

José Felipe Moré Pauletti

**Estudo da Aplicação de Modelos Semânticos para Gestão de Relacionamentos
entre Dispositivos na SIoT**

Trabalho Individual apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Computação do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dra. Ana Marilza Pernas Fleischmann

Pelotas, 2023

RESUMO

PAULETTI, José Felipe Moré. **Estudo da Aplicação de Modelos Semânticos para Gestão de Relacionamentos entre Dispositivos na SloT**. Orientador: Ana Marilza Pernas Fleischmann. 2023. 44 f. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

A popularização de dispositivos de IoT trouxe um paradigma que adiciona a ideia de incorporar os dispositivos em um ambiente como uma rede social, esse paradigma é conhecido com SloT. O paradigma SloT desempenha um papel essencial no estabelecimento de amizades, as relações de amizades são fundamentais para melhorar o desempenho de um sistema. Para realizar essa socialização de forma eficiente é necessário um sistema com um gerenciamento de amizades, para a implementação desse sistema de gerenciamento de amizades, uma das alternativas é a implementação de uma ontologia, que ficará responsável pela gestão dessas amizades.

Este trabalho visa a realização de um Revisão Sistemática de Literatura, com o foco na busca de trabalhos que visam a implementação de uma ontologia para o gerenciamento de amizades e na definição de regras de serviços, com uma busca em cinco base de dados, sendo elas IEEE, ACM, Scopus, Springer e *Web of Science*. De forma que seja possível encontrar artigos para embasar trabalhos futuros. Ao final são apresentados cinco trabalhos classificados de forma resumida, apresentando os pontos que são cumprem os critérios de avaliação e responde às questões que norteiam a pesquisa. Alcançando o objetivo de forma parcial, onde encontramos artigos que trabalham parcialmente algum dos objetivos esperados.

Palavras-chave: SloT. Ontologia. RSL. String.

ABSTRACT

PAULETTI, José Felipe Moré. **Exploring the Application of Semantic Models for Device Relationship Management in SloT**. Advisor: Ana Marilza Pernas Fleischmann. 2023. 44 f. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2023.

The popularization of IoT devices has brought about a paradigm that incorporates the idea of integrating devices into an environment, such as a social network. This paradigm is known as SloT (Social Internet of Things). The SloT paradigm plays an essential role in establishing friendships, as friendship relationships are fundamental to improving the performance of a system. To carry out this socialization efficiently, a system with friendship management is necessary. One of the alternatives to implement this friendship management system is the use of an ontology, which will be responsible for managing these friendships.

This work aims to conduct a Systematic Literature Review with a focus on searching for studies that aim to implement an ontology for managing friendships and defining service rules. The search will be conducted in five databases: IEEE, ACM, Scopus, Springer, and Web of Science. The goal is to find articles that will support future work. In the end, five works are presented and classified in summary form, outlining the points that meet the evaluation criteria and addressing the research questions. The objective is partially achieved, as we find articles that partially address some of the expected goals.

Keywords: SloT. Ontology. RSL. String.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Dispositivos na Internet das Coisas | 11 |
| Figura 2 | Relação entre coisas, dispositivo, recursos e serviços | 11 |
| Figura 3 | Tecnologias IoT | 12 |
| Figura 4 | <i>Componente em uma Internet Social das Coisas</i> | 13 |
| Figura 5 | <i>Aplicações SloT para diversos tipo de relacionamento</i> | 14 |
| Figura 6 | <i>Métricas de Confiabilidade, Adaptado de</i> | 15 |
| Figura 7 | <i>Tipos de ontologias de acordo com seu nível de dependência</i> | 17 |
| Figura 8 | Visualização da representação de uma declaração | 18 |
| Figura 9 | Visualização da representação de uma declaração | 19 |
| Figura 10 | Classe de uma OWL | 19 |
| Figura 11 | Propriedades de uma OWL | 19 |
| Figura 12 | Visualização por Método da Lista Recuada | 20 |
| Figura 13 | Visualização por Método TGVizTab | 20 |
| Figura 14 | Uma aplicação para o método Kitchenham | 22 |
| Figura 15 | Numero de Artigos publicados por ano desde 2017 | 27 |
| Figura 16 | Numero de Artigos por base de dados | 28 |
| Figura 17 | Numero de Artigos Aceitos e Rejeitados por base de dados | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Palavras-chave e sinônimos | 26 |
| Tabela 2 | <i>Strings</i> utilizadas para teste de resultados em base de dados | 26 |
| Tabela 3 | Número de Artigos por bases, aplicando a <i>String</i> de busca | 28 |
| Tabela 4 | Artigos selecionados pelo critério de Inclusão e Exclusão | 30 |
| Tabela 5 | Avaliação dos artigos conforme os critérios de qualidade | 32 |
| Tabela 6 | Artigos aprovados pela nota de corte | 33 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ACM | <i>Association for Computing Machinery</i> |
| CDM | Metadados entre domínios |
| CLOr | Relacionamento de Objetos de Co-Localização |
| CM | Gerenciamento de Contexto |
| CVO | Objetos Virtuais Compostos |
| CWOR | Relacionamento de Objetos de Trabalho Conjunto |
| DNS-SD | Protocolo de Descoberta de Serviço do Sistema de Nomes de Domínio |
| FoaF | <i>Friend Of A Friend</i> |
| GSTOR | Relacionamento de Objeto Convidado |
| HDAR | Arquitetura e Recomendação Descentralizada Centrada no Ser Humano |
| IEEE | <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> |
| IoT | <i>Internet of Things</i> |
| NHMRC | <i>National Health and Medical Research Council</i> |
| OOR | Relacionamento de Objeto de Propriedade |
| ORFS | Seleção de Amizade Baseada em Recomendação de Objeto |
| OWL | <i>Ontology Web Language</i> |
| POR | Relacionamento Objeto Pai |
| RDF | <i>Resource Description Framework</i> |
| RFID | Identificação por Radiofrequência |
| RSL | Revisão Sistemática de Literatura |
| RSSF | Rede de Sensores Sem Fio |
| RESTFul | Representational State Transfer |
| semSL | <i>Semantic Web technologies into Second Life</i> |
| SIoT | <i>Social Internet of Things</i> |
| SLP | Protocolo de Localização de Serviço |
| SOAP | Protocolo Simples de Acesso a Objetos |

| | |
|--------|---|
| SOR | Relacionamento de Objeto Social |
| SOSA | <i>Semantic Sensor Network Ontology</i> |
| S2NetM | <i>Semantic Social Network of Things Middleware</i> |
| SSDP | Protocolos para Descoberta de Serviços Simples |
| SRSRS | Sistema de Recomendação de Serviço Baseado em Relacionamentos Sociais |
| SSN | <i>Semantic Sensor Network</i> |
| STGOR | Relacionamento de Objeto Estranho |
| SVOR | Relacionamento de Objeto de Serviço |
| STGOR | Relacionamento de Objeto Estranho |
| TRS | <i>Trusted Resource Sharing</i> |
| VO | Objetos Virtuais |
| WoO | <i>Web of Objects</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 2.1 | Internet das Coisas | 10 |
| 2.2 | <i>Social Internet of Things</i> | 11 |
| 2.2.1 | Tipos de Relacionamento da Internet Social das Coisas | 13 |
| 2.2.2 | Gestão de Relacionamento | 15 |
| 2.3 | Ontologia | 16 |
| 2.3.1 | Metodologia para o desenvolvimento de uma Ontologia | 16 |
| 2.3.2 | Estrutura de Descrição de Recursos | 18 |
| 2.3.3 | Linguagem de Ontologia da Web | 18 |
| 2.3.4 | Protegé | 20 |
| 2.4 | Revisão Sistemática de Literatura | 20 |
| 2.4.1 | Desenvolvendo uma Revisão | 21 |
| 2.4.2 | Questão de Pesquisa | 23 |
| 2.4.3 | Pesquisa de Literatura | 24 |
| 3 | DESENVOLVIMENTO | 25 |
| 3.1 | Questão de Pesquisa | 25 |
| 3.2 | Processo de Pesquisa | 25 |
| 3.3 | Seleção de artigos | 27 |
| 3.3.1 | Aplicando critério de Inclusão e Exclusão | 28 |
| 3.3.2 | Avaliação de Qualidade | 29 |
| 3.3.3 | Resultados da Análise | 33 |
| 3.3.4 | Análise das Questões de Pesquisa | 35 |
| 4 | CONCLUSÃO | 37 |
| | REFERÊNCIAS | 39 |

1 INTRODUÇÃO

A concepção e popularização da *Internet of Things* (IoT, em português, Internet das Coisas) trouxe, uma realidade em que dispositivos recebem e enviam dados continuamente nas redes de comunicação. Esse tráfego de dados ocorre para disponibilização de serviços aos usuários, os quais tem tarefas do dia a dia facilitada pela atuação dos dispositivos, que acabam por apresentar comportamento "inteligente" frente as tarefas que executam e aos serviços de disponibilizam.

Os dispositivos IoT tem ganhado cada vez mais áreas de atuação no mercado atual, como hospital, industrial e residencial. Isso se deve pelo valor mais acessível aos produtos que estão disponíveis no mercado. Essa popularização é possível ver pelo número de dispositivos conectados em 2022, que chegou a 14,3 bilhões de objetos conectados, segundo análises esse número até o fim do ano de 2023 espera-se um número próximo de 16,7 bilhões de dispositivos conectados (SINHA, 2023).

A *Social Internet of Things* (SIoT, no português, Internet das Coisas Social) é um paradigma onde os objetos podem construir suas próprias associações sociais de forma autônoma, sem a intervenção humana. Neste paradigma, os objetos tentam imitar o comportamento humano enquanto estabelece relacionamentos, para assim construir um ambiente parecido com uma rede social (GULATI; KAUR, 2019a). Uma rede social de objetos é criada a partir de dispositivos heterogêneos por meio da interação, estabelecendo um relacionamento para alcançar um objetivo comum de serviços (MOHANA; PRAKASH; KRINKIN, 2022).

Ao mesmo tempo, em que a tecnologia IoT, fica cada vez mais popular e é utilizada em mais áreas, temos um aumento na diversidade e tipo de dispositivos capaz de se conectar na rede, fazendo com que a rede onde são conectados esses dispositivos, tenha a capacidade de diferenciar e conectar entre si esses dispositivos. Isso acaba por ser um desafio, pois cada dispositivo vai ter sua própria assinatura digital, suas características e como ele atua, seja como sensor ou como atuador. Isso acaba criando desafio como a busca por objetos, a segurança, a criação de comunidades para esses objetos e até o estabelecimento de relações entre os objetos (MALEKSHAHI RAD et al., 2020).

Ao relacionar esses problemas para a definição de um ambiente e como gerenciar, alguns autores escolhem trabalhar com uma ontologia, no qual auxilia no gerenciamento de amizades e de serviços. Essas ontologias permitem estabelecer uma relação de amizade conforme parâmetros estabelecidos pelo usuário. O gerenciamento de amizades, pode ser responsável pela identificação dos objetos e como eles se relacionam, como também a análise de comportamento de um objeto.

O trabalho pretende realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o foco para encontrar trabalhos com o foco na busca por ontologias propostas, para o gerenciamento de amizades para dispositivos SloT e uma ontologia para gestão de regras de negócios aplicadas a recomendação de recursos.

Os principais objetivos deste trabalho são:

- Apresentação de um referencial teórico, para entendimento de alguns termos e conteúdos específicos
- A construção de uma RSL, com base em duas questões de pesquisa
- Análise dos artigos e filtragem conforme as métricas estabelecidas
- Apresentação dos artigos selecionados

O trabalho é dividido em 2 principais capítulos, o Capítulo 2 é o referencial teórico, onde são apresentados os principais termos encontrados e necessários para um entendimento do assunto elaborado durante a pesquisa. O Capítulo 3 é responsável pelo desenvolvimento do trabalho e apresenta a construção da RSL, passo a passo, utilizando de ferramentas de auxílio, com a apresentação dos artigos finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os conteúdos necessários para o entendimento do trabalho, tendo como foco as principais áreas trabalhadas.

2.1 Internet das Coisas

A Internet das Coisas (IoT) pode ser vista como um novo paradigma no qual objetos são conectados a uma infraestrutura de rede global dinâmica com capacidades de autoconfiguração baseadas em padrões e protocolos de comunicação. Os objetos conectados, denominados de "coisas" na IoT, constituem-se de entidades físicas e virtuais, possuindo identidades e atributos próprios e capazes de serem integradas a redes e interfaces inteligentes (LI; XU; ZHAO, 2015).

A comunicação entre IoT's funciona sem a necessidade de interferência humana, o ecossistema consiste em objetos inteligentes como *smartphones*, *tablets* e entre outros. A Figura 1 apresenta alguns exemplos de objetos inteligentes conectados a redes, também é possível observar alguns exemplos de rede utilizadas para a comunicação e integração do sistema IoT, como rede móvel, 4G e 5G, *Wireless Fidelity* e *Bluetooth*, são alguns dos exemplos. Outros modelos de comunicação disponível é as redes *ZigBee*, que tem como foco grandes distâncias, mas que necessitam de um *gateway* para a comunicação com uma interface web (SINHA, 2023).

Os dispositivos são aqueles que hospedam os recursos, onde são identificados os objetos e a capacidade de atuação. Uma relação entre o objeto e o mundo externo acontece através dos serviços. Os serviços podem ser por *Representational State Transfer* (RESTful), onde é possível acessar recursos diretamente ou utiliza outras tecnologias de acesso como o Protocolo Simples de Acesso a Objetos (SOAP) (HALLER, 2010), a figura 2 apresenta uma relação entre os componentes de um IoT.

A tecnologia base para IoT é a Identificação por Radiofrequência (RFID), em português como Identificação por Radiofrequência, que permite a transferência de dados por meio de redes sem fio. A partir de RFID, qualquer pessoa pode analisar, rastrear e monitora objetos a partir de sua etiqueta de identificação. Outra tecnologia muito

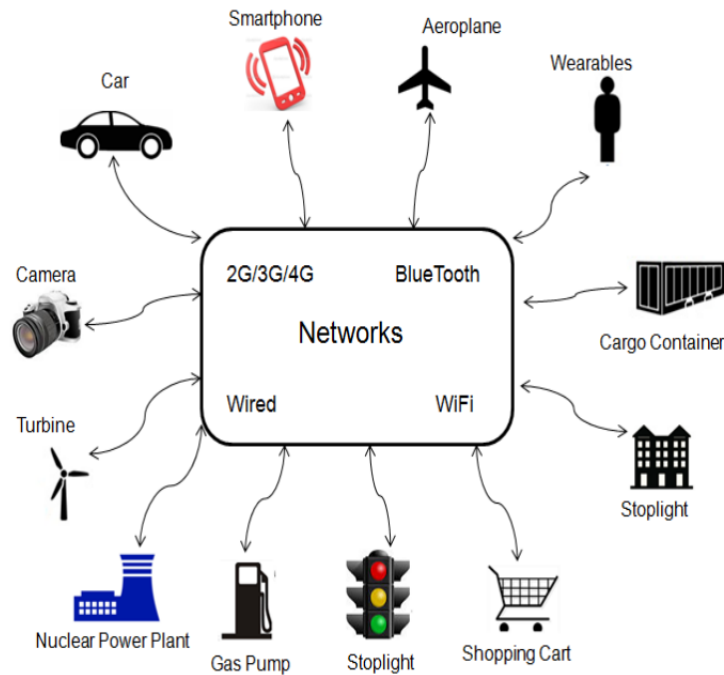


Figura 1 – Dispositivos na Internet das Coisas
 Fonte: (SINGH; SINGH, 2015)

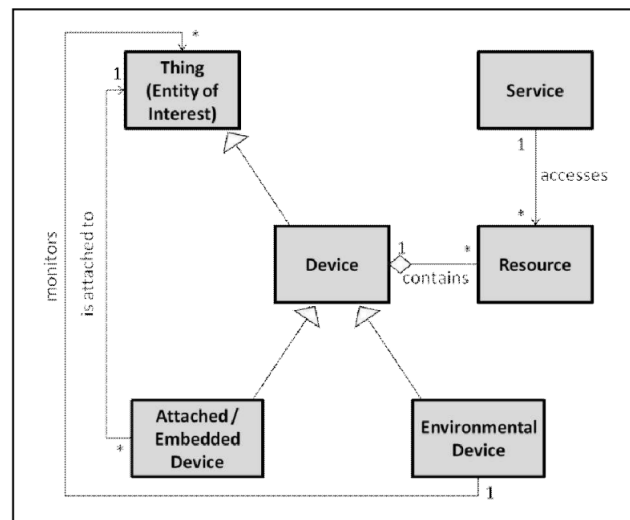


Figura 2 – Relação entre coisas, dispositivo, recursos e serviços
 Fonte: (HALLER, 2010)

utilizada são as Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), que funcionam para detecção e monitoramento (MEHTA; SAHNI; KHANNA, 2018).

2.2 Social Internet of Things

A *Social Internet of Things*, em português Internet Social das Coisas, é um paradigma onde os objetos podem construir suas próprias associações sociais de forma autônoma, sem a intervenção humana. Neste paradigma, os objetos tentam imitar

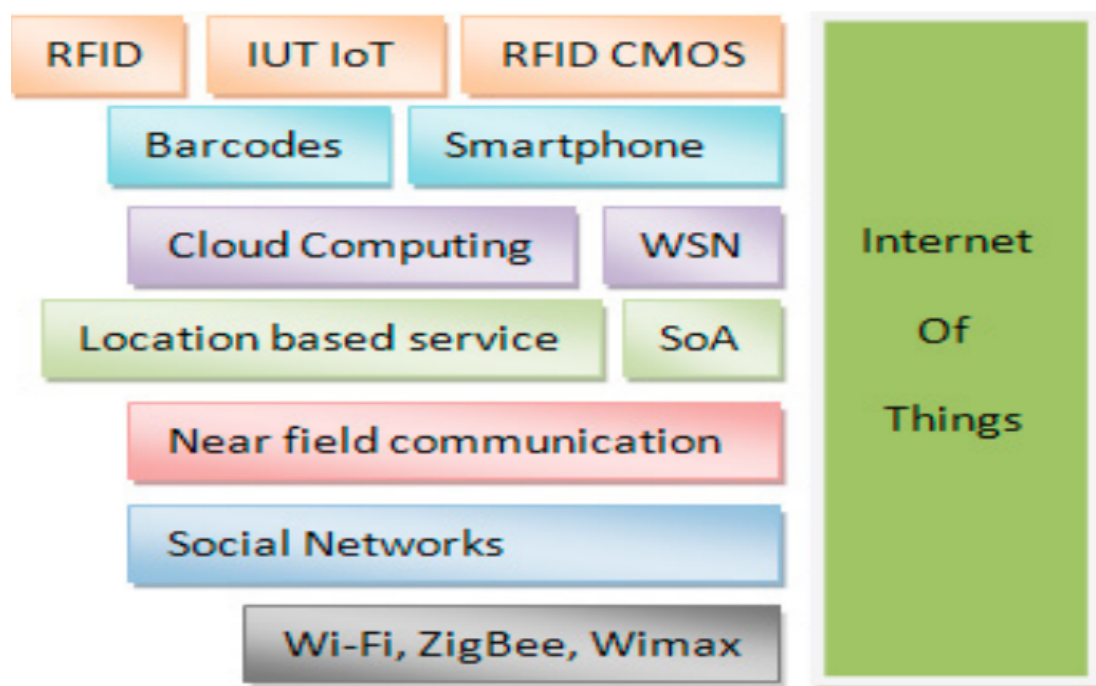


Figura 3 – Tecnologias IoT

Fonte: (MEHTA; SAHNI; KHANNA, 2018)

o comportamento humano enquanto estabelece relacionamentos, para assim construir um ambiente parecido com uma rede social (GULATI; KAUR, 2019a). Uma rede social de objetos é criada a partir de dispositivos heterogêneos por meio da interação, estabelecendo um relacionamento para alcançar um objetivo comum de serviços (MOHANA; PRAKASH; KRINKIN, 2022).

Ao utilizar uma socialização entre os objetos, temos alguns benefícios como o compartilhamento de conhecimento e experiências, podendo assim melhorar resultados e a tomada de decisões ficam mais eficazes. O entendimento do ambiente das coisas, permite um sistema mais sofisticado e inteligente, fazendo que assim seja possível entender as mudanças no ambiente (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUMOPOULOS, 2023).

Na figura 4 é apresentado uma rede SloT, onde podemos visualizar como são realizados as comunicações entre os objetos e os usuários. Onde temos o mundo físico, que são áreas que delimitamos como uma *Smart Building*, em português construções inteligentes, *Smart Car*, e outros cenários. Os objetos físicos, são aqueles objetos que temos no mundo físico e são tangíveis que podem ser criado o seu gêmeo digital. Esse dois mundo, tem relações com a rede social, onde são conectados as coisas e interagem entre si, simulando assim as redes sociais humanas e formando assim a Internet Social das Coisas (SloT). Na figura 5, são mostrados exemplos de empregos para cada tipo de opção de relacionamento disponível.

Com o avanço de pesquisas em relação em SloT, alguns desafios são encontrados nesse campo como o gerenciamento de energia, fator de extrema importância, já que muitos dos objetos dependem de baterias para serem utilizados. A heterogeneidade

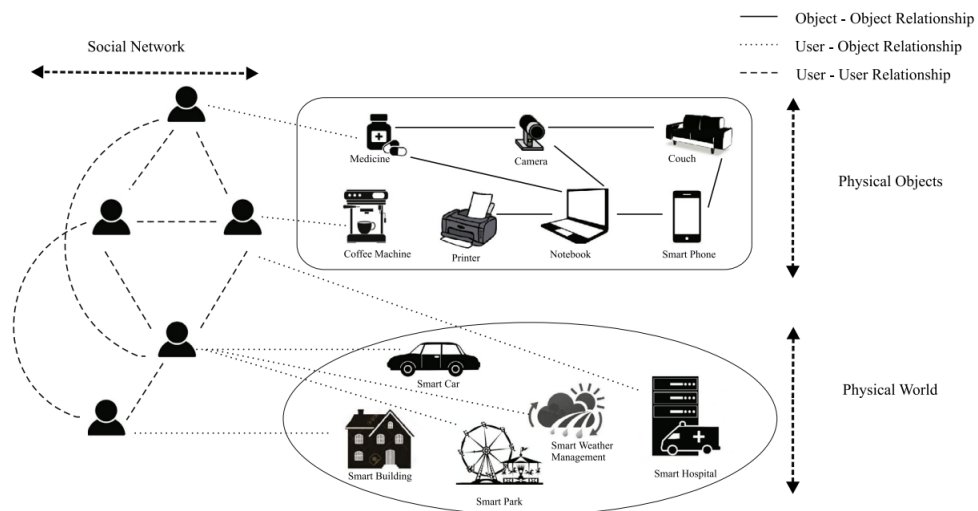


Figura 4 – *Componente em uma Internet Social das Coisas*
 Fonte: (ROOPA et al., 2019)

dos objetos, onde temos diferentes dispositivos e diferentes marcas se conectando na rede, nos quais precisam ter acesso à rede e assim sendo possível se conectar ao ambiente ali estabelecido. A segurança e a confiabilidade dos dispositivos conectados, onde os dispositivos devem ter uma segurança e uma garantia de conexão segura com o ambiente (KAUR; ANAND, 2021).

2.2.1 Tipos de Relacionamento da Internet Social das Coisas

Os relacionamentos entre objetos e usuários, são divididos em dois grupos, Relacionamento Usuário-Objeto e Objeto-Objeto. A escolha do relacionamento é extremamente importante para a construção de uma aplicação SloT, com o domínio da aplicação. A seguir é apresentado os tipos de relacionamentos (ROOPA et al., 2019):

1. Relacionamento Usuário-Objeto

- OOR - Relacionamento de Objeto de Propriedade: Objetos pertencem ao mesmo usuário.
- SOR - Relacionamento de Objeto Social: objetos entram contato por meio das relações sociais, os relacionamentos entre os objetos ocorrem por meio dos amigos.
- SIBOR - Relacionamento de Objeto Irmão: é estabelecido entre objetos que pertencem a um membro da família ou a um grupo de amigos.
- GSTOR - Relacionamento de Objeto Convidado: é estabelecido entre objetos pertencentes aos usuários na função de convidado, ou seja, quando aquele objeto se une ao ambiente de forma temporária, mas tem como interagir naquele ambiente.

2. Relacionamento Objeto-Objeto

- **POR** - Relacionamento Objeto Pai: descreve as relações entre os objetos semelhantes inalterados ao longo do tempo, como equipamentos produzidos em série pela mesma empresa.
- **CLOR** - Relacionamento de Objetos de Co-Localização: descreve os objetos residem no mesmo local, exemplo a automação de uma casa, tem objetos que se comunicam dentro do mesmo ambiente em um mesmo local.
- **CWOR** - Relacionamento de Objetos de Trabalho Conjunto: descreve objetos que trabalham juntos para fornecer uma aplicação em comum.
- **STGOR** - Relacionamento de Objeto Estranho: ocorrem quando objetos descobrem a existência de outros objetos em ambiente públicos ou em movimento.
- **SVOR** - Relacionamento de Objeto de Serviço: é formada quando o objeto atende a uma solicitação de serviço coordenando a mesma composição de serviço.

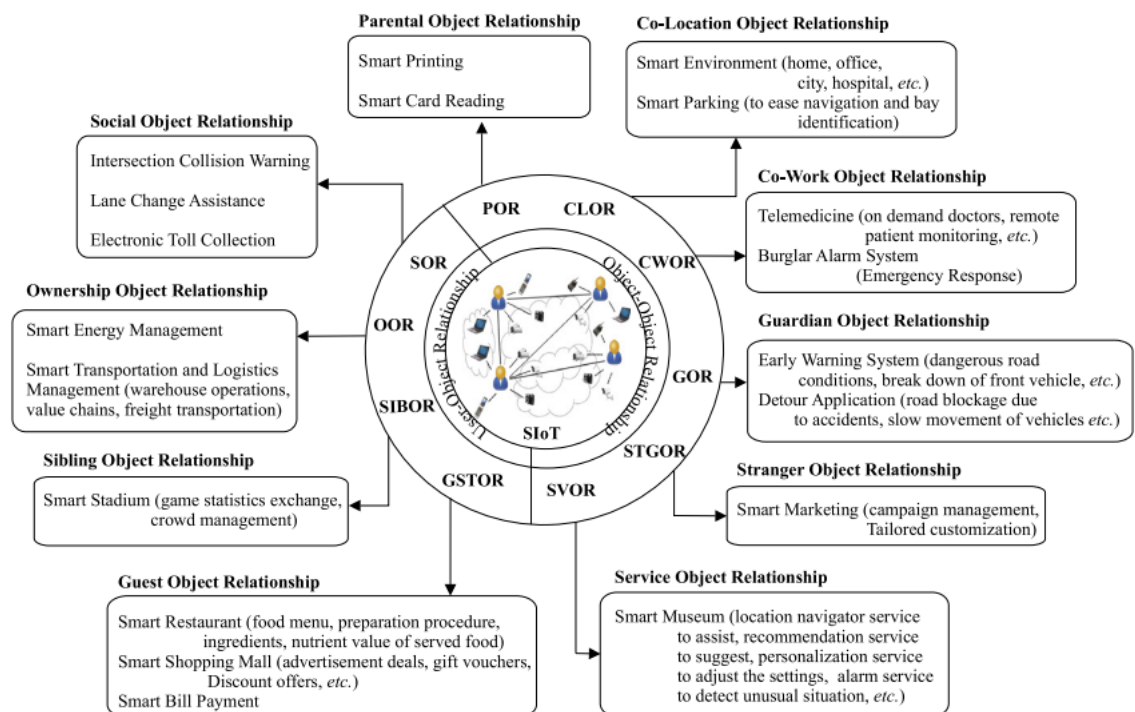


Figura 5 – Aplicações SIoT para diversos tipo de relacionamento
Fonte: (ROOPA et al., 2019)

2.2.2 Gestão de Relacionamento

A gestão de relacionamento permite que os objetos se reconheçam e possam facilmente reconhecer mutualmente e estabelecer novas amizades e terminar essas amizades (AMIN et al., 2022). Os relacionamentos podem assumir diversas formas, como a co-localização desses dispositivos e ao aproveitar esses relacionamentos é possível criar serviços personalizados e mais específicos aos usuários e dispositivos (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUMOPOULOS, 2023).

Os dispositivos por serem heterogêneos e terem muitas características diferentes, ao serem adicionados em um ambiente, onde é estabelecido um SIoT, pode causar instabilidade e até alguma vulnerabilidade de segurança. Para isso é preciso criar formas de garantir e avaliar a confiabilidade de um dispositivo e usuário, essa avaliação pode ocorrer pela análise do comportamento do usuário, interações passadas e pela reputação desse dispositivo (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUMOPOULOS, 2023).

Aplicando métricas de confianças, como reputação e credibilidade é possível avaliar o comportamento de um objeto, o sistema também utiliza algoritmos para auxiliar na detecção e prevenção de ataques maliciosos. A imagem 6, é apresentado algumas métricas para o cálculo de confiabilidade e como ela é estabelecida.

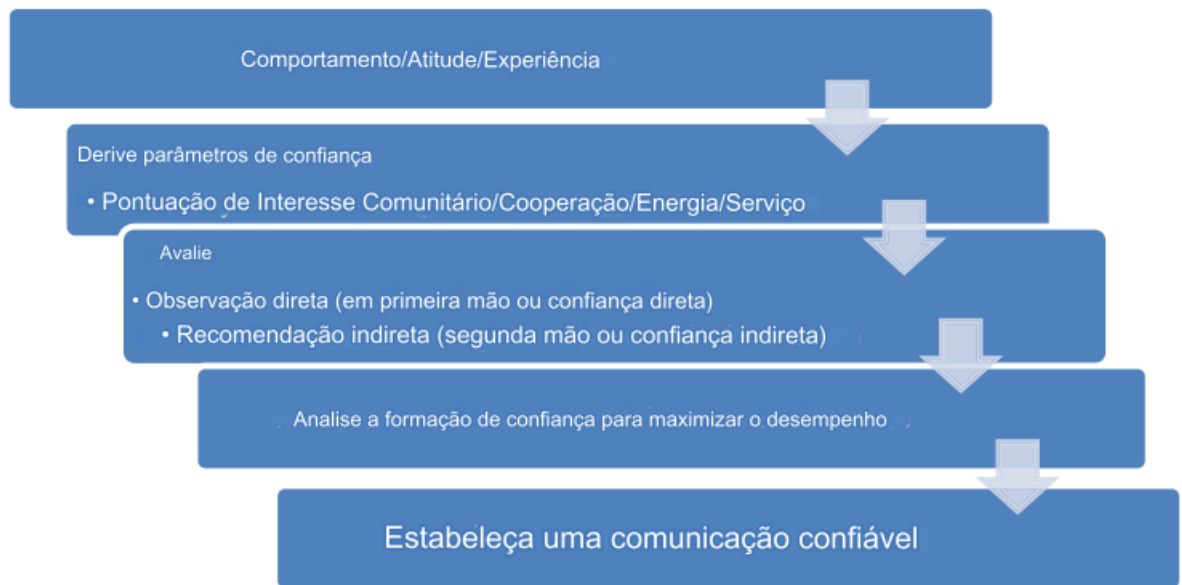


Figura 6 – Métricas de Confiabilidade, Adaptado de
Fonte: (KOWSHALYA; VALARMATHI, 2017)

A confiança é calculada conforme a experiência do objeto com seus vizinhos. Essa confiança pode ser calculada utilizando a equação 1:

$$D_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^n t f_{ij}^l f_{ij}^l}{\sum_{l=1}^n t f_{ij}^l} \quad (1)$$

Sendo, D_{ij} a confiabilidade entre os objetos do nó i e j, os nós mantêm um retorno

para avaliar o serviço recebido, f_{ij}^l . Também é mantido um fator de transacional, t_{ij}^l , no qual pontua transações como relevante ou não.

Os valores de f_{ij}^l , podem ser relevante ou não, sendo representado por 1 quando são relevante e 0 quando não é relevante. Os valores para t_{ij}^l , são 1 para quando a resposta for satisfeita e 0 quando estiver inadequado.

2.3 Ontologia

O termo Ontologia se refere a um ramo da Filosofia dedicado ao estudo da existência. É um arranjo de informações e classes em um ramo do conhecimento que demonstra suas propriedades e as relações entre elas (SHAMSZAMAN; ALI, 2017). Os métodos ontológicos são uma abordagem reconhecida e aceita para organizar e estruturar o conhecimento de ambientes complexos em outros domínios de aplicação. Os métodos ontológicos já prevalecem em aplicações IoT para virtualização e representação de objetos e suas características (JARWAR et al., 2022).

As ontologias podem ser classificadas em duas dimensões, a de nível de detalhe e o seu nível de dependência. No nível de detalhe, quanto mais especificada uma ontologia for, mais perto de especificar o vocabulário desejado ela está. Porém, ao especificar de forma muito complexa temos uma representação de linguagem mais rica. Já no nível de dependência, podemos classificar ela em ontologia de nível superior, domínio das ontologias, ontologias de tarefas e ontologias de aplicação.

As ontologias de dependências são especificadas da seguinte maneira:

- Ontologia de Nível Superior (Topo): descrevem conceitos gerais que são independentes de um problema ou domínio.
- Ontologia de Domínio: descrevem um vocabulário relacionado a um domínio genérico.
- Ontologias de Tarefas: especializa os termos introduzidos na ontologia de nível superior.
- Ontologia de Aplicação: descrevem conceitos que dependem de um domínio específico.

2.3.1 Metodologia para o desenvolvimento de uma Ontologia

A modelagem de uma ontologia utilizando a lógica de primeira ordem contém 5 tipos de componentes, são eles (CORCHO; GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2004):

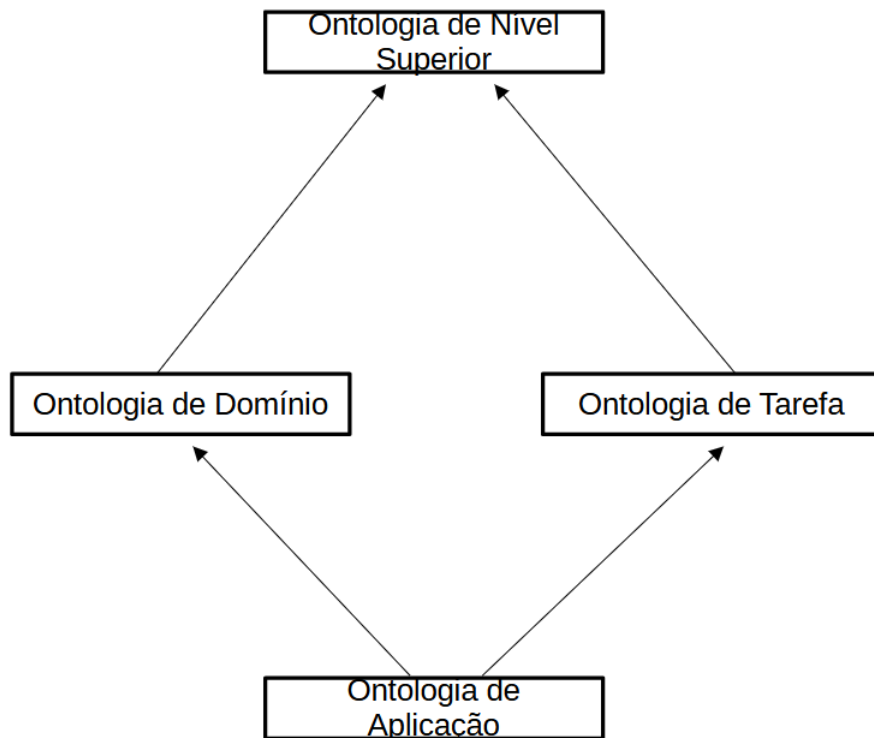


Figura 7 – Tipos de ontologias de acordo com seu nível de dependência

Fonte: (GUARINO, 1998)

- **Classes:** representam conceitos que tomam sentido amplo. No domínio de viagens, os conceitos são os locais (cidades, vilas), alojamentos (hotéis, acampamentos)
- **Relações:** representam um tipo de associação entre conceitos do domínio. É definido por um subconjunto de um produto, ou seja, seriam as subclasses, como um Hotel Quatro estrelas, é um subconjunto de Hotel.
- **Funções:** É um caso especial de relações em que o n -ésimo elemento da relação é exclusivo para os $n-1$ elementos anteriores.
- **Axiomas Formais:** servem para modelar sentenças que são verdadeiras. São utilizadas para representar conhecimentos que não podem ser definidos formalmente por outros componentes.
- **Instâncias:** São utilizadas para representar elementos ou indivíduos em uma ontologia.

Podemos representar esse conhecimento de duas formas, sendo elas as linguagens de marcação, criadas no contexto de Web Semântica, como RDF, OIL e OWL. E as linguagens de representação de conhecimento como a KR, Frame Ontology e a LOOM.

2.3.2 Estrutura de Descrição de Recursos

A Estrutura de Descrição de Recursos (RDF), é uma estrutura de rede semântica baseada em um grafo rotulado direcionado composto por um conjunto de nós e um conjunto de arestas unidirecionais, no qual cada um tem um nome. Os nós representam conceitos, instancias de conceitos e valores de propriedade (CORCHO; GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2004).

A capacidade de compartilhamento e extensibilidade do RDF permite que seja utilizado herança múltipla para definições e fornecer múltiplas visualizações para seus dados (CANDAN; LIU; SUVARNA, 2001).

A RDF consiste em um modelo de três componentes, sendo eles (CORCHO; GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2004):

- Recursos: qualquer tipo de dado descrito.
- Propriedades: definem atributos ou relações usadas para a descrição de um recurso.
- Instruções: atribuem um valor a uma propriedade em recurso específico.

Na figura 8, podemos visualizar o sujeito, dentro do losango, representado pelo *link*, temos o predicado com o *Owner* e temos o objeto apresentado pelo nome Arizona State Univeristy (CANDAN; LIU; SUVARNA, 2001).

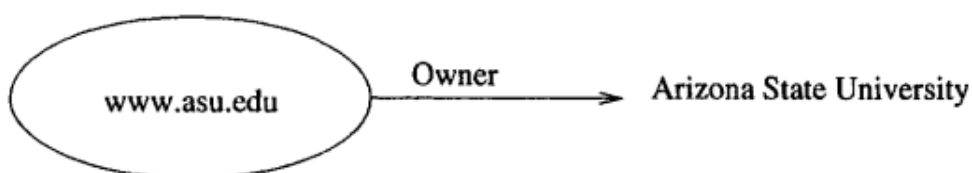


Figura 8 – Visualização da representação de uma declaração
Fonte: (CANDAN; LIU; SUVARNA, 2001)

Outra representação de um RDF pode ser vista na figura 10. Neste exemplo, temos instancias de dados, na qual as setas que realizam a conexão também podem representar outro tipo de objeto(JAIN; FARKAS, 2006). A leitura dessa representação seria, John é um estudante(sub-classe) que estuda na CSE.

2.3.3 Linguagem de Ontologia da Web

A linguagem de ontologia da web (OWL) foi projetada para representar conhecimento rico e complexo sobre coisas. É uma linguagem baseada em lógica tal que o conhecimento expresso em OWL pode ser explorado por software.

A linguagem OWL é dividida em camadas, sendo elas:

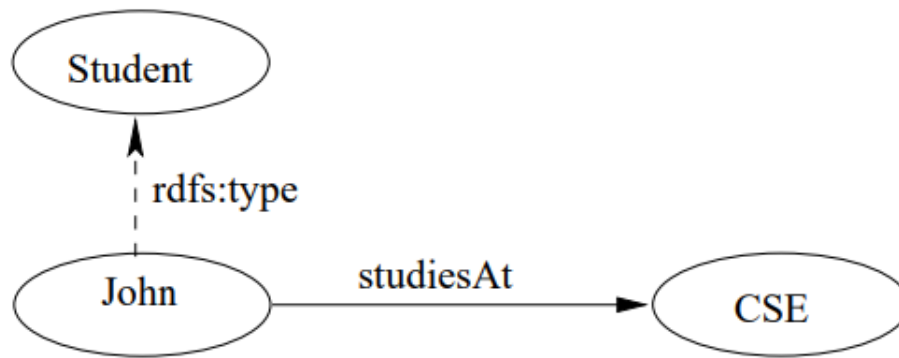


Figura 9 – Visualização da representação de uma declaração

Fonte: (JAIN; FARKAS, 2006)

- OWL-Lite: É uma sub-linguagem sintaticamente mais simples, utilizada quando apenas a hierarquia de classes simples e restrições simples são necessárias.
- OWL-DL: É muito mais expressivo que OWL-Lite e é baseado em lógica de descrição.
- OWL-Full: é uma sub-linguagem mais expressiva. Utilizada onde a alta expressividade é mais importante do que ser capaz de garantir a decidibilidade.

Para a construção de uma OWL, temos elementos básicos como as classes, as instâncias e os relacionamentos.

As classes definem um grupo de indivíduos que compartilham de uma mesma característica. Cada indivíduo na OWL é membro de uma classe, uma classe OWL é definida da seguinte forma (PERFORM SYSTEMATIC LITERATURE REVIEWS, 2004):

```
<owl:Class rdf:ID="Organization">
```

Figura 10 – Classe de uma OWL

Fonte: (PERFORM SYSTEMATIC LITERATURE REVIEWS, 2004)

É possível criar subclasses utilizando a tag *rdfs:subClassOf*.

As propriedades são relações binárias, podem ser utilizadas para estabelecer relacionamentos entre indivíduos e valores de dados. Existem duas categorias principais de propriedades, sendo as propriedades de dados tipados, que mostra a relação entre indivíduos e valores de dados, e as propriedades de objetos, relação entre indivíduos. Na figura 11, podemos visualizar a declaração de uma propriedade.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="affiliate"/>
```

Figura 11 – Propriedades de uma OWL

Fonte: (PERFORM SYSTEMATIC LITERATURE REVIEWS, 2004)

2.3.4 Protégé

Protégé é uma ferramenta para visualização e edição de uma ontologia, desenvolvida pela Universidade de Stanford. A principal vantagem do Protégé é sua escalabilidade e extensibilidade. Permite a criação e edição de grandes ontologias de maneira eficiente.

Essa ferramenta nos permite visualizar uma ontologia de diversas maneiras como a baseada em método da lista recuada 12, no qual nos apresenta o sistema de arquivo em árvore do explorador, e o Protégé TGVizTab 13 , baseado em outro método de visualização *focus+context*, que tem como característica uma interação que se ajusta aos comandos do usuário conforme os nós são movimentados (SIVAKUMAR; ARIVOLI, 2011).

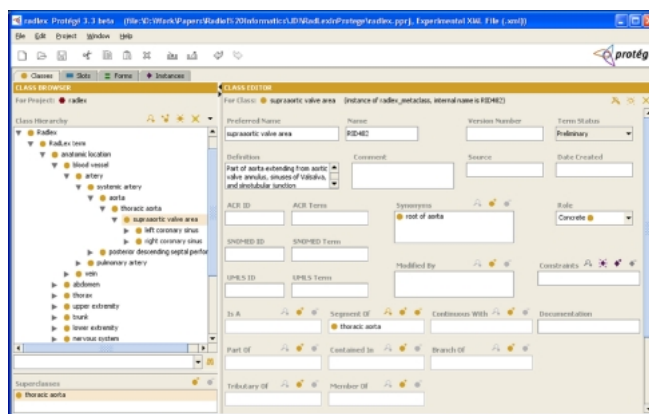


Figura 12 – Visualização por Método da Lista Recuada
Fonte: (SIVAKUMAR; ARIVOLI, 2011)

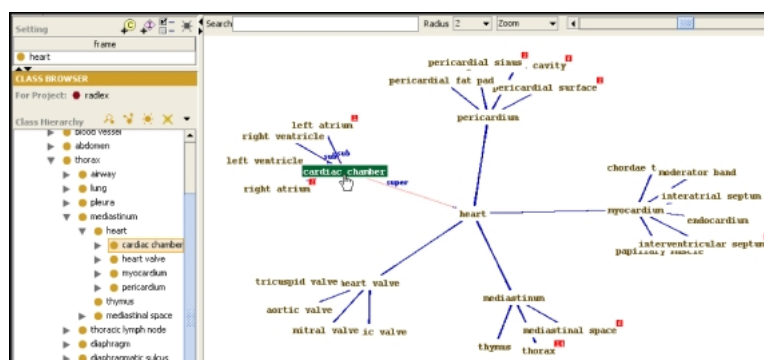


Figura 13 – Visualização por Método TGVizTab
Fonte: (SIVAKUMAR; ARIVOLI, 2011)

2.4 Revisão Sistemática de Literatura

A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é uma forma sistemática de coletar e sintetizar pesquisas anteriores. Uma revisão bem realizada, permite a criação de uma base sólida para o avanço do conhecimento e facilita no desenvolvimento do trabalho

proposto (SNYDER, 2019). Para que uma RSL seja considerada justa, é importante que a pesquisa seja realizada de forma que a estratégia adotada, seja predefinida e a estratégia de busca deve permitir avaliar a integridade dessa busca.

Ao elaborar uma RSL, podemos reunir materiais a fim de resumir evidências existentes, sejam elas de uma tecnologia ou um tratamento. Podemos identificar possíveis lacunas de pesquisas em determinadas áreas, como a falta de um determinado assunto relevante para uma área, de forma que possa ser estabelecida uma nova estrutura de pesquisa relevante (KITCHENHAM, 2004).

Para realizar a devida construção de uma revisão sistemática, deve ser seguido uma estratégia já bem estabelecida e utilizada, para isso é seguido as diretrizes do método de Kitchenham. O método Kitchenham é apresentado na figura 14.

2.4.1 Desenvolvendo uma Revisão

Ao elaborar uma RSL, temo alguns passos comuns em qualquer revisão e fazem parte do protocolo abordado, sendo esses passos os responsáveis para determinar o cronograma para a correta construção dessa RSL, são eles (XIAO; WATSON, 2019):

- **Formule o Problema:** Uma revisão sistemática, ela parte do princípio da necessidade de um pesquisador ou grupo sobre uma determinada área, para isso é importante os pesquisadores fizeram perguntas como, quais os objetos dessa revisão? Que fontes foram pesquisadas para identificar os estudos primários?
- **Desenvolver e Validar o Protocolo de Revisão:** O protocolo deve descrever todos os elementos da revisão, incluindo o objetivo do estudo, questões de pesquisa, estratégia, pesquisa e entre outros. Incluir uma validação para esse protocolo, fazendo com seja possível uma avaliar e criticar o protocolo para assim aumentar o rigor do estudo.
- **Pesquisa de Literatura:** A pesquisa de literatura pode ser realizada através da busca por base de dados, com o auxílio de uma palavra-chave e assim verificar o número de retorno de artigos.
- **Tela para Inclusão:** Nessa etapa é realizada a avaliação individual de cada artigo retornado na pesquisa pela palavra-chave, nesta etapa o objetivo é eliminar artigos que não contemplem ao objetivo da pesquisa estabelecidos. Nesta etapa, são adicionados os critérios de inclusão e exclusão, que permite assim realizar uma filtragem nos artigos selecionados. O uso de *sites* e *softwares* para o auxílio dessa avaliação podem ser utilizados, como o *Parsifal*, que permite a elaboração desde o primeiro passo desse protocolo.
- **Avaliar a qualidade:** Nesta etapa os artigos são lidos na sua totalidade para a realização de outra filtragem, essa filtragem é seguida por critérios determinados

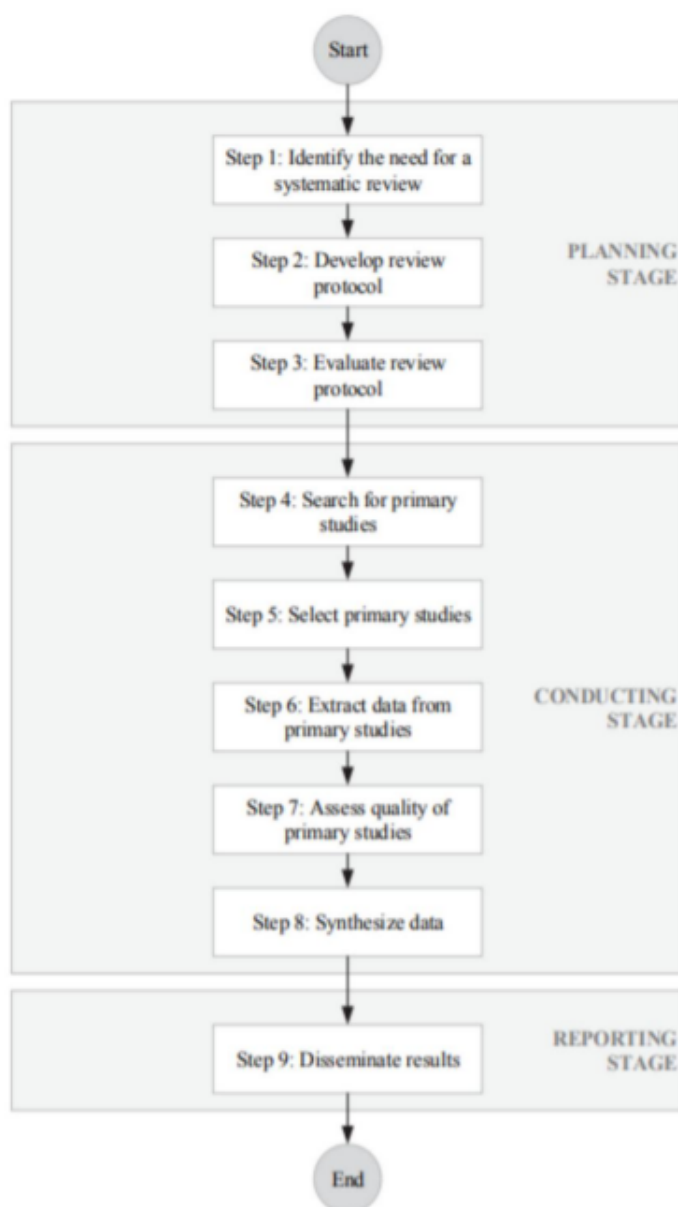


Figura 14 – Uma aplicação para o método Kitchenham
 Fonte: (DENNY et al., 2021)

e pontuados, de forma que podemos estabelecer artigos que tem maior relação ao assunto da pesquisa.

- **Extraindo Dados:** A extração de dados é definida pela codificação, no qual deverá ser decidido se é baseado ou não em dados, ou conceitos preexistentes. A escolha incorreta da forma de extração de dados, pode resultar em perda da confiabilidade da pesquisa.
- **Análise e Sintetização dos Dados:** É o processo de organização dos dados, podendo ser em gráficos, tabelas ou uma descrição textual. A escolha de como será representado é feito pelo pesquisador e/ou grupo de pesquisadores.

- **Relatar Conclusões:** Nesta etapa são apresentados os resultados e conclusões que foram alcançados durante a pesquisa. As conclusões devem conter os critérios de inclusão e exclusão detalhados e fundamentar uma justificativa para cada escolha. Também deve ser adicionado o resultado da pesquisa bibliográfica, triagem e avaliação de qualidade.

2.4.2 Questão de Pesquisa

Ao se utilizar de uma RSL, o primeiro passo a se seguir é encontrar um objetivo e uma justificativa para a pesquisa que será realizada. Para isso é importante estabelecer algumas questões que servirão de auxílio para a continuidade da pesquisa, localizar a questão de pesquisa é um processo que pode ser iterativo. Um erro comum na construção das questões é deixar a questão de pesquisa muito ampla, causando assim uma enorme quantidade de dados a serem analisados, para isso é possível restringir a um subtópico a pesquisa, para assim diminuir essa amplitude gerada.

Na engenharia de *software*, a elaboração das questões é uma adaptação de uma diretriz australiana do *National Health and Medical Research Council* (NHMRC) da área da medicina, por mais que na área não haja equivalência a um teste de diagnóstico, foram adaptados de forma que possam ser utilizados. Algumas das questões são (KITCHENHAM, 2004):

- Avaliar o efeito de uma tecnologia
- Avaliar a frequência ou taxa de um fator de desenvolvimento
- Identificar os custos e fatores de riscos
- Identificar o impacto das tecnologias na confiabilidade e desempenho
- Análise do custo-benéfico da tecnologia

Algumas RSL são formuladas questões específicas ao trabalho, onde serão apresentadas o escopo e os principais interesses dos pesquisadores. Desta forma, as perguntas são direcionadas na produção do escopo de um trabalho, como uma tese ou dissertação e junto é apresentado uma base e uma justificativa para pesquisa (KITCHENHAM, 2004).

Ao realizar a RSL, deve ser identificado o ponto de vista a ser elaborado, esses pontos de vista são: a população, sendo as pessoas afetadas pela pesquisa, a intervenção, são aquelas aplicadas a tecnologias específicas para sua execução e por último os resultados, que são a confiabilidade e redução de custos.

2.4.3 Pesquisa de Literatura

A pesquisa de literatura está relacionada a pesquisa de trabalhos em banco de dados disponíveis, como as bibliotecas digitais. Algumas bibliotecas nos permitem o acesso livre de seus artigos, porém alguns necessitam do acesso concedido, ou de forma paga, pagando cada artigo ali lido, ou pelo acesso de sistemas como o CAFE, solução disponibilizada pelo Governo Federal Brasileiro, para o acesso a periódico e bases de dados. Alguns exemplos de base de dados são a IEEE Xplore, Web of Science e ACM.

Para o uso das bibliotecas digitais é necessário a construção de uma *String* de busca, no qual nos auxilia no retorno de trabalhos relacionado a essa *String*. As bases de dados utilizam de um motor de busca que utilizam de operadores booleanos para a conexão de uma *String*, os operadores mais comuns são o "AND" e "OR". Alguns possuem outros operadores booleanos, para uma especificação mais ampla ou restrita.

Para a realizar a busca de trabalhos, deve ser escolhida uma abordagem no qual a pesquisa será baseada, uma dessas abordagens é a elaboração de sinônimos, abreviações e formas de escrever diferentes, para a construção de uma *String* de busca, de forma que seja possível verificar a quantidade de retornos e assim direcionar a um caminho.

3 DESENVOLVIMENTO

A Revisão Sistemática de Literatura (RSL), é uma forma sistemática de coletar e sintetizar pesquisas anteriores, para isso é elaborado um protocolo no qual deve ser seguido para a correta elaboração da pesquisa. Para isso, o protocolo a ser seguido foi apresentado por Kitchenham (KITCHENHAM, 2004), na qual estabelece passos a serem seguidos e critérios que devem ser seguidos. Para a elaboração dessa RSL, foi utilizada o *site* Parsifal, no qual visa auxiliar na construção e elaboração de uma RSL. No Parsifal é possível realizar quase todos os passos necessários para a elaboração de uma RSL, exceto pelas partes de pesquisas em bases de dados e as escritas de uma conclusão, porém é possível utilizá-lo para a organização da RSL.

A Revisão Sistemática de Literatura foi realizada por um pesquisador, durante o período de 7 de agosto de 2023 até 8 de dezembro de 2023.

3.1 Questão de Pesquisa

Para a elaboração da pesquisa foram definidas duas questões, na qual servem como base para a RSL, sendo elas:

Q1 - Existência de ontologias para gestão dos relacionamentos entre dispositivos em uma SLoT

Q2 - Existência de infraestrutura para SLoT que explorem o uso de ontologias para gestão das regras de negócio aplicadas a recomendação de recursos

3.2 Processo de Pesquisa

A pesquisa foi realizada em 5 bases de dados disponíveis através do CAPES CAFe¹, sendo elas *Association for Computing Machinery* (ACM), *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), Scopus, Springer e Web of Science. Foi utilizado para fins de encontrar um ano com mais publicações e assim poder estabelecer o ano

¹ <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php/acesso-cafe.html>

mínimo para buscar artigos, o Google Scholar. Para realizar essa busca, foram criadas *Strings*, com objetivo de auxiliar e melhorar o retorno de artigos de interesse. Foram utilizadas palavra-chaves e seus sinônimos, para assim ser possível testar as *Strings* formadas, sendo essa palavra-chaves:

| Palavra-Chave | sinônimos |
|----------------|---|
| IoT | Internet of Things |
| Ontolog* | Vocabulary Semantic |
| Relationship | Management |
| SIoTT | Social Internet of Things Social IoT |
| Social Friends | Relationship |

Tabela 1 – Palavras-chave e sinônimos

Definidas as palavras-chave e seus sinônimos, foram elaboradas *Strings*, cujo objetivo é implementar essas palavras e outros termos que poderiam se encaixar no assunto e testadas nas bases. Algumas palavras-chave testadas foram:

| Nº | String |
|----|--|
| 1 | ("ontology"OR "ontologies"OR "semantic vocabulary") AND ("social internet of things"OR "social IoT"OR "SIoT") |
| 2 | ((("ontology"OR "ontologies"OR "semantic vocabulary") AND ("social internet of things"OR "social IoT"OR "SIoT") OR ("internet of things"OR "IoT"OR "Internet of Things") AND ("relation management"OR "relationship"OR "relationship management")) |
| 3 | ("ontology"OR "ontologies"OR "semantic") AND ("social internet of things" OR "SIoT"OR "social IoT") |

Tabela 2 – *Strings* utilizadas para teste de resultados em base de dados

Após a pesquisa por meio das *Strings* da tabela 2, foi decidido que a *String* que será utilizada é a seguinte:

("ontology"OR "ontologies"OR "semantic") AND ("social internet of things" OR "SIoT"OR "social IoT")

Definida a *String*, foi necessário estabelecer uma data de quando inicia a coleta até que ano termina essa separação e coleta. Foi realizado a coleta de artigos dos últimos 10 anos e adicionado no Parsifal, onde é possível visualizar um gráfico de artigos por ano e que nos mostrou um pico de artigos no ano de 2022. Após essa constatação foi definido que a pesquisa levaria em conta os artigos dos últimos 5 anos publicados nas bases de dados escolhidas. Além desse critério, foi adicionado filtros específicos de cada site, para que somente artigos, *Journals* e *conferencias* fossem filtrados e dados como retorno.

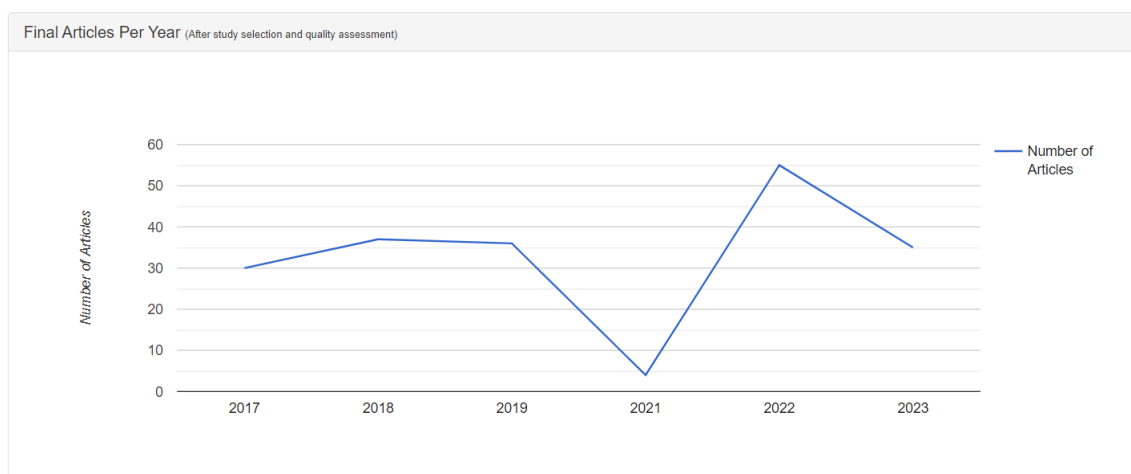


Figura 15 – Numero de Artigos publicados por ano desde 2017

3.3 Seleção de artigos

Nesta etapa são selecionados os artigos a serem lidos, o seu resumo e classificados de forma que seja possível uma avaliação futura. Para isso são utilizados critérios de inclusão e critérios de exclusão, no qual funcionam como requisitos mínimos para uma seleção mais refinada, os artigos devem se encaixar em pelo menos um dos critérios estabelecidos para serem aceitos. Os critérios de inclusão são:

- Artigos Completos,
- Artigos a partir de 2017,
- Artigos de *Journal*, *Magazines* e *Conferences*,
- Artigos que exploram modelos semânticos na IoT ou SIoT,
- Artigos que propõem o uso de ontologias na área de IoT ou SIoT,
- Artigos sobre gerência de relacionamento na SIoT.

O critério de exclusão são definidos de forma que fogem de alguma forma daqueles de inclusão, os critérios são:

- Artigos Duplicados,
- Artigos anteriores a 2017,
- Artigos do tipo *survey* ou revisão de área,
- Artigos que não estão no contexto de IoT ou SIoT,
- Artigos que não propõem uso de ontologias ou modelos semânticos,

- Resumos e resumos expandidos.

Ao total foram encontrados 1678 artigos correspondentes nas bases de dados, sendo sua maioria na Springer, chegando a 1550 artigos. Para uma pesquisa mais especializada e atendendo alguns dos critérios de inclusão e exclusão, foram utilizados filtro de busca avançada. Esses filtros permitem serem escolhidos artigos pelo ano de publicação e tipo de artigo. A figura 16 mostra um gráfico de quanto representa cada base de dados no número total de artigos, para uma melhor visualização e representação foi retirada a Springer, pois a mesma representa um número muito grande de artigos, fazendo com que o gráfico ficasse totalmente com sua representação.

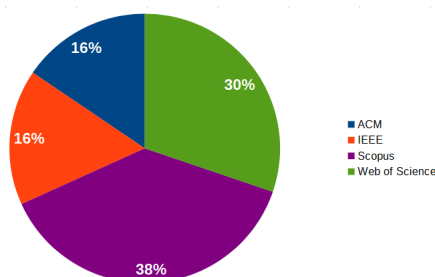


Figura 16 – Numero de Artigos por base de dados

Os artigos por base de dados representam o seguinte número de artigos por bases, com seus filtros aplicados:

| Base de Dados | Número de Artigos |
|----------------|-------------------|
| ACM | 20 |
| IEEE | 21 |
| Scopus | 48 |
| Springer | 1550 |
| Web of Science | 39 |

Tabela 3 – Número de Artigos por bases, aplicando a *String* de busca

3.3.1 Aplicando critério de Inclusão e Exclusão

A primeira fase de análise de um artigo ocorre na decisão se o artigo é aceito ou não com base nos critérios de inclusão e exclusão. Ao ser realizado essa análise é possível verificar como a *String* de busca foi utilizada. Nessa fase, essa aprovação depende da leitura do resumo dos artigos e a busca desses artigos.

Com o auxílio do Parsifal é possível realizar uma busca por artigos duplicados, fazendo assim ser possível a exclusão de sua cópia, permanecendo apenas uma das versões dos artigos. Ao realizar essa busca por duplicados, foram encontrados 73 artigos duplicados, esses artigos não necessariamente são da mesma base de dados. Para os artigos duplicados, eles são rejeitados e classificados como duplicados e somente 1 versão do artigo permanece para a leitura.

Ao realizar a pesquisa ocorreu um retorno muito grande de artigos, para isso foi necessário 1 mês de leitura e separação dos artigos, já que o trabalho de leitura foi realizada só por uma pessoa. Nesta etapa, foi lido somente o resumo de forma que fosse agilizado a aprovação do trabalho. Muito artigos podem ter ficado de fora devido a resumos mal elaborados. Outro motivo de exclusão de artigos foi no caso de alguns artigos retratados, esses artigos foram retirados de publicações a pedidos das revistas, nas quais foram publicados, e foram classificados como não aceitos.

Durante a leitura dos artigos, foi possível visualizar um problema padrão que ocorreu somente no motor de busca da Springer, no qual muito dos artigos retornados não eram realmente relacionados a *string*. Isso pode ter ocorrido porque os operadores booleanos não tiveram o comportamento esperado, diferente do que ocorreu em outros motores de buscas, que ocorria sim de artigos não relacionados a pesquisa de forma de geral, mas para a *string* fazia real sentido. Esses artigos foram excluídos pelos critérios, mas ocorreram de forma mais frequente neste motor de busca. Na figura 17, é possível visualizar o número de artigos aceitos e rejeitados de 4 bases, sendo ela a ACM, IEEE, Scopus e Web of Science, a base de dados Springer não aparece nesse gráfico devido ao volume de artigos e faria com que os limites mínimos e máximo escondesse as outras bases de dados, mas teve 14 artigos aceitos e 1536 artigos rejeitados. O número de artigos representados como aceitos e excluídos foram selecionados conforme os critérios de inclusão e exclusão. No final, tivemos um total de 30 artigos aceitos para a leitura.

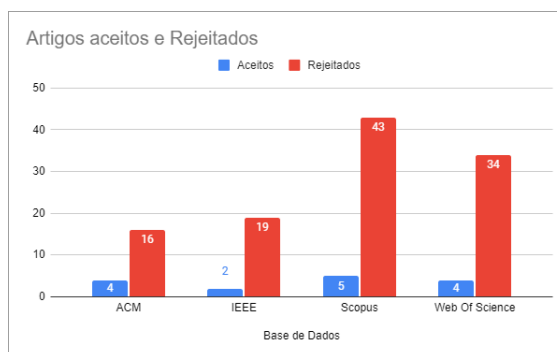


Figura 17 – Numero de Artigos Aceitos e Rejeitados por base de dados

Os artigos selecionados, são apresentados na tabela abaixo e nessa tabela é possível visualizar os artigos e suas referências.w

3.3.2 Avaliação de Qualidade

Após a definição dos artigos que foram aceitos e rejeitados, o próximo passo é uma análise qualitativa dos artigos, no qual são determinados critérios que devem ser dados notas e essas notas vão ser utilizadas para criar um ranque que definirá, qual o artigo está mais relacionado com o assunto, assim servindo como artigo base da pesquisa e esse ranque também servirá para criar uma nota de corte, no qual servira

Tabela 4 – Artigos selecionados pelo critério de Inclusão e Exclusão

| Ref | Artigo |
|------------|--|
| 1 | (ZHOU et al., 2018) |
| 2 | (DEFIEBRE; GERMANAKOS, 2019) |
| 3 | (ALI et al., 2018) |
| 4 | (BOUAZZA; SAID; LAALLAM, 2022) |
| 5 | (WANG et al., 2021) |
| 6 | (BOGEA GOMES; SANTORO; SILVA, 2022) |
| 7 | (VERGARA-LOZANO et al., 2017) |
| 8 | (DHILLON; SINGH, 2023) |
| 9 | (DHILLON; SINGH, 2022) |
| 10 | (SORO et al., 2017) |
| 11 | (KIM; FAN; MOSSE, 2017) |
| 12 | (BIANCHINI et al., 2018) |
| 13 | (WANG; LUO; SUN, 2017) |
| 14 | (ASLAM JARWAR et al., 2023) |
| 15 | (LYAZID, 2021) |
| 16 | (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUMOPOULOS, 2023) |
| 17 | (LAKSHMI et al., 2022) |
| 18 | (MOHANA; PRAKASH; KRINKIN, 2022) |
| 19 | (RUTA et al., 2018) |
| 20 | (MAZAYEV; MARTINS; CORREIA, 2018) |
| 21 | (DORUK, 2022) |
| 22 | (CHOI; RHEE, 2018) |
| 23 | (GORODETSKY et al., 2019) |
| 24 | (PATTON et al., 2021) |
| 25 | (TOMMASINI et al., 2017) |
| 26 | (KOMEIHA et al., 2020) |
| 27 | (KATARIA, 2021) |
| 28 | (GULATI; KAUR, 2019b) |
| 29 | (AL-QEREM et al., 2023) |
| 30 | (GULATI; KAUR, 2019a) |

de filtro para os artigos que mais podem contribuir para a pesquisa. Para isso, foram definidos 9 critérios de qualidade, sendo eles:

- A.** Contém alguma Ontologia?
- B.** Apresenta proposta de regras para gestão de ambiente?
- C.** Contém gerenciamento de regras de serviços?
- D.** A metodologia é bem apresentada?
- E.** Apresenta os passos metodológicos para criação da ontologia?
- F.** Apresenta uma justificativa para o uso dessa ontologia?
- G.** Utiliza reuso de outras ontologias?
- H.** Confronta ou compara a ontologia proposta com outras ontologias voltadas para IoT ou SIoT?
- I.** Contém alguma ontologia aplicado a gestão dos relacionamentos entre dispositivos?

Para a realizar uma análise, cada item deve ser analisado utilizando uma escala Likert, numa escala de 5, variando do 0 até 1, sendo as escala definida como:

- *Strong* - 1 ponto
- *Agree* - 0.75 ponto
- *Partially* - 0.5 ponto
- *Weak* - 0.25 ponto
- *No* - 0 ponto

Após essa definição será necessária a leitura total dos artigos que passaram pelos critérios de inclusão, essa leitura servirá de base para a avaliação de cada artigo. Na tabela 5, está definido a nota de cada artigo selecionado. Porém, durante a procura pelos artigos nos banco de dados, a coluna artigo utiliza as referências cruzadas com a tabela ??, ocorreu um problema de disponibilidade em 9 artigos separados, tendo um impeditivo para o seu acesso, sendo somente pago para a leitura do artigo. Por isso, esse artigos ficaram com nota 0.

Tabela 5 – Avaliação dos artigos conforme os critérios de qualidade

| Artigo e Questão | A | B | C | D | E | F | G | H | I | Total |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| (ZHOU et al., 2018) | 0.75 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 4.25 |
| (DEFIEBRE; GERMANAKOS, 2019) | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 |
| (ALI et al., 2018) | 1 | 0.5 | 0.25 | 0.75 | 0.75 | 1 | 0.5 | 0 | 0.25 | 5.0 |
| (BOUAZZA; SAID; LAALLAM, 2022) | 1 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.75 | 7.0 |
| (WANG et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (BOGEA GOMES; SANTORO; SILVA, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |
| (BOGEA GOMES; SANTORO; SILVA, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (DHILLON; SINGH, 2023) | 0.5 | 0.75 | 0.5 | 0.75 | 0.25 | 5 | 0.5 | 0.25 | 0.75 | 4.75 |
| (DHILLON; SINGH, 2022) | 0.75 | 0.5 | 0 | 0.75 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 2.75 |
| (SORO et al., 2017) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (KIM; FAN; MOSSE, 2017) | 0 | 0.5 | 0.25 | 0.5 | 0 | 0.25 | 0.75 | 0 | 0 | 2.25 |
| (BIANCHINI et al., 2018) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (WANG; LUO; SUN, 2017) | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 |
| (ASLAM JARWAR et al., 2023) | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.25 | 0 | 4.25 |
| (LYAZID, 2021) | 0.75 | 0.25 | 0.25 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.75 | 0 | 0 | 3.5 |
| (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUOMOPOULOS, 2023) | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 0.75 | 1 | 0.75 | 0.25 | 0.75 | 7 |
| (LAKSHMI et al., 2022) | 1 | 0.25 | 0 | 0.5 | 0.25 | 0.75 | 1 | 0.75 | 0.5 | 5 |
| (MOHANA; PRAKASH; KRINKIN, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.25 |
| (RUTA et al., 2018) | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.75 | 0.25 | 0.5 | 0.5 | 0.25 | 0.25 | 4.5 |
| (MAZAYEV; MARTINS; CORREIA, 2018) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (DORUK, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (CHOI; RHEE, 2018) | 1 | 0.25 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.25 | 5.25 |
| (GORODETSKY et al., 2019) | 1 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 0.25 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 0.25 | 4.75 |
| (PATTON et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (TOMMASINI et al., 2017) | 0.75 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.75 | 4.0 |
| (KOMEIHA et al., 2020) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (KATARIA, 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (GULATI; KAUR, 2019b) | 1 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 0.5 | 0.75 | 0.5 | 0.25 | 0 | 4.5 |
| (AL-QEREM et al., 2023) | 0 | 0.25 | 0.25 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.25 |
| (GULATI; KAUR, 2019a) | 1 | 0.75 | 0.25 | 0.75 | 0.25 | 0.75 | 0 | 0 | 0.5 | 4.25 |

Tabela 6 – Artigos aprovados pela nota de corte

| Artigo | Nota |
|--|------|
| (BOUAZZA; SAID; LAALLAM, 2022) | 7 |
| (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUMOPOULOS, 2023) | 7 |
| (CHOI; RHEE, 2018) | 5,25 |
| (ALI et al., 2018) | 5 |
| (LAKSHMI et al., 2022) | 5 |

3.3.3 Resultados da Análise

Ao terminar a avaliação dos artigos selecionados, foi definido uma nota de corte para aceitação final de um artigo é 5, já que dessa forma é possível encontrar os artigos com os maiores ponto de interesse. Após isso ficaram os 7 artigos, nos quais as notaram ficaram acima 5. São eles em ordem de maior nota:

O trabalho (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOUMOPOULOS, 2023) da tabela 6, os autores propõem um *Middleware* da Rede Social Semântica das Coisas (S2NetM), que utiliza as relações sociais para melhorar a interoperabilidade semântica em sistemas semânticos. A principal contribuição do trabalho é a especificação do S2NetM de uma ontologia associada, com um estudo demonstrado a sua eficácia. Utiliza de um Gerenciamento de Contexto (CM) que coleta, processa e analisa dados de dispositivos IoT e outras fontes para fornecer serviços sensíveis ao contexto. O CM trabalha com motores semânticos a fim de criar uma visão unificada de um sistema SIoT.

Utiliza de um componente de descoberta de serviços, para descobrir e localizar serviços, utiliza de protocolos para descoberta de serviços simples (SSDP) e protocolo de localização de serviço (SLP) e o protocolo de descoberta de serviço do sistema de nomes de domínio(DNS-SD). O sistema também conta com um módulo responsável pela gestão de relacionamento entre os usuários e dispositivos, utilizando de técnicas de redes sociais, podendo fornecer serviços personalizados ao usuário e dispositivos, resultando em interações mais inteligentes e eficientes.

A metodologia apresentada pelo trabalho bem a especificação e a categorização de cada componente do sistema apresentado, a criação da ontologia em si do sistema bem explica, com os gráficos de como ficou montado a sua ontologia. Para a criação desse motor semântico foram reutilizados algumas ontologias, para facilitar a criação e a interoperabilidade os autores utilizaram várias ontologias amplamente disponibilizadas, como FOAF, SSN e IoT-lite.

Para analisar e verificar o desempenho foram estabelecidas métricas como tempo de cálculo de configuração, atraso no processamento de solicitações e o uso de memória do sistema. Não foram utilizadas outras ontologias e modelos para comparação.

Ao final, os autores concluem que o S2NetM proposto atende ao as necessidades como a interoperabilidade semântica entre as diversas entidades, aplicações e redes que compõem o sistema, de forma que aproveita as tecnologias semânticas para

estabelecer e aprimorar relações sociais entre entidades. Como trabalho futuro, os autores desejam aprimorar o que já foi estabelecido e a integração de *machine learning* e na integração de IA, com um aprimoramento dos mecanismos de alinhamento de ontologias.

O trabalho (CHOI; RHEE, 2018) da tabela 6, os autores propõem um sistema para gestão de confiança e o modelo *Trusted Resource Sharing* (TRS), em português Compartilhamento de Recursos Confiáveis, no qual descreve um relacionamento, perfil de relacionamento e informações de uso entre o recurso e o usuário, a implementação é por uma ontologia, pois o índice de confiança é muito diversificado conforme o serviço alvo e a preferência do usuário.

A metodologia do trabalho é bem apresentada, mas de forma resumida de forma que algumas partes importantes não fossem adicionadas ao texto, como a implementação da ontologia e por que utilizou a ontologia e qual ontologia reutilizou no desenvolvimento. Porém, ao olhar a criação da gestão de confiança, o trabalho apresenta todos os passos de criação.

O gerenciamento de serviços é utilizado e conectado a trabalhos anteriores dos autores, no qual é denominado Metadados entre domínios (CDM), no qual cria informações estruturadas em grafos para o ambiente SloT para íntegra metadados de recursos de diversos serviços de domínio como estrutura comum.

Os autores não realizam a comparação entre outros objetos e apenas utilizam de dados sintéticos para os testes, para uma análise de confiança. O modelo proposto pelos autores foi capaz de realizar o seu objetivo inicial de descreve relacionamentos, perfil de confiança e informações sobre o usuário e os recursos. Não são apresentados trabalhos futuros.

O trabalho (ALI et al., 2018) da tabela 6, os autores propõem a uma arquitetura que fornece uma base para o desenvolvimento de microsserviços leves baseados em objetos web socialmente conectados. Para descobrir objetos de forma eficiente e reduzir a complexidade dos processos de provisionamento de serviços. Para a realização das operações de serviço, foi desenvolvido um modelo de ontologia.

O trabalho utiliza uma plataforma chamada *Web of Objects* (WoO), em português Teia de Objetos, para a virtualização dos objetos e ambiente, no qual utiliza de modelos de relacionamento social e um agente social que obtém o perfil do usuário e detalhes de suas amizades nas mídias sociais. A metodologia do trabalho é bem apresentada, nos justificando o uso de cada componente necessário para a construção do protótipo e como chegaram em cada fase de construção. Uma ressalva é a falta de uma explicação mais detalhada da construção da ontologia construída.

A ontologia utilizada é criada pelos autores e algumas são aquelas disponíveis na plataforma WoO, no qual utiliza de Objetos virtuais e Objetos Virtuais Compostos. A explicação para o uso dessas ontologias é explica vagamente no texto. Já a análise

dos dados, são feitos a partir de duas perspectivas, sendo elas a análise do tempo necessário para descobrir um novo objeto na rede com ou sem critério de relacionamento social, e o segundo experimento é sobre a análise do tempo de execução necessário para os CVO's.

Os autores concluíram que conseguiram propor um modelo de relacionamento social que permite uma descoberta eficiente de objetos e a redução da complexidade do processo de prestação de serviços. Com um modelo desenvolvido para realizar uma interação social entre objetos heterogêneos.

O trabalho (LAKSHMI et al., 2022) da tabela 6, os autores propõem uma estrutura, chamada de OntoSSSO para recomendar objetos inteligentes socialmente semelhantes aos usuários, incorpora inteligência semântica. Ao final os autores realizam uma comparação entre outro modelo, utilizando de métricas de desempenho.

A estrutura OntoSSSo é criada a partir de um híbrido, com a utilização de três ontologias, sendo elas a SSN, é uma ontologia padrão para descrever sensores, propriedades observadas e atuadores, a *Semantic Web technologies into Second Life* (semSL) é uma ontologia para interações em redes sociais e a ontologia *Semantic Sensor Network Ontology* (SOSA), no qual fornece uma especificação e de uso geral para representar a interação entre os objetos envolvidos. Não são demonstrados regras para o gerenciamento de serviços.

A metodologia do trabalho é apresentada para entender a construção da estrutura e a justificar a escolha de todos os processos, mas de maneira a não aprofundar na construção da estrutura e nem apresentar como fica a construção. A ontologia não é apresentada a sua forma agregada e híbrida final, apenas é apresentado alguns cálculos e explicação de cada ontologia.

Para a comparação são utilizados três modelos de sistemas, sendo eles Seleção de Amizade Baseada em Recomendação de Objeto (ORFS), Arquitetura e Recomendação Descentralizada Centrada no Ser Humano (HDAR) e Sistema de Recomendação de Serviço Baseado em Relacionamentos Sociais (SRSRS). São comparados a precisão, o *recall*, a porcentagem de medida de pertinência dos resultados e a taxa de falsos positivos renderizados pelo modelo. Ao utilizar esses modelos, o modelo da OntoSSSO apresenta uma maior precisão, um *recall* e pertinência maior e uma taxa de falsos positivos menor.

3.3.4 Análise das Questões de Pesquisa

Durante a elaboração da Revisão Sistemática de Literatura foram desenvolvidas 2 perguntas, nas quais serviram para motivar essa revisão, com o objetivo de após o término serem respondidas e assim chegar a uma conclusão da pesquisa.

As perguntas foram

Q1 - Existência de ontologias proposta para gestão dos relacionamentos entre dis-

positivos em uma SloT?

As ontologias propostas nos trabalhos lidos e classificados tiveram algumas com foco na gestão de relacionamento, como o trabalho do (PLIATSIOS; LYMPERIS; GOU-MOPOULOS, 2023), no qual utilizou um módulo específico do seu *Middlware*, para a gestão dos relacionamentos, como o trabalho do (CHOI; RHEE, 2018) que mostra uma gestão para os relacionamentos por uma ontologia definida. Já o trabalho de (LAKSHMI et al., 2022) desenvolveu uma ontologia para gestão de relacionamento, onde a confiabilidade é um dos principais focos do trabalho. Já os demais trabalhos classificados utilizam ontologias já prontas e não tem o principal foco na gestão dos relacionamentos, mas sim na gestão do serviço.

Q2 - Existência de infraestrutura para SloT que explorem o uso de ontologias para gestão das regras de negócio aplicadas a recomendação de recursos Os trabalhos classificados trabalham com as regras de negócio, porém não são explicados a sua construção muitas vezes. Esses trabalho focam na criação de uma ontologia para as regras de negócio, porém não mostram a sua construção e quais os impactos dessas regras criadas e aplicadas. O trabalho de (CHOI; RHEE, 2018) tem como foco na gestão de recursos, com o uso de ontologias e com um foco no relacionamento. Não ocorreu a comparação entre outras regras de serviços.

4 CONCLUSÃO

Ao realizar uma Revisão Sistemática de Literatura, temos como objetivo encontrar artigos que são relacionados as nossas pesquisas e responder às questões de pesquisa, na qual terá como auxiliar na evolução de uma pesquisa. Neste trabalho o objetivo principal era encontrar ontologia focada na gestão de relacionamento entre dispositivos em uma SIoT e uma estrutura que utiliza ontologias para a gestão de regras de serviço.

Para a construção dessa RSL, foi determinado um período para as publicações entre os anos de 2017 até 2023, esses artigos foram selecionados em 5 base de dados, base essas que nos retornaram 1678 artigos. Ao utilizar a *String* construída, foi observado um problema no motor de busca da Springer, no qual não conseguiu filtrar muito bem os artigos e nos retornando artigos que muitas vezes não eram relacionadas a nossa *String* de busca, no retornando assim 1550 artigos e após uma seleção tendo apenas 14 artigos tidos como aprovados.

Após a primeira classificação com os critérios de inclusão e exclusão, os artigos passaram pela avaliação de qualidade, no qual só foi possível realizar uma classificação em apenas 21 artigos, já que 9 artigos não foram possíveis de se encontrar para a leitura completa. A avaliação teve uma nota de corte de 5, para assim ter uma classificação, com as maiores notas possíveis, não excluindo todos os artigos, já que a maior nota de um trabalho foi 7.

Os artigos selecionados foram aqueles que mais tinha critérios de qualidade com nota alta. A pesquisa se mostrou útil ao apresentar artigos nos quais são possíveis de se utilizar na pesquisa para trabalhos futuros. Alguns dos artigos encontrados e analisados nos apresenta muito bem alguns conceitos e ontologia para a construção de uma arquitetura possível. Um problema encontrado é a falta da disponibilidade de arquivos importantes para a criação e para a comprovação dos resultados, tendo a falta de *links* para repositórios, gits ou locais de armazenamento de dados. Isso acaba por dificultar a expansão de trabalhos já realizados.

Com relação ao objetivo geral, que era de encontrar artigos como base para os trabalhos, foram encontrados de forma parcial, tendo artigos que auxiliam na criação

e explicação, mas sem os códigos para comparação e artigos que nos auxiliam como referencial teórico.

A revisão sistemática de literatura permitiu observar a relevância da área de pesquisa no contexto SIoT e IoT, mostrando um crescimento na publicação de artigos nessa área. Com a popularização dos objetos inteligentes, se tornou necessário a construção de mecanismo que auxiliem na configuração e organização de ambientes capazes de administrar esses dispositivos, devido a isso é possível encontrar diversos trabalhos para organizar esses ambientes, como no VISO, trabalho que visa a organização com o foco na recomendação de amizades.

Os trabalhos encontrados durante a RSL, apresentam alguns modelos semânticos para a definição de regras de serviço e gerenciamento de amizades, porém não apresentam formas de realizar testes ou de reutilização desses modelos. Esses modelos são ocultados de forma que são apenas mencionados, não sendo possível reutilizar ou verificar o funcionamento desses modelos semânticos.

Neste contexto é possível ver a necessidade da definição de um conjunto de vocabulários para a definição dessas regras de serviço e para o gerenciamento de amizades, a RSL permitiu encontrar exemplos de ontologias que podem ser exploradas para a solução desse problema. Com o uso de ontologias é possível construir modelos que permitem o funcionamento conforme um conjunto de regras estabelecidas conforme estabelecido por uma abordagem.

Como trabalho futuro, objetiva-se a concepção de uma ontologia capaz de responder às questões de pesquisa e atenda aos requisitos necessários na abordagem VISO, para permitir a gestão dos relacionamentos e a implementação das regras de negócio. Construindo um modelo semântico, com o uso de ontologias já estabelecidas e conhecidas como a FoaF e muitas outras, outro fator importante é determinar um vocabulário que atenda as regras de serviço do método ONA.

REFERÊNCIAS

AL-QEREM, A.; ALI, A. M.; NASHWAN, S.; ALAUTHMAN, M.; HAMARSHEH, A.; NABOT, A.; JIBREEN, I. Transactional Services for Concurrent Mobile Agents over Edge/Cloud Computing-Assisted Social Internet of Things. **ACM Journal of Data and Information Quality**, [S.l.], v.15, n.3, p.1–20, 2023.

ALI, S.; KIBRIA, M. G.; JARWAR, M. A.; LEE, H. K.; CHONG, I. A model of socially connected web objects for IoT applications. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [S.l.], v.2018, p.1–20, 2018.

AMIN, F.; MAJEED, A.; MATEEN, A.; ABBASI, R.; HWANG, S. O. A systematic survey on the recent advancements in the Social Internet of Things. **IEEE Access**, [S.l.], v.10, p.63867–63884, 2022.

ASLAM JARWAR, M.; WATSON, J.; ANI, U.; CHALMERS, S. Industrial Internet of Things Security Modelling using Ontological Methods. , [S.l.], 2023.

BIANCHINI, D.; DE ANTONELLIS, V.; GARDA, M.; MELCHIORI, M. Exploiting smart city ontology and citizens' profiles for urban data exploration. In: ON THE MOVE TO MEANINGFUL INTERNET SYSTEMS. OTM 2018 CONFERENCES: CONFEDERATED INTERNATIONAL CONFERENCES: COOPIS, C&TC, AND ODBASE 2018, VALLETTA, MALTA, OCTOBER 22-26, 2018, PROCEEDINGS, PART I, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.372–389.

BOGEA GOMES, S.; SANTORO, F. M.; SILVA, M. Mira da. An Ontological Analysis of Digital Technology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPTUAL MODELLING, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.92–101.

BOUAZZA, H.; SAID, B.; LAALLAM, F. Z. A hybrid IoT services recommender system using social IoT. **Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences**, [S.l.], v.34, n.8, p.5633–5645, 2022.

CANDAN, K. S.; LIU, H.; SUVARNA, R. Resource Description Framework: Metadata

and Its Applications. **SIGKDD Explor. Newsl.**, New York, NY, USA, v.3, n.1, p.6–19, jul 2001.

CHOI, H.-S.; RHEE, W.-S. Social based trust management system for resource sharing service. In: OF THE 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEMS, METAHEURISTICS & SWARM INTELLIGENCE, 2018. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2018. p.148–152.

CORCHO, O.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. Ontological engineering. **With examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web (Advanced Information and Knowledge Processing)**, [S.l.], 2004.

DEFIEBRE, D.; GERMANAKOS, P. A human-centred business scenario in siot–the case of danos framework. In: HUMAN-COMPUTER INTERACTION–INTERACT 2019: 17TH IFIP TC 13 INTERNATIONAL CONFERENCE, PAPHOS, CYPRUS, SEPTEMBER 2–6, 2019, PROCEEDINGS, PART IV 17, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.579–583.

DENNY, Y.; KRISTIANTORO, A.; SPITS WARNARS, H. L. H.; BUDIHARTO, W. SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ON ABSTRACTIVE TEXT SUMMARIZATION USING KITCHENHAM METHOD. **ICIC Express Letters**, [S.l.], v.12, p.1075–1080, 11 2021.

DHILLON, P.; SINGH, M. An ontology oriented service framework for social IoT. **Computers & Security**, [S.l.], v.122, p.102895, 2022.

DHILLON, P.; SINGH, M. An extended ontology model for trust evaluation using advanced hybrid ontology. **Journal of Information Science**, [S.l.], p.01655515221128424, 2023.

DORUK, A. Sensor Application Ontology for Internet of Things. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.171–177.

GORODETSKY, V.; KOZHEVNIKOV, S.; NOVICHKOV, D.; SKOBELEV, P. O. The framework for designing autonomous cyber-physical multi-agent systems for adaptive resource management. In: INDUSTRIAL APPLICATIONS OF HOLONIC AND MULTI-AGENT SYSTEMS: 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE, HOLOMAS 2019, LINZ, AUSTRIA, AUGUST 26–29, 2019, PROCEEDINGS 9, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.52–64.

GUARINO, N. **Formal ontology in information systems**: Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy. [S.l.]: IOS press, 1998. v.46.

GULATI, N.; KAUR, P. D. When things become friends: a semantic perspective on the Social Internet of Things. In: SMART INNOVATIONS IN COMMUNICATION AND COMPUTATIONAL SCIENCES: PROCEEDINGS OF ICSICCS 2017, VOLUME 2, 2019. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2019. p.149–159.

GULATI, N.; KAUR, P. D. Towards socially enabled internet of industrial things: architecture, semantic model and relationship management. **Ad Hoc Networks**, [S.l.], v.91, p.101869, 2019.

HALLER, S. The things in the internet of things. **Poster at the (IoT 2010). Tokyo, Japan, November**, [S.l.], v.5, n.8, p.26–30, 2010.

JAIN, A.; FARKAS, C. Secure Resource Description Framework: An Access Control Model. In: ELEVENTH ACM SYMPOSIUM ON ACCESS CONTROL MODELS AND TECHNOLOGIES, 2006, New York, NY, USA. **Proceedings...** Association for Computing Machinery, 2006. p.121–129. (SACMAT '06).

JARWAR, M. A.; WATSON CBE FRENG, J.; ANI, U. P. D.; CHALMERS, S. Industrial Internet of Things security modelling using ontological methods. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE INTERNET OF THINGS, 12., 2022. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2022. p.163–170.

KATARIA, P. Towards a Semantic Classification of Possible Human-to-Environment Interactions in IoT. In: DISTRIBUTED, AMBIENT AND PERVASIVE INTERACTIONS: 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE, DAPI 2021, HELD AS PART OF THE 23RD HCI INTERNATIONAL CONFERENCE, HCII 2021, VIRTUAL EVENT, JULY 24–29, 2021, PROCEEDINGS 23, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.135–152.

KAUR, A.; ANAND, D. Trust Management in SloT. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORK TECHNOLOGIES (CSNT), 2021., 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.789–795.

KIM, J. E.; FAN, X.; MOSSE, D. Empowering end users for social internet of things. In: SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET-OF-THINGS DESIGN AND IMPLEMENTATION, 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.71–82.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, [S.l.], v.33, n.2004, p.1–26, 2004.

KOMEIHA, F.; CHENIKI, N.; SAM, Y.; JABER, A.; MESSAI, N.; DEVOGELE, T. Towards a privacy conserved and linked open data based device recommendation in iot. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE-ORIENTED COMPUTING, 2020. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2020. p.32–39.

KOWSHALYA, A. M.; VALARMATHI, M. Trust management in the social internet of things. **Wireless Personal Communications**, [S.l.], v.96, p.2681–2691, 2017.

LAKSHMI, R. V.; DEEPAK, G.; SANTHANAVIJAYAN, A.; RADHA, S. Search for Social Smart Objects Constituting Sensor Ontology, Social IoT and Social Network Interaction. In: SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON I-SMAC (IOT IN SOCIAL, MOBILE, ANALYTICS AND CLOUD)(I-SMAC), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.60–65.

LI, S.; XU, L. D.; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information systems frontiers**, [S.l.], v.17, p.243–259, 2015.

LYAZID, S. Internet of robot things in a dynamic environment: narrative-based knowledge representation and reasoning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AND UBIQUITOUS SYSTEMS: COMPUTING, NETWORKING, AND SERVICES, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.520–526.

MALEKSHAHI RAD, M.; RAHMANI, A. M.; SAHAFI, A.; NASIH QADER, N. Social Internet of Things: vision, challenges, and trends. **Human-centric Computing and Information Sciences**, [S.l.], v.10, n.1, p.1–40, 2020.

MAZAYEV, A.; MARTINS, J. A.; CORREIA, N. Semantically enriched hypermedia apis for next generation iot. In: INTEROPERABILITY, SAFETY AND SECURITY IN IOT: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE, INTERIOT 2017, AND FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE, SASEIOT 2017, VALENCIA, SPAIN, NOVEMBER 6-7, 2017, PROCEEDINGS 3, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.19–26.

MEHTA, R.; SAHNI, J.; KHANNA, K. Internet of Things: Vision, Applications and Challenges. **Procedia Computer Science**, [S.l.], v.132, p.1263–1269, 2018. International Conference on Computational Intelligence and Data Science.

MOHANA, S.; PRAKASH, S. S.; KRINKIN, K. Semantic rules for service discovery in social Internet of Things. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS AND INVENTIVE TECHNOLOGY (ICSSIT), 2022., 2022. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2022. p.119–124.

PATTON, E. W.; VAN WOENSEL, W.; SENEVIRATNE, O.; LOSETO, G.; SCIOSCIA, F.; KAGAL, L. The Punya platform: building mobile research apps with linked data and semantic features. In: THE SEMANTIC WEB–ISWC 2021: 20TH INTERNATIONAL SEMANTIC WEB CONFERENCE, ISWC 2021, VIRTUAL EVENT, OCTOBER 24–28, 2021, PROCEEDINGS 20, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.563–579.

PERFORM Systematic Literature Reviews. Disponível em: <<https://parsif.al/about/>>. Acesso em: 2023-12-04.

PLIATSIOS, A.; LYMPERIS, D.; GOUMOPOULOS, C. S2NetM: A Semantic Social Network of Things Middleware for Developing Smart and Collaborative IoT-Based Solutions. **Future Internet**, [S.l.], v.15, n.6, p.207, 2023.

ROOPA, M.; PATTAR, S.; BUYYA, R.; VENUGOPAL, K. R.; IYENGAR, S.; PATNAIK, L. Social Internet of Things (SIoT): Foundations, thrust areas, systematic review and future directions. **Computer Communications**, [S.l.], v.139, p.32–57, 2019.

RUTA, M.; SCIOSCIA, F.; LOSETO, G.; GRAMEGNA, F.; PINTO, A.; DI SCIASCIO, E. Semantic-based Social Intelligence through Multi-Agent Systems. In: WOA, 2018. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2018. p.96–102.

SHAMSZAMAN, Z. U.; ALI, M. I. Toward a smart society through semantic virtual-object enabled real-time management framework in the social Internet of Things. **IEEE Internet of Things Journal**, [S.l.], v.5, n.4, p.2572–2579, 2017.

SINGH, S.; SINGH, N. Internet of Things (IoT): Security challenges, business opportunities reference architecture for E-commerce. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN COMPUTING AND INTERNET OF THINGS (ICGCIOT), 2015., 2015. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2015. p.1577–1581.

SINHA, S. **State of IoT 2023**: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally. Disponível em: <<https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>>. Acesso em: 2023-11-16.

SIVAKUMAR, R.; ARIVOLI, P. Ontology visualization PROTÉGÉ tools—a review. **International Journal of Advanced Information Technology (IJAiT) Vol**, [S.l.], v.1, 2011.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, [S.l.], v.104, p.333–339, 2019.

SORO, A.; BRERETON, M.; ROE, P.; WYETH, P.; JOHNSON, D.; AMBE, A. H.; MORRISON, A.; BARDZELL, S.; LEONG, T. W.; JU, W. et al. Designing the social internet of things. In: CHI CONFERENCE EXTENDED ABSTRACTS ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2017., 2017. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2017. p.617–623.

TOMMASINI, R.; BONTE, P.; DELLA VALLE, E.; MANNENS, E.; DE TURCK, F.; ONGENAE, F. Towards ontology-based event processing. In: OWL: EXPERIENCES AND DIRECTIONS—REASONER EVALUATION: 13TH INTERNATIONAL WORKSHOP, OWLED 2016, AND 5TH INTERNATIONAL WORKSHOP, ORE 2016, BOLOGNA, ITALY, NOVEMBER 20, 2016, REVISED SELECTED PAPERS 13, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.115–127.

VERGARA-LOZANO, V.; MEDINA-MOREIRA, J.; ROCHINA, C.; GARZÓN-GOYA, M.; SINCHÉ-GUZMÁN, A.; BUCARAM-LEVERONE, M. An ontology-based decision support system for the management of home gardens. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGIES AND INNOVATION, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.47–59.

WANG, P.; LUO, H.; SUN, Y. IoT service recommendation strategy based on attribute relevance. In: UBIQUITOUS COMPUTING AND AMBIENT INTELLIGENCE: 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE, UCAMI 2017, PHILADELPHIA, PA, USA, NOVEMBER 7–10, 2017, PROCEEDINGS, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. p.34–43.

WANG, X.; YIN, C.; FAN, X.; WU, S.; WANG, L. An IoT Ontology Class Recommendation Method Based on Knowledge Graph. In: KNOWLEDGE SCIENCE, ENGINEERING AND MANAGEMENT: 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE, KSEM 2021, TOKYO, JAPAN, AUGUST 14–16, 2021, PROCEEDINGS, PART I 14, 2021. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2021. p.666–678.

XIAO, Y.; WATSON, M. Guidance on conducting a systematic literature review. **Journal of planning education and research**, [S.l.], v.39, n.1, p.93–112, 2019.

ZHOU, B.; MAINES, C.; TANG, S.; SHI, Q.; YANG, P.; YANG, Q.; QI, J. A 3-D security modeling platform for social IoT environments. **IEEE Transactions on Computational Social Systems**, [S.l.], v.5, n.4, p.1174–1188, 2018.