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: a survey. **Computer Networks**, Amsterdam, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, Oct. 2010. Disponível em: [https://ac.els-cdn.com/S1389128610001568/1-s2.0-S1389128610001568-main.pdf?\\_tid=f9216b73-df5e-4f5f-aff5-d63d2de3ea08&acdnat=1526829338\\_426f01281292d7a65cb03d77b9ce882c](https://ac.els-cdn.com/S1389128610001568/1-s2.0-S1389128610001568-main.pdf?_tid=f9216b73-df5e-4f5f-aff5-d63d2de3ea08&acdnat=1526829338_426f01281292d7a65cb03d77b9ce882c). Acesso em: 05 abr. 2018.

AZEVEDO, Rodrigo Ferraz; MACEDO, José; ANJOS, Alexandre Fernandes dos. **Bengala IoT**. 2017. Disponível em: <https://contest.embarcados.com.br/projetos/bengala-iot/>. Acesso em: 10 maio 2018.

BARYSHEV, Ruslan Aleksandrovich; VERKHOVETS, Sergey Vladimirovich; BABINA, Olga Ivanovna. The smart library Project: development of information and library services for educational and scientific activity. **The Electronic Library**, United Kingdom, v. 36, n. 3, p. 535-549, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EL-01-2017-0017>. Acesso em: 07 jan. 2019.

BIBLIOTHECA. Disponível em: <http://www.bibliotheca.com/3/index.php/pt-br/>. Acesso em: 10 maio 2018.

CAO, Gaohui; LIANG, Mengli; LI, Xuguang. How to make the library smart? The conceptualization of the smart library. **The Electronic Library**, United Kingdom, v. 36, n. 5, p. 811-825, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/EL-11-2017-0248>. Acesso em: 07 jan. 2019.

COOK, Diane J.; DAS, Sajal K. How smart are our environments? An updated look at the state of the art. **Pervasive and Mobile Computing**, Amsterdam, v. 3, n. 2, p. 53-73, Mar. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2006.12.001>. Acesso em: 10 maio 2018.

CURY, Mauro José Ferreira; MARQUES, Josiel Alan Liette Fernandes. A cidade inteligente: uma reterritorialização. **Redes: Revista do Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, jan./abr. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v22i1.8476>. Acesso em: 18 dez. 2018.

FREEDOM SCIENTIFIC. **Pearl Portable Reading Camera**. Disponível em: <https://store.freedomscientific.com/products/pearl-portable-reading-camera>. Acesso em: 10 maio 2018.

GRANTS, Andréa Figueiredo Leão; MARKENDORF, Marcio; BEM, Roberta Moraes de (Org.). **Entre estantes e entre tantos: histórias inusitadas na biblioteca**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2017. (Série Memórias Contadas, v. 1). Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/174204/Entre+estantes+e+entre+tantos.pdf;jsessionid=DDCD33E4D67D094A70881CA002CEAD66?sequence=1>. Acesso em: 05 abr. 2018.

JOBS, Jeff. Innovate anything. **NextSpace**: the OCLC newsletter, Ohio, n. 24, p. 10-11, Jan. 2015. Disponível em: [https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace\\_024.pdf](https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace_024.pdf). Acesso em: 10 maio 2018.

KUBO. The research of IoT based on RFID technology. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTATION TECHNOLOGY AND AUTOMATION (ICICTA), 7., 25-26 Oct. 2014, Changsha, China. **Proceedings** [...]. [S. l.]: IEEE Xplore Digital Library, 2015. p. 832-835. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7003662/>. Acesso em: 05 abr. 2018.

KULKARNI, Sheshagiri; DHANAMJAYA, M. Smart libraries for smart cities: a historic opportunity for quality public libraries in India. **Library Hi Tech**, United Kingdom, v. 34, n. 8, p. 26-30, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/LHTN-08-2017-0061>. Acesso em: 07 jan. 2019.

LEMOS, André. Cidades inteligentes: de que forma as novas tecnologias - como a computação em nuvem, o big data e a internet das coisas - podem melhorar a condição de vida nos espaços urbanos? **GVExecutivo**, São Paulo, v. 12, n. 2, jul./dez. 2013. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/20720/19454>. Acesso em: 18 dez. 2018.

LIBELIUM. **50 sensor applications for a Smarter World**. 2012. Disponível em: [http://www.libelium.com/resources/top\\_50\\_iot\\_sensor\\_applications\\_ranking/?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=may](http://www.libelium.com/resources/top_50_iot_sensor_applications_ranking/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=may). Acesso em: 05 abr. 2018.

METALPOX. Disponível em: <https://metalpox.com.br/>. Acesso em: 18 dez. 2018.

MONSTED, Sabine. Smart library: the library as a living laboratory. **Scandinavian Library Quarterly**, Sweden, v. 49, n. 4, p. 18-19, 2016. Disponível em: <http://slq.nu/?article=volume-49-no-4-2016-18>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MOYA BAQUERO, Juan Sebastián. **Etiqueta RFID miniaturizada de baixa potência para identificação de objetos**. 2016. 144 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <http://www.bu.ufsc.br/teses/PEEL1711-D.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2018.

NEST. **Nest Learning Thermostat**. Disponível em: <https://nest.com/es/thermostats/nest-learning-thermostat/overview/>. Acesso em: 05 abr. 2018.

NETSCAN DIGITAL. Disponível em: <https://netscandigital.com/book2net/>. Acesso em: 18 dez. 2018.

ONLINE COMPUTER LIBRARY CENTER (OCLC). Libraries and the Internet of Things (IoT). **NextSpace**: the OCLC newsletter, Ohio, n. 24, p. 5-6, Jan. 2015. Disponível em: [https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace\\_024.pdf](https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace_024.pdf). Acesso em: 10 maio 2018.

ORCAM. **New lease on sight: glasses for the blind**. 2017. Disponível em: <https://www.orcam.com/en/article/new-lease-sight-glasses-blind-see/>. Acesso em: 10 maio 2018.

POLYCARPOU, Anastasis; SAMARAS, Theodoros; SAHALOS, John N. Na RFID-based library management system using smart cabinets: a pilot Project. *In*: EUROPEAN CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION (EuCAP), 8., Apr. 2014, Hague. **Anais eletrônicos** [...]. Brussels, Belgium: EUCAP, 2014. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6902447>. Acesso em: 20 dez. 2018.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ. Biblioteca. **Consulta ao acervo**. Curitiba, 2018. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucpr.br/pergamum/biblioteca/index.php>. Acesso em: 05 abr. 2018.

RASHIDI, Parisa *et al.* Discovering activities to recognize and track in a smart environment. **IEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, New York, v. 23, n. 4, Apr. 2011.

ROSSI, Tatiana *et al.* **Melhoria de serviços e ambientes de bibliotecas por meio de aplicações baseadas na Internet das Coisas**: em direção a uma biblioteca inteligente. Genebra, 2022. Zenodo. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7909645>. Acesso em: 8 maio 2023.

ROZSA, Vitor *et al.* An application domain-based taxonomy for IoT sensors. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRANSDISCIPLINARY ENGINEERING: CROSSING BOUNDARIES, 23., Oct. 2016, Curitiba. **Proceedings** [...]. Curitiba, 2016. Disponível em: <http://ebooks.iospress.nl/volumearticle/45404>. Acesso em: 10 maio 2018.

SANTOS, Bruno P. *et al.* **Internet das coisas**: teoria à prática. Belo Horizonte: UFMG, 2017. cap. 1. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019.

SARANYA, C.; VENKATESH, Veeramuthu. Enactment of Smart Library Management System Exercising Ubiquitous Computing. **Contemporary Engineering Sciences**, Bulgária, v. 7, n. 11, p. 501-507, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2014.4445>. Acesso em: 10 maio 2018.

SCANSYSTEM. Disponível em: <https://www.scansystem.net.br/>. Acesso em: 18 dez. 2018.

SILVA, Sérgio Henrique Vital de Carvalho. **Um sistema para pagamentos móveis utilizando comunicação por proximidade de campo**. 2013. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14564/1/SistemaPagamentosMoveis.pdf>. Acesso em: 10 maio 2018.

SIMOVIĆ, Aleksandar. A Big Data smart library recommender system for an educational institution. **Library Hi Tech**, United Kingdom, v. 36, n. 3, p. 498-523, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/LHT-06-2017-0131>. Acesso em: 07 jan. 2019.

SÔNIGO, Arildo Antônio. **A Internet das coisas aplicada ao conceito de eficiência energética**. 2017. 133p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PTIC0013-D.pdf>. Acesso em: 16 maio 2018.

TANUJA, K. *et al.* RFID based smart library management system. **International Journal of Advanced Research in Computer Science**, Ramtekri, Índia, v. 9, n. esp. 3, p. 189-192, May 2018. Disponível em: <http://www.ijarcs.info/index.php/ijarcs/article/view/6228/5050>. Acesso em: 31 jan. 2019.

UNFOD LABS. **Seven Trends in IoT that will define 2018**. 2017. Disponível em: <http://www.unfoldlabs.com/blogs/Seven-Trends-in-IoT-that-will-define-2018-blog-26.html>. Acesso em: 03 abr. 2018.

UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Serie Y: Infraestructura Mundial de la Información, Aspectos del Protocolo Internet y Redes de la Próxima Generación: redes de la próxima generación: marcos y modelos arquitecturales funcionales. **Descripción general de Internet de los Objetos**. Ginebra, 2014. Versão em Espanhol. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I>. Acesso em: 17 maio 2018.

VARNUM, Ken. We have a role to play. **NextSpace**: the OCLC newsletter, Ohio, n. 24, p. 5-6, Jan. 2015. Disponível em: [https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace\\_024.pdf](https://www.oclc.org/content/dam/oclc/publications/newsletters/nextspace/nextspace_024.pdf). Acesso em: 10 maio 2018.

WALLY. Disponível em: <https://www.wallyhome.com/>. Acesso em: 10 maio 2018.

YANG, Xiao *et al.* **Smart Library**: Identifying Books in a Library using Richly Supervised Deep Scene Text Reading. Palo alto, California: Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2016. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1611.07385.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2019.

ZHOU, Jun *et al.* Security and Privacy for Cloud-Based IoT: Challenges, Countermeasures, and Future Directions. **IEEE Communications Magazine**, Nova Jersey, v. 55, n. 1, p. 26-33, Jan. 2017. Disponível em: <http://newiranians.ir/Security%20and%20Privacy%20for%20Cloud%20Based%20IoT.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2018.

## Dados dos autores

### Tatiana Rossi

Bibliotecária da Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (BU/UFSC). Doutora e Mestre em Ciência da Informação pelo Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação e Bacharel em Biblioteconomia pela UFSC. Atuante na área de Ciência da Informação com ênfase em Gestão do conhecimento; Gestão de competências; Serviço de informação; Serviços de biblioteca; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

[tati\\_caua@hotmail.com](mailto:tati_caua@hotmail.com)

### Moisés Lima Dutra

Professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência da Informação. Doutor em Computação pela Universidade de Lyon 1, França (2009). Mestre em Engenharia Elétrica, subárea Automação e Sistemas (2005) e Bacharel em Computação (1998) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Suas atuais linhas-macro de pesquisa são Ciência de Dados, Inteligência Artificial Aplicada e Web Semântica. Especificamente, tem desenvolvido e orientado trabalhos relacionados a Processamento de Linguagem Natural, Mineração de Texto, Machine Learning, Deep Learning, Linked Data, Big Data, Ambientes Smart e IoT. Está vinculado ao grupo de pesquisa ITI-RG (Inteligência, Tecnologia e Informação - Research Group).

[moises.dutra@ufsc.br](mailto:moises.dutra@ufsc.br)

### Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo

Professor Adjunto do Departamento de Ciência da Informação (CIN) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui doutorado em Engenharia de Conhecimento pela UFSC. Durante o período do doutorado, esteve atuando como pesquisador visitante na Western University (UWO), em London (ON), no Canadá. Atua como pesquisador associado do Instituto Nacional de Convergência Digital (INCoD), atuando no Laboratório de Telemedicina (LabTelemed). Prof. Douglas é membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC/UFSC) e do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PGCIN/UFSC), onde atua como pesquisador e orientador de alunos de mestrado e doutorado. É coordenador do Laboratório de Engenharia e Ciência de Dados (LECID/UFSC), onde com seu grupo, desenvolve pesquisas e projetos em vertentes científicas e tecnológicas.

[douglas.macedo@gmail.com](mailto:douglas.macedo@gmail.com)

**Received–Recibido –Recibido:** 2019-06-11

**Accepted–Aceitado –Aceptado:** 2022-12-31



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 United States License.



This journal is published by the [University Library System](#) of the [University of Pittsburgh](#) as part of its [D-Scribe Digital Publishing Program](#) and is cosponsored by the [University of Pittsburgh Press](#).