

**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Paraíba

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba**

**Campus João Pessoa**

**Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação**

**Nível Mestrado Profissional**

**MARIA CAMILA LIJÓ**

**REVISÃO SISTEMÁTICA PARA MONITORAMENTO E  
ACIONAMENTO ELÉTRICO E DE TEMPERATURA EM  
AMBIENTE DE PROVEDOR DE INTERNET**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JOÃO PESSOA**

**2022**

**Maria Camila Lijó**

**Revisão Sistemática para Monitoramento e Acionamento  
Elétrico e de Temperatura em Ambiente de Provedor de  
Internet**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Dra. Luciana Pereira Oliveira

João Pessoa

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP  
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, campus João Pessoa

L727r

Lijó, Maria Camila

Revisão Sistemática para Monitoramento e Acionamento Elétrico e de Temperatura em Ambiente de Provedor de Internet/ Maria Camila Lijó. – 2022.

73 f : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB / Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação - PPGTI. 2022.

Orientador: Prof. Dra. Luciana Pereira Oliveira;

1. *Point of Presence* (POP) 2. *Internet of thing* (IOT) 3. Monitoramento de energia 4. Monitoramento de temperatura 5. Prevenção remota de falhas 6. Solução remota de falhas I. Título

CDU 004.72

**Maria Camila Lijó**

**Revisão Sistemática para Monitoramento e Acionamento  
Elétrico e de Temperatura em Ambiente de Provedor de  
Internet**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Aprovado em 29 de Setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

---

**Prof. Dra. Luciana Pereira Oliveira**  
Orientador

---

Prof. Dr. Anderson Fabiano Batista Ferreira da  
Costa – IFPB  
Avaliador

---

Prof. André Luis Boni Déo – SENSEDIA  
Avaliador Externo

---

Prof. Dr. Paulo Ditarso Maciel – IFPB  
Avaliador

Prof. Dra. Luciana Pereira Oliveira (Orientador)

Visto e permitida a impressão  
João Pessoa

Prof. Dra. Damires Yluska de Souza Fernandes  
Coordenador PPPGTI

*Este trabalho é dedicado aos meus pais Lidinalvo José e Isabel Cristina que sempre estiveram ao meu lado. E aos meus irmãos: Luanna, Isali, Vobel, Cariatirim e Elizafam. Sempre juntos em cada etapa da minha jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho é dedicado às pessoas que acreditaram no meu potencial e me ajudaram a concretizar um sonho. Dedico aos meus pais, que sempre estiveram comigo em todos os momentos. Aos meus irmãos que seguraram minhas mão nos momentos difíceis, aos meus professores, que me guiaram na jornada e aos meus amigos, que tiveram paciência para as "desculpas" dadas para não encontra-los. Em especial para Linaldo Ramos que me incentivou a entrar no programa de mestrado e em que chegaria até o fim do programa. E não posso esquecer da minha orientadora que teve muita paciência em me guiar e incentivar até o fim dessa jornada.

## RESUMO

Em provedores de serviços, existem equipes que precisam se deslocar para resolver falhas nos equipamentos presentes em um ou mais *PoPs* (*Points of Presence*). O maior problema, é quando existe uma ocorrência e o deslocamento para correções por indisponibilidade do serviço. Acredita-se que isso pode ser evitado, quando se faz o monitoramento das seguintes variáveis: energia, temperatura interna e externa do PoP, nível de carga do banco de baterias e mudanças climáticas (chuva, nevoeiro e ventos fortes). Por isso, este trabalho realiza uma revisão sistemática com a ferramenta *start* para encontrar evidências de como essas variáveis são trabalhadas nos artigos para garantir um melhor funcionamento do PoP sem a necessidade da atuação presencial de técnicos. Diferente dos *datacenters* os POP estão distantes das regiões metropolitanas, prejudicando o SLA dos ISP's. Esse trabalho apresenta resultados que podem minimizar a indisponibilidade dos ativos do ISP e trabalha com soluções com base em algumas variáveis para diminuir ou evitar o deslocamento do técnico para tratar algum incidente em POP's.

**Palavras-chaves:** PoP, monitoramento, acionamento, temperatura, energia.

## ABSTRACT

In service providers, there are teams that need to travel to resolve failures in equipment present in one or more Points of Presence - POPs. The biggest problem is when there is an occurrence and the displacement for corrections due to unavailability of the service. It is believed that this can be avoided when monitoring the following variables: energy, POP internal and external temperature, battery bank charge level and climate changes (rain, fog and strong winds). Therefore, this work performs a systematic review with the start tool to find evidence of how these variables are worked on in the articles to ensure a better functioning of the PoP without the need for the presence of technicians. Unlike datacenters POPs are far from metropolitan regions, undermining the ISP's SLA. This work presents results that can minimize the unavailability of the ISP's assets and works with solutions based on some variables to reduce or avoid the displacement of the technician to deal with an incident in POP's.

**Key-words:** PoP, monitoring, activation, temperature, energy..

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de uma Estação Rádio Base (VAZ; ROHLEDER, 2016). . . . .	20
Figura 2 – Fluxo do processo da Revisão Sistemática . . . . .	23
Figura 3 – Fases do protocolo de pesquisa . . . . .	28
Figura 4 – Protocolo de Pesquisa (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022) . . . . .	29
Figura 5 – Variável de temperatura X Variável de energia (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022) . .	30
Figura 6 – Variáveis extraídas da Classificação PoP (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022) . . . . .	32
Figura 7 – Quantidade de trabalhos dos últimos 10 anos. . . . .	33
Figura 8 – Palavras-chaves da Fase B do protocolo de pesquisa. . . . .	34
Figura 9 – Sensores e atuadores com soluções em artigos . . . . .	35
Figura 10 – Sensores e atuadores com soluções em trabalhos . . . . .	36
Figura 11 – Protocolos . . . . .	37
Figura 12 – Ferramentas para construir um protótipo . . . . .	38
Figura 13 – Área de atuação dos trabalhos analisados . . . . .	38

# **LISTA DE TABELAS**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

POP	Points of Presence
SLA	Service Level Agreement
ISP	Internet Service Provider
IoT	Internet of thing
NOC	Network Operations Center
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TI	Tecnologia da Informação
QoS	Quality of service
KPI	Key Performance Indicator
SNMP	Simple Network Management Protocol
SDN	Software-Defined Networking
CDN	Content Delivery Network
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
CoAP	Constrained Application Protocol
HTTP	HyperText Transfer Protocol
RFID	Radio-Frequency Identification
GSM	Groupe Special Mobile
NFV	Network function virtualization
SLR	Single Lens Reflex
IA	Inteligência Artificial

# LISTA DE SÍMBOLOS

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\Lambda$	Lambda
$\zeta$	Letra grega minúscula zeta
$\in$	Pertence

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Motivação e Definição do Problema</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
1.2.1	Geral	16
1.2.2	Específicos	16
<b>1.3</b>	<b>Estrutura do Documento</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Acordo de nível de serviço</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Centro de Operações de Rede</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<i>Internet Service Provider</i>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Trabalhos Relacionados a Revisão Sistemática</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Revisão Sistemática</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Protocolo de Pesquisa</b>	<b>24</b>
3.2.1	Questões de Pesquisa	24
3.2.1.1	<i>Fase A</i>	24
3.2.1.2	<i>Fase B</i>	25
3.2.2	Estratégia de Busca e <i>String</i> de Busca	25
3.2.3	Critérios utilizados Fase A e Fase B	26
3.2.4	Critérios de Exclusão	26
3.2.5	Critérios de Inclusão	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Fase A</b>	<b>28</b>
4.1.1	RQ1: Os PoPs oferecem apenas serviço de conectividade?	28
4.1.2	RQ2: Qual a importância da variável temperatura para Pops?	29
4.1.3	RQ3: Qual a importância da variável energia para os PoPs?	31
4.1.4	RQ4: Quais variáveis devem ser monitoradas para evitar ter que viajar um técnico para solucionar problemas de PoPs?	31
<b>4.2</b>	<b>Fase B</b>	<b>33</b>
4.2.1	RQ1: Quais sensores e atuadores são encontrados como soluções para evitar tempo de inatividade em PoPs?	34
4.2.2	RQ2: Quais algoritmos foram apresentados para evitar indisponibilidade do dispositivo no PoP?	35

4.2.3	RQ3: Quais protocolos (aplicação e transmissão) foram apresentadas nas soluções que podem ser aplicáveis aos PoPs? . . . . .	37
4.2.4	RQ4: Quais linguagens de programação e equipamentos foram usados nos protótipos que podem ser aplicáveis para solucionar problemas de PoPs? . .	37
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS . . . . .</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .</b>	<b>42</b>
	<b>Appendices</b>	<b>47</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Internet é indispensável para se obter informações que podem estar em qualquer local do mundo. Garantir a disponibilidade e escalabilidade do serviço de Internet, muito importante a fim de que o usuário final tenha o acesso ao serviço de forma transparente a qualquer falha que possa ocorrer na rede do *Internet Service Provider* (ISP) (Anwar et al., 2017).

Uma maneira que garante ao usuário final avaliar o acesso ao serviço de Internet é um contrato que fornece aspectos específicos e mensuráveis relacionados às ofertas do serviço prestado pelo ISP. No cenário de ISP, a ideia de SLA (*Service Level Agreement*) está ligada ao controle da qualidade do serviço entre o ISP e o cliente. O SLA define a saída do serviço de acordo com a metodologia e critérios definidos pelo provedor de serviço, onde as métricas específicas variam de acordo com o setor e a finalidade do SLA.

Dessa forma, para o ISP's, o SLA é o ponto chave para garantir qualidade ao serviço prestado, pois está diretamente ligado à disponibilidade do serviço do cliente. A operação de contingência das falhas deve ser planejada e administrada de tal forma que o gerenciamento do serviço esteja em conformidade com os resultados do serviço entregue versus o SLA aplicado.

Algumas das falhas nos ambientes de ISP exigem o técnico no local e outras falhas podem ser corrigidas remotamente. Contudo, esse processo depende totalmente da infraestrutura da rede, considerando a grande diversidade de ativos e distanciamento dos *PoP* com relação às regiões metropolitanas próximas. Em caso de indisponibilidade de algum ativo de rede ou ambiente (PoP), o tempo de deslocamento de técnicos será somado à indisponibilidade do serviço proporcionado pelo PoP em questão (Rosas; Constante; Oliveira, 2016).

Para garantir o mínimo de condições no ambiente de ISP é importante manter a refrigeração e abrigar uma fonte de energia (*no-breaks* ou baterias), para proteção dos ativos de rede que podem estar organizados em *racks* (Anwar et al., 2017). É importante destacar que cada ativo de rede possui características específicas de processamento e fonte de alimentação, com distintos valores de consumos de energia. Por isso, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática do monitoramento e acionamento em ambientes que possuam ativos de rede, para um gerenciamento efetivo do local ou dos dispositivos, pois um grande desafio para os ISP's é prever falhas e planejar o deslocamento dos técnicos ao PoP antes de que ocorra a indisponibilidade em algum equipamento no ambiente. Esse processo depende totalmente da infraestrutura da rede e da grande diversidade de variáveis que devem estar sempre disponíveis para serem monitoradas remotamente.

## 1.1 Motivação e Definição do Problema

O conceito de pontos de presença (*PoP*) ganhou destaque durante o fim do sistema telefônico, em que se referia a um local onde as operadoras de longa distância encerram os serviços e transferem as conexões para uma rede local ou rede do cliente, localizadas distantes de áreas metropolitanas e da central de atendimento (PORTELA, 2017). Nos dias de hoje, o *PoP* é um local onde o ISP tem equipamentos que realizam conexões com clientes ou com outros *PoPs*. Já um *datacenter* abriga muitos ativos de redes ou servidores em rede que trabalham juntos para processar, armazenar e compartilhar dados. Geralmente está em áreas geográficas centralizadas para facilitar a logística da entrega dos serviços. As grandes empresas utilizam *datacenters* como componente central na entrega de serviços online (RAMOS, 2013).

Este trabalho tem como foco os ambientes distantes dos grandes centros e chamados de pontos de presença e a diversidade de tipos de *PoP*, que na sua grande maioria utiliza apenas equipamentos de roteamento ou de entrega de serviços de internet. Em caso de interrupção do serviço de Internet, podemos pegar como exemplo um cliente que monitora e gerencia todo o tráfego aéreo no Brasil que entrega planos de voo com mensagens de atualização antes da cada decolagem para os aeroportos. Todo esse cenário é observado e controlado utilizando a Internet. Caso ocorra uma interrupção no serviço de Internet os controladores de voo não poderão se comunicar com os aeroportos e essa falha pode gerar grandes danos, inclusive danos a vida humana. Se existir uma parada de um *PoP*, irá gerar indisponibilidade imediata ao aeroporto. Ocorrendo atrasos na saídas de voos, porque o plano não foi entregue com sucesso e, como existem aeronaves que transportam pessoas com risco de vida e órgãos para transplantes, os impactos podem ser irreversíveis para a vida de pessoas. O gargalo na administração das falhas está diretamente ligado ao monitoramento de equipamentos, serviços e sistemas. Algumas das falhas apresentadas exige o técnico no local, outras falhas podem ser evitadas com a atuação remota ou até mesmo com a visita do técnico de maneira planejada, sem que haja a indisponibilidade do serviço.

O cenário de um *PoP* apresenta grande potencial de investigação e implementação de uma solução direcionada aos gargalos apresentados por falta de informações do ambiente (ar condicionado, instalações elétricas, baterias, temperatura, equipamentos de rede, entre outros). Essas instalações e equipamentos conectados que podem ser controlados e monitorados remotamente, dependendo da tecnologia utilizada (sensores e protocolos, por exemplo). Isto significa uma maior quantidade de dados a serem analisados e qualificados para manutenção corretiva e planejada no ambiente.

A fim de garantir o funcionamento adequado e prolongar a vida útil dos ativos de rede no *PoP*, é necessário manter a temperatura de cada equipamento dentro de faixas predeterminadas pelo fabricante. O contrário pode resultar em danos irreversíveis ao ativo. Ainda existe a energia térmica produzida pelos ativos durante o seu funcionamento que deve ser removida para garantir o bom funcionamento do serviço e equipamento em questão (Chooruang; Meekul, 2018; Case et

al., 1990). As falhas em ambientes de ISP's, em sua grande maioria são classificadas como (Rosas; Constante; Oliveira, 2016):

- a) proveniente do meio físico, por exemplo, o rompimento do cabo (ou interrupção do enlace de rádio) que conecta um PoP a outro;
- b) elétrica, por exemplo, equipamento reiniciando sem intervenção técnica ou falha elétrica na região;
- c) secundária, por exemplo, desestruturação do ambiente devido a condições climáticas que interferem consideravelmente na comunicação.

Portanto, este trabalho irá contribuir com a identificação de falhas, comparação de trabalhos e indicação de soluções, no contexto de ações preventivas de equipamentos e ambiente de PoPs, o impacto no SLA causado por indisponibilidade de serviço e, em alguns casos, sem a necessidade de um técnico no local.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

O objetivo deste trabalho é, por meio de revisão sistemática da literatura (RSL), extrair e analisar falhas identificadas em um ambiente de PoP e levantar medidas que possam solucionar ou prevenir falhas remotamente no intuito de evitar o deslocamento de técnicos.

### 1.2.2 Específicos

Para alcançar o objetivo proposto a pesquisa possui os objetivos específicos listados a seguir:

- Realizar o levantamento de trabalhos que abordam o conceito de PoP;
- Realizar a extração de palavras relacionadas a falhas em PoPs;
- Realizar o levantamento de palavras relacionadas a soluções para problemas em PoPs;
- Realizar a análise dos trabalhos selecionados, o que inclui a geração de gráficos ou tabelas.

## 1.3 Estrutura do Documento

Os capítulos subsequentes estão organizados da seguinte maneira:

- Capítulo 2, irá apresentar alguns conceitos base, sobre o ambiente analisado;

- No Capítulo 3 é apresentada a metodologia que será utilizada no trabalho;
- No Capítulo 4 são descritos os resultados em gráficos bem como os pontos que precisam ser finalizados na pesquisa;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para compreender a problemática no cenário de ISP esse capítulo apresenta uma descrição contextualizadas sobre os principais pontos abordados na pesquisa e uma compreensão sobre os resultados apresentados.

### 2.1 Acordo de nível de serviço

O acordo de nível de serviço ou *Service Level Agreement* -(SLA) é um termo utilizado para o contrato de prestação de serviço na área de Tecnologia da Informação (TI). O objetivo do SLA é especificar de maneira clara, todos os serviços que o contratante pode esperar do fornecedor na negociação. Esta relação de serviços contratuais em TI e está descrita na NBR ISO-IEC 20000-1 (SOULA, 2013) e deve ser revista periodicamente para que tenha maior efetividade (LEITE et al., 2010).

Não só a empresa contratante mas também a prestadora do serviço podem ter diversas garantias utilizando o SLA. Para o contratante, por exemplo, é possível prever multas no caso de descumprimento de quaisquer serviços ou metas estabelecidas. Por outro lado, a empresa prestadora de serviços também se protege contra qualquer cobranças indevidas por parte da empresa contratante(WU; BUYYA, 2012). Isso é possível porque a contratada trabalhará com base nos termos pré-estabelecido em contrato, podendo ser com base no suporte a serviços, entrega de serviços, gerenciamento de aplicações, gerenciamento de segurança ou de infraestrutura de TI e telecomunicações.

O SLA pode ser elaborado de várias formas, contudo é importante definir a necessidade da prestadora de serviço (WU; BUYYA, 2012). Na maioria dos casos, as empresas de telecomunicações utilizam o SLA com foco no serviço pois é mais fácil para gerenciar, podendo a prestadora realizar padrões no atendimento ou qualidade do serviço.

Já para um SLA com foco no cliente, é exigida uma complexabilidade maior para gerenciar, para cada cliente, é preparado um SLA específico. Um ponto importante é antes de firmar o SLA, a prestadora de serviço deve ter conhecimento dos principais riscos relacionados às entregas e prioridades. Com isso é possível reduzir o risco com relação aos prazos, seja no atendimento ou no tempo de resposta a incidentes (BADAWY et al., 2016).

Para criar o SLA, a prestadora de serviço trabalha com base em indicadores de desempenho, que apesar de estarem relacionados são distintos. Pois enquanto o SLA trabalha com garantias futuras, os indicadores chaves de desempenho (*Key Performance Indicators* - KPIs) se baseiam em referências anteriores (BADAWY et al., 2016). Os KPIs indica informações específicas de ferramentas utilizadas pelo prestador de serviço para avaliar e medir o desempenho

do serviço. Seguem alguns exemplos de indicadores:

- Quantidade de incidentes;
- Tempo para resposta a incidentes;
- Tempo de parada do serviço para manutenção preventiva;
- Disponibilidade do serviço, contabilizando ou não as paradas programadas;
- Detalhes sobre mudanças no negócio ou o nível de segurança necessário para fornecimento do serviço total à organização.
- Tempo de atendimento;
- Qualidade do serviço (*QoS - Quality of service*)

Com o uso de KPIs é possível utilizar as métricas mais assertivas para o SLA, firmando maior comprometimento e qualidade na entrega e gerenciamento do serviço por parte da equipe de gestão (CHAN; CHAN, 2004).

## 2.2 Centro de Operações de Rede

Centro de Operações de Rede ou *Network Operations Center - NOC* é uma estrutura composta de profissionais e recursos capazes de monitorar ativamente uma rede de ISP's, detectando e prevenindo incidentes de maneira ágil (ORTIZ-RANGEL et al., 2021). O Objetivo da equipe é identificar e diagnosticar falhas, para que não haja problemas no desempenho da organização ou no serviço entregue ao cliente. A prioridade do NOC é manter o serviço disponível com base em informações sobre os recursos disponibilizadas pela empresa, como por exemplo: indisponibilidade, lentidões, consumo de recursos ou ataques (JUNIOR, 2011).

Com as operações centralizadas no NOC, é possível implementar políticas de gerenciamento de falhas para incidentes, com foco nos indicadores de desempenho. A equipe do NOC analisa os KPI's continuamente, a partir do monitorando dos recursos da empresa. A agilidade na decisão do NOC ocorre com base nos dados do monitoramento do serviço e no gerenciamento de falhas.

A resposta do NOC a incidentes, pode ocorrer de duas maneiras, proativa e reativa. A resposta proativa ocorre quando o NOC planeja e executa uma atividade que gera indisponibilidade, e maneira controlada para não ocorrer quebra do SLA. Já quando a resposta a incidentes ocorre de maneira reativa, o NOC precisa reagir a uma indisponibilidade não planejada (JUNIOR, 2011).

### 2.3 Internet Service Provider

Nos dias de hoje, a Internet é utilizada em quase tudo: aeroportos, lanchonetes, comércios, carros e em casas. O serviço de Internet é indispensável para se obter informações que podem estar em qualquer local do mundo, mantendo conectividade entre países e transmitindo a informação de maneira rápida e com total disponibilidade a várias empresas e entidades. Hoje é regida por várias organizações e entrega o serviço as empresas e pessoas (GETSCHKO, 2008).

Compostos por uma infraestrutura que garanta conectividade, disponibilidade, escalabilidade a fim de acesso contínuo aos serviços de maneira transparente, os ISP's distribuem um conjunto de *PoP's* em localizações comercialmente estratégicas. Assim busca atender ao máximo de pessoas/clientes (Anwar et al., 2017; Rosas; Constante; Oliveira, 2016).

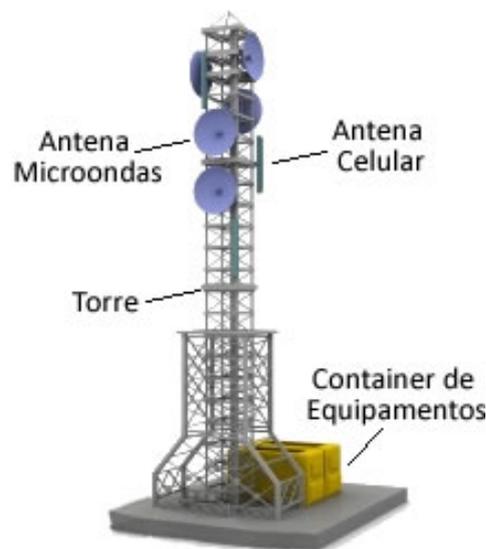


Figura 1 – Modelo de uma Estação Rádio Base (VAZ; ROHLEDER, 2016).

Os PoPs são constituídos de equipamentos de transmissão e comutação dos mais variados tipos. A Figura 1 apresenta um exemplo da infraestrutura utilizada pelos ISP's e apresenta três elementos principais: antenas de rádio para prover a conexão, torre onde estão posicionadas as antenas e um contêiner para abrigar uma fonte de energia de proteção (*no-breaks* ou baterias) e equipamentos de rede que podem estar organizados em *racks*.

Cada equipamento possui características específicas de processamento e fontes de alimentação de consumos variados. A fim de garantir o funcionamento e prolongar a vida útil dos equipamentos no PoP, é necessário manter as temperaturas de cada equipamento dentro de faixas operacionais seguras e predeterminada pelo fabricante (Chooruang; Meekul, 2018).

Tradicionalmente, os ISPs monitoram apenas os equipamentos de rede por meio do protocolo SNMP já implementado nos equipamentos (Case et al., 1990). Quando o ISP para de receber os dados do protocolo SNMP, o equipamento está indisponível e é realizada uma verificação rápida de onde e o que ocorreu para ter ocasionando a indisponibilidade. Logo a

equipe técnica é acionada para restabelecer a comunicação ao equipamento que ficou indisponível no PoP.

## 2.4 Trabalhos Relacionados a Revisão Sistemática

As exigências quanto a disponibilidade e qualidade dos PoP vêm aumentando devido a importância da Internet. Para isso, as organizações que mantêm o funcionamento dos PoPs desenvolvem as seguintes atividades: projeto, planejamento, implementação, operação e suporte. A equipe que realiza as atividades de suporte precisa lidar com o desafio de diversos problemas para evitar sobrecarga de processamento, um gerenciamento ineficiente e falhas prolongadas .

Em termos de sobrecarga de processamento, (SHADROO; RAHMANI, 2018) apresenta uma revisão sistemática no contexto de IoT onde os dispositivos podem ser usados para melhorar a eficiência e tratar desafios de armazenamento e processamento de um grande volume por meio da mineração de dados que é um método para explorar padrões consistentes, relacionamentos entre variáveis e detecção de novos dados. O trabalho (KHOROV et al., 2015) também aborda o contexto de IoT, complementando (SHADROO; RAHMANI, 2018) com a apresentação de mecanismos que permitem a coleta de informações de vários sensores e dispositivos autônomos que podem ser utilizados para automatizar e operar remotamente os PoPs.

Em (FABRICIO; BEHRENS; BIANCHINI, 2016) os autores têm como objetivo uma proposta de um sistema de monitoramento de equipamentos elétricos de uma linha de produção, visando a realização de manutenção preditiva através da detecção precoce de falhas. O sistema realiza a medição da corrente elétrica consumida por tais equipamentos, utilizando uma rede de sensores sem fio, supervisionada por uma nó concentrador, que por sua vez faz tratamento dos dados através de técnicas de análise de assinatura da corrente.

Em (KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018) uma revisão sistemática apresentada com tendências da Indústria 4.0 elencando uma variedade de tecnologias para permitir o desenvolvimento da cadeia de valor, resultando em tempos de produção reduzidos e melhor qualidade do produto e desempenho organizacional. Embora não abordem o conceito de PoP, essas tecnologias podem também ser empregadas para oferecer um gerenciamento eficiente nos mesmos. Neste contexto, o *survey* (KHOROV et al., 2015) contribui com o estudo de meios para realização de atividades sem intervenção humana e, assim, automatiza a coleta e processamento de informações.

Falhas precisam ser evitadas, mas quando elas ocorrem, precisam ser solucionadas rapidamente. Portanto deve-se evitar o deslocamento dos técnicos, favorecendo a atuação desses remotamente. Nesse contexto, (SINGH; SINGH; KUMAR, 2016) apresenta uma revisão sistemática sobre como evitar ataques DDoS por meio de IP *traceback*, que pode ser solucionado remotamente. O trabalho (RASOOL et al., 2020) também é uma revisão sistemática sobre como tratar de uma possível falha em redes com (SDN - *Software-Defined Networking*), que pode

ser identificada e solucionada remotamente. O trabalho (ACETO et al., 2018) é um survey que explora diversas questões relacionadas a falhas na área de redes, inclusive sobre questões relacionadas a terremotos, ataque terrorista, ataque DDoS, rompimento de cabo e outros, que irão requerer o deslocamento de técnicos.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Revisão Sistemática

Uma revisão sistemática é um estudo baseado no método de análise de trabalhos publicados, em que busca separar e analisar os trabalhos mais relevantes com base em uma problemática (RAVINDRAN; SHANKAR, 2015), na qual pode utilizar o método por processo manual ou por ferramentas. Neste trabalho, foi utilizado a ferramenta *Start* (FABBRI et al., 2016) nas duas primeiras etapas do protocolo apresentado, permitindo classificar com efetividade a base de artigos trabalhada.

O *Start* utiliza quatro etapas para o processo de revisão: planejamento de dados, execução, análise e resultados. Na primeira etapa de planejamento de dados é necessário a formulação dos questionamentos da pesquisa; na etapa de execução é necessário selecionar ou excluir trabalhos que apresente alguma ligação, ou não, com a etapa anterior com base nos questionamento levantados; para a etapa de análise, apenas trabalhos que foram selecionados na etapa anterior, são utilizados no processo, com isso gerando resultados. Conseqüentemente a etapa de resultados busca responder os questionamentos levantados no processo.

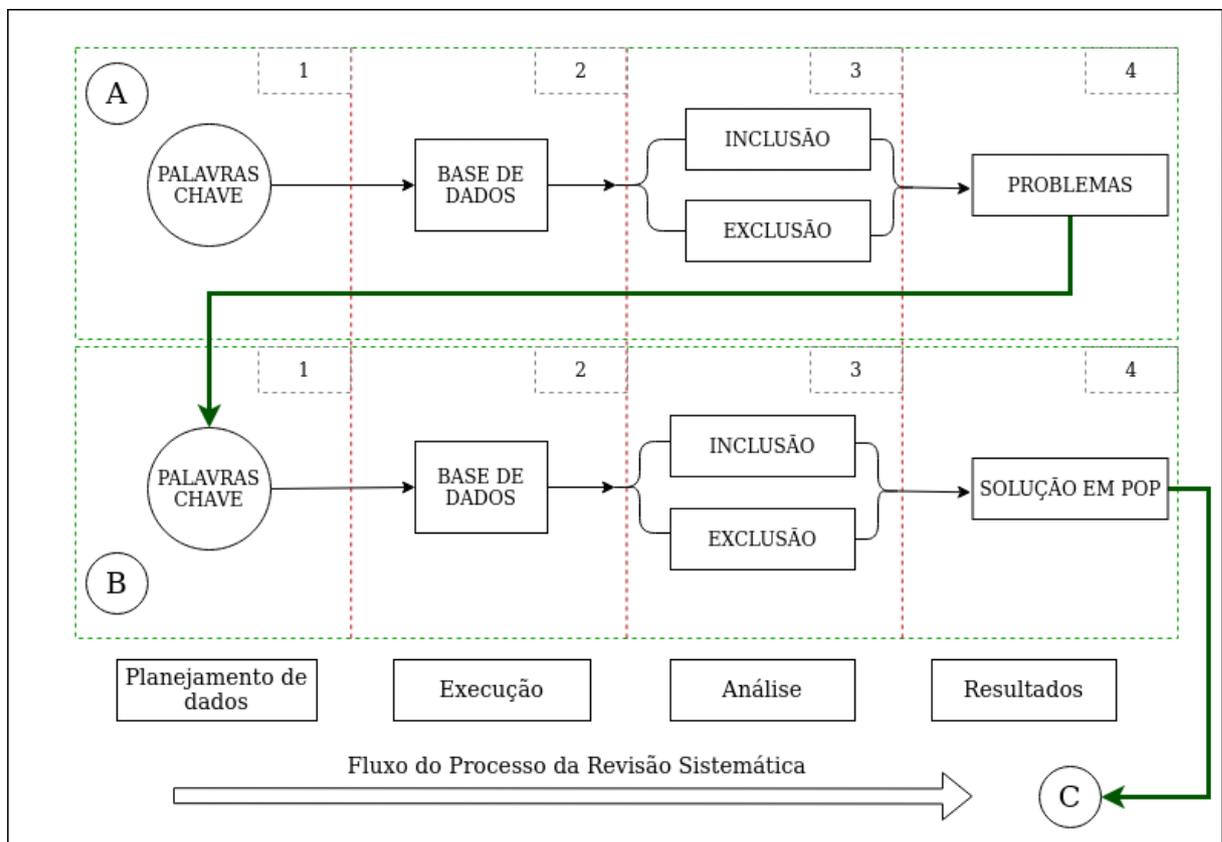


Figura 2 – Fluxo do processo da Revisão Sistemática

Para esse trabalho foi realizada uma pesquisas exploratória dividida em duas fases: Fase A - Levantamento de Problemas e Fase B - Soluções Aplicáveis. apresentado na Figura 2. A Fase A foi realizada para gerar um conjunto de dados que foi utilizado como dados de entrada (palavras-chave) para a Fase B representada na Figura 2. A Fase C é o resultado das duas Fases anteriores.

## 3.2 Protocolo de Pesquisa

Na primeira etapa desta pesquisa, a palavra-chave **ponto de presença** foi aplicada na fonte de busca do IEEE e encontrou 162 trabalhos. Após os critérios de exclusão e inclusão serem aplicado para responder a um conjunto de questões relacionadas com o contexto do PoP, com 89 artigos selecionado. Esses trabalhos foram usados para categorizar e extrair as características e problemas relacionadas ao PoP, bem como selecionar o conjunto de palavras-chave relacionadas a problemas com falhas que requerem a presença de um técnico no PoP.

Conforme mostra a Figura 2, primeiramente foi realizada uma RSL para gerar um conjunto de palavras-chave que foram definidas para buscar soluções para os problemas. Além disso, em cada fase, a revisão foi realizada com três etapas: planejamento de dados; execução; e análise de artigos selecionados.

Na etapa de planejamento para esse trabalho foi desenvolvido um trabalho de processo estruturado com as etapas descritas na Figura 2. Em que foram formulados questionamentos e fontes relevantes de buscas. Cujo as bases de pesquisas *IEEEExplore Digital Library*<sup>1</sup>; *ACM Digital Library*<sup>2</sup>; *Elsevier ScienceDirect*<sup>3</sup>.

### 3.2.1 Questões de Pesquisa

As Fases descritas na Figura 2, apresentam quatro etapas com o objetivo de categorizar e extrair as características e problemas relacionados ao PoP (Fase A), bem como selecionar palavras-chave relacionadas a problemas com falhas que exijam a presença de um técnico no PoP (Fase B). A Fase C apresenta o resultado obtido depois de concluída a fase B.

Os questionamentos da pesquisa abordaram soluções que resolvam uma ou mais problemas em um ambiente de PoP a fim de evitar o deslocamento de técnicos para o local do PoP.

#### 3.2.1.1 Fase A

Para a Fase 2.A da pesquisa foi levantado um conjunto de questionamentos referente ao entendimento das características e problemas relacionados ao PoP:

---

<sup>1</sup> (<http://ieeexplore.ieee.org/>)

<sup>2</sup> (<http://portal.acm.org>)

<sup>3</sup> ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))

1. Os PoPs oferecem apenas serviço de conectividade?
2. Qual é a importância da variável temperatura para os PoPs?
3. Qual a importância da variável energia para os PoPs?
4. Quais variáveis devem ser monitoradas para evitar a necessidade de deslocamento de um técnico para solucionar problemas de PoPs?

### 3.2.1.2 **Fase B**

Na Fase 2.B foram utilizados questionamentos relacionados a soluções para evitar o deslocamento de técnicos para o site PoP:

1. Quais sensores e atuadores são encontrados como soluções para evitar paralisações nos PoPs?
2. Quais algoritmos foram apresentados para evitar indisponibilidade de dispositivo no PoP?
3. Que protocolos (ao nível de aplicação e transmissão) foram apresentados nas soluções que podem ser aplicáveis aos PoPs?
4. Quais linguagens de programação e equipamentos foram usados nos protótipos que podem ser aplicáveis para solucionar problemas de PoPs?

### 3.2.2 Estratégia de Busca e *String* de Busca

Na segunda etapa foi utilizado as três fontes de publicação relevantes (*IEEE*, *ACM* e *Science Direct*). Os critérios para seleção das fontes são: Disponibilidade de consultar os artigos; mecanismo de busca de fácil acesso (Internet); e utilização de palavras-chave (*keywords*) relevantes ao tema abordado. Assim, com as *strings* de busca definidas, as fontes de pesquisa utilizadas foram: IEEE, ACM e Science Direct.

Assim, as *strings* de busca foram geradas a partir da combinação das variáveis chaves, encontrada na etapa 4 da Fase A do protocolo de pesquisa. Segue abaixo as *string* de busca utilizada para cada fonte de busca utilizada na pesquisa.

- 
- 1 energy and monitoring and automation
  - 2 battery and monitoring and automation
  - 3 power and monitoring and automation
  - 4 eletric and monitoring and automation
  - 5 camera and monitoring and automation
  - 6 humidity and monitoring and automation
  - 7 weather and monitoring and automation
  - 8 wind and monitoring and automation

9 solar and monitoring and automation  
10 localization and monitoring and automation  
11 geolocation and monitoring and automation

---

Na fase B, foram utilizadas as palavras-chaves de saída da Fase A (etapa 4) e considerando junto com as palavras-chaves *monitoring*, *automation* identificando 9.094 trabalhos. As palavras-chave, identificadas na Fase A foram escolhidas no contexto de problemas de PoP. Em seguida, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados para responder a um conjunto de questões para resolver preventivamente problemas de PoP. O objetivo é encontrar soluções para evitar o deslocamento de um técnico e, assim, reduzir o tempo de indisponibilidade de serviços no PoP.

### 3.2.3 Critérios utilizados Fase A e Fase B

Com base nos questionamentos da pesquisa, foi relacionados alguns critérios de exclusão na etapa 3 para o protocolo de pesquisa, respondendo pelo menos um dos questionamentos indicados na Seção 3.2.1.1 ou Seção 3.2.1.2 com foco em outras áreas de atuação.

### 3.2.4 Critérios de Exclusão

Segue abaixo os critérios de exclusão para os trabalhos encontrados na **Fase A e Fase B**:

- Trabalhos com mais de 10 anos - Apesar de ter utilizado o filtro para o período, o filtro ainda trouxe alguns artigos fora do período;
- Fogem do tema referente a temperatura ou energia de equipamentos/ambientes - São trabalhos que apesar de conter as palavras-chaves, não apresentava o contexto para a pesquisa;
- Não corresponde a área de Tecnologia, Telecomunicação, Comutação ou Automação - São trabalhos que não está implementado para a área de tecnologia e estão relacionadas as áreas de saúde, por exemplo;
- *Survey* ou Revisão Sistemática, Estudo de Caso ou Mapeamento Sistemático - Esse critério foi utilizado pois não faz sentido utilizar outros tipos de revisão na pesquisa;
- Informações incompletas para análise (Pôster ou Curso) - O critério foi elencado pois algumas buscas trouxe cursos e postes em que não apresentava a pesquisa completa.

### 3.2.5 Critérios de Inclusão

Os trabalhos que entraram na etapa de inclusão, apresentaram no título ou resumo indícios de respostas para um ou mais questionamentos levantados no protocolo de pesquisa.

- Estudo de algoritmo e análise de dados para dados de monitoramento ou acionamento para que se possa identificar equipamentos ou ambientes com foco em solução para alguma falha indicada nos trabalhos encontrados.
- Desenvolvido para automação de ambiente relacionados a variáveis de um ambiente com o intuito de acionar (desligar ou ligar) um equipamento/energia remotamente.
- Apresenta uma implementação relacionada as variáveis de temperatura de equipamentos e funcionamento elétrico no segmento de monitoração.
- Desenvolvimento de protótipo no contexto de ambiente físico, seja residência, prédio ou carro.

A saída de trabalhos na etapa 4 foram trabalhos que apresentavam resposta para pelo menos um dos questionamentos do protocolo de pesquisa. Para esses trabalhos foram realizadas extrações de algumas informações em que é avaliada a aplicabilidade da solução do trabalho para os itens indicados no protocolo de pesquisa. O Capítulo 4 apresenta os resultados encontrados no final da etapa 4 do protocolo de pesquisa utilizado neste trabalho.

## 4 RESULTADOS

Esta seção apresenta e discute as respostas a levantadas no protocolo de pesquisa discutido no Capítulo 3.1. Os critérios utilizados de extração e inclusão estão indicados na etapa 3 do protocolo de pesquisa, a etapa 4 do protocolo é a etapa de análise informações e saída dessa etapa são os resultados dessa pesquisa. A Figura 3 indica a porcentagem de trabalhos que passaram pela Etapa 3 e a porcentagem de trabalhos selecionados (Etapa 4) para responder aos questionamentos desta pesquisa.

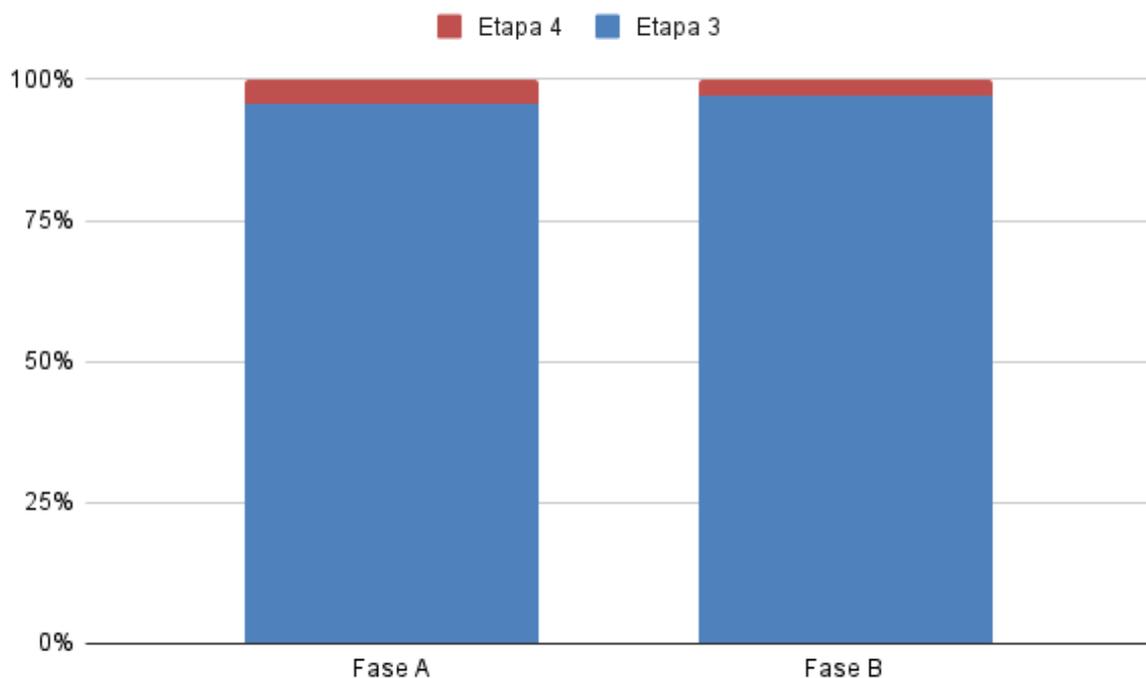


Figura 3 – Fases do protocolo de pesquisa

### 4.1 Fase A

A Fase A desta pesquisa apresentou 89 trabalhos que respondem pelo menos um dos questionamentos realizados no protocolo de pesquisa na Seção 3.2.1.1.

#### 4.1.1 RQ1: Os PoPs oferecem apenas serviço de conectividade?

Inicialmente, os PoPs ofereciam apenas serviços de conectividade (transmissão de dados), conforme descrito em (HEARST, 1989) que foi o primeiro artigo sobre PoP em 1989. Este artigo também levanta a preocupação com a evolução e crescimento da infraestrutura de PoPs. Naquela época, os serviços de voz eram prestados por outra infraestrutura e não havia integração de rede de dados. Em 1998 e 1999 a integração da rede de dados e voz aparece nos trabalhos (SCHOEN

et al., 1998) e (SKELLY; LI, 1999). Eles consideram o serviço de voz e conteúdo localizado dentro do PoP. Por outro lado, ao avaliar o intervalo entre 1998 e 2021, mostrado na Figura 4, houve uma tendência dos serviços estarem nas redes dos clientes entre 1998 e 2011. Em 2011, o primeiro artigo com o conceito de virtualização considerou o roteamento virtual como novo serviço.

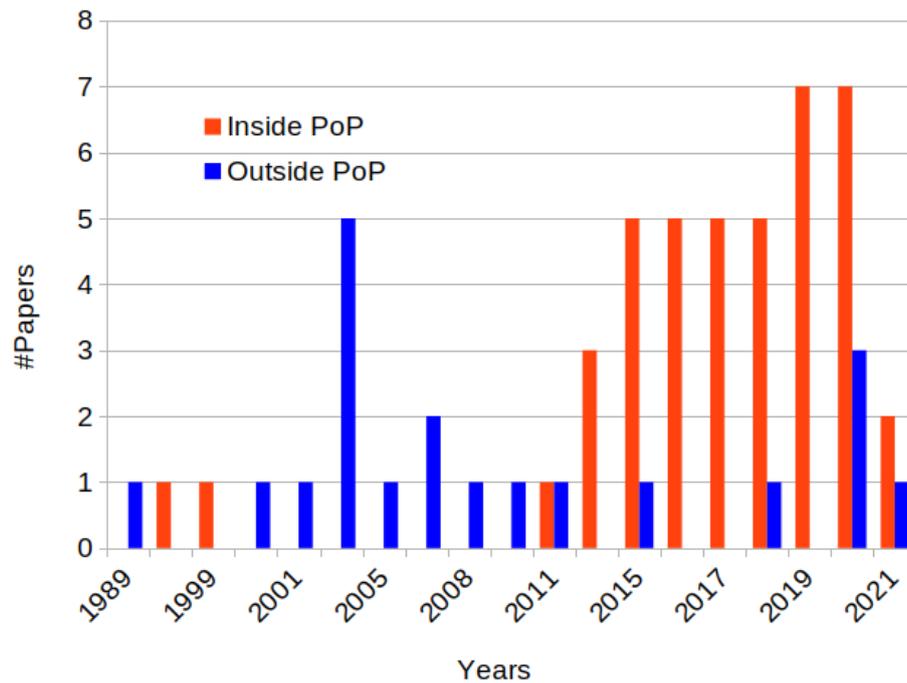


Figura 4 – Protocolo de Pesquisa (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022)

Mais tarde, houve uma tendência a ter serviços (CDN, segurança e outros serviços) passando pelo PoP. Um total de 42 artigos indicam serviços dependendo da infraestrutura do PoP, enquanto um total de 21 artigos estão relacionados a serviços que não estão dependendo diretamente da infraestrutura PoPs. Então, atualmente, os PoPs não oferecem apenas o serviço de conectividade. Os PoPs têm oferecido novos serviços gerenciados dentro do PoP.

#### 4.1.2 RQ2: Qual a importância da variável temperatura para Pops?

O surgimento do conceito de virtualização trouxe flexibilidade ao crescimento dos PoPs e também a responsabilidade de uma infraestrutura que oferece serviços diferenciados. Embora a primeira referência ao uso de virtualização em PoP tenha ocorrido em 2011, somente em 2015 é identificado o primeiro artigo que aborda NFV (*Network function virtualization*). Ele dissocia as funções de rede do hardware subjacente. Isso dissocia a localização física dos recursos da função virtualizada da localização física do equipamento onde a função está hospedada. Essencialmente, a função pode ser instanciada em qualquer lugar na infraestrutura disponível

(ou seja, PoPs), enquanto mantém a mesma localização lógica na cadeia de serviço. As funções são a virtualização de serviços que podem ser CDN, segurança, *firewall*, *proxy* e outros.

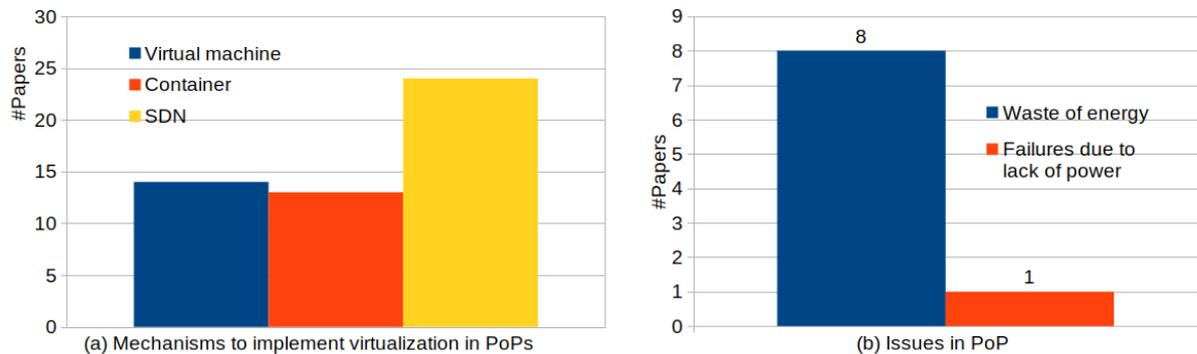


Figura 5 – Variável de temperatura X Variável de energia (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022)

Um total de 24 trabalhos que referenciam a NFV. Em 2017, surge o nome *Network Function Virtualization-Infrastructure Point of Presence* (NFVI-PoP) para infraestrutura PoP, que utiliza a técnica de virtualização. Um total de oito artigos (CARAPINHA et al., 2017), (ERAMO; LAVACCA, 2019), (RASHID; MUHAMMAD, 2019), (VILALTA et al., 2019) e (ERAMO et al., 2020) utilizaram tal nome que comumente chama o uso de virtualização em PoP. Em (ERAMO; LAVACCA, 2019) considera NFV para ser executado em máquinas virtuais (VM) localizadas NFVI PoP. No entanto, alguns artigos consideram NFV em execução em máquina virtual ou contêiner ou no nível do controlador em redes SDN. Isso é consequência da escolha de como implementar a virtualização em PoPs, sendo o SDN o mais referenciado conforme mostrado na Figura 5(a).

Já o trabalho de (MULAY, 2010), apresenta um sistema simples de climatização de um local como *Datacenter*, por exemplo, pode não ser suficiente para resfriar locais da infraestrutura, onde há maior carga de trabalho, maiores gastos de energia e por consequência, maior a carga de calor. O trabalho propõe o monitoramento de dados de temperatura em vários pontos da infraestrutura e utiliza modelos de análise conhecidos para configurar novos pontos de resfriamento, validando os guias de Administração Dinâmica de Temperatura.

Assim, devido à tendência de haver virtualização em PoPs, maior será o número de máquinas virtuais e contêineres a serem processados em um PoP. Há também a necessidade de mais dispositivos, bem como um aumento de temperatura para realizar o processamento dos serviços (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022). Consequentemente, a temperatura variável é extremamente importante. Não importa apenas o aparelho, mas também a temperatura da sala onde em que o equipamento está alocado e o ambiente externo, considerando por exemplos cidades com temperaturas acima de 20 graus. Um exemplo disso é o trabalho (ANWAR et al., 2017) que apresenta a importância de monitorar e controlar remotamente a temperatura ambiente de um PoP.

Os estudos com base nesse questionamento tratam a variável energia separada da energia, quando relacionada a ambientes, os estudos analisam incidentes em ambientes controlados e com base em dados coletados e pré processados. Trabalhos que ligam ambas variáveis e relaciona as duas variáveis em um mesmo estudo não foi identificado, contudo foi encontrado trabalhos que tratam separadamente os assuntos e respondem ao questionamento.

#### 4.1.3 RQ3: Qual a importância da variável energia para os PoPs?

Os trabalhos encontrados sobre energia também referenciaram palavras-chaves: bateria, eletricidade e eletricidade. Foi possível encontrar um total de 9 artigos relacionando esta variável e PoP. Além disso, os estudos podem ser agrupados nas seguintes questões: falhas por falta de energia e custo ou desperdício de energia. Conforme mostrado na Figura 5(b), pode-se observar que a maioria dos trabalhos abordam questões de como reduzir o consumo de energia no PoP com 8 artigos. Além disso, a virtualização pode contribuir para a solução deste problema, pois permite ativar e desativar dinamicamente programas e dispositivos e apenas dois trabalhos relacionavam energia e NFVI-PoP. Portanto, a variável energia e seus sinônimos constataram que apresentam a importância de mais estudos abordando a questão da falha de PoP por falta de energia, pois apenas um artigo apresentou tal problema. Além disso, esse problema pode exigir a presença de um técnico para indicar à necessidade de substituição da bateria; falhas do dispositivo (início e retorno final) e outros fatos relacionados à falha de energia e o funcionamento do PoP (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022).

Com a finalidade de mitigar os problemas térmicos de em ambientes de *Datacenter*, a pesquisa de (PAROLINI, 2012) defende que o desligamento do equipamento nem sempre é a melhor opção para a economia de energia e nem para manter o equipamento em níveis desejáveis de temperatura. O autor ainda sugere que algoritmos de estratégia para o resfriamento dos equipamentos e consumo de energia utilizando algoritmo controlador de estratégia coordenada ou de estratégia não-coordenada.

Em (KLINGENSMITH; WILLIS; BANERJEE, 2013) os autores apresentam um sistema distribuído e de baixo custo para monitorar e analisar padrões de consumo de energia em edifício, foi projetado com hardware de detecção de energia personalizado e unidades de comunicação integradas para ser montado com eficiência em painéis de disjuntores de edifícios. Esta abordagem é considerada menos intrusiva para os usuários em seu espaço físico direto em contraste com tomadas de energia baseadas em plugues e ainda fornece dados de energia em tempo real refinados no espaço e no tempo.

#### 4.1.4 RQ4: Quais variáveis devem ser monitoradas para evitar ter que viajar um técnico para solucionar problemas de PoPs?

A análise dos trabalhos permitiu a identificação de seis tipos de PoP, conforme mostra a Figura 4(a): *Legacy PoP*, *PoP Tower*, *PoP CDN*, *PoP Datacenter*, *PoP Drone* e *PoP NFVI*.

*Legacy PoP* corresponde a uma infraestrutura que fornece apenas o serviço de conectividade com a internet. O *PoP Tower* é um pouco semelhante ao *legacy PoP*, pois também tem como objetivo principal fornecer apenas o serviço de conectividade. A diferença em *PoP Tower* é a possibilidade de falhas causadas por fatores ambientais (chuva quando o meio de transmissão é por rádio, raios e outros).

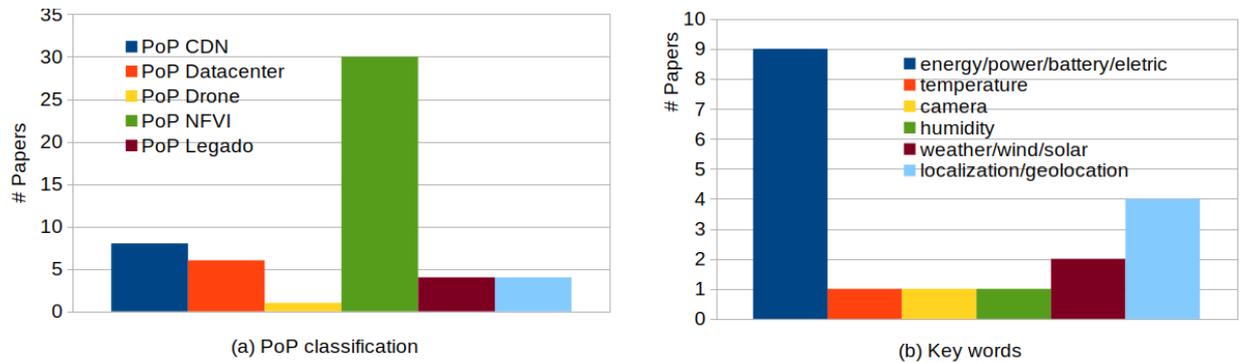


Figura 6 – Variáveis extraídas da Classificação PoP (LIJÓ; OLIVEIRA, 2022)

Conforme descrito na Figura 6, é possível observar um crescimento nos estudos de PoP que contêm outros tipos de serviços que dependem da infraestrutura do PoP, sendo possível destacar dois principais: PoP CDN e *PoP Datacenter*. Esses PoPs têm uma preocupação maior com o consumo de energia, interrupções causadas por falta de energia e a necessidade de controle de temperatura devido ao alto processamento de dados.

O *PoP Drone* é um tipo mais recente com apenas um trabalho encontrado no contexto de desastres, apesar de ser um tipo já anunciado pelo facebook (MATRACIA, 2020). O NFVI PoP vem surgindo desde 2011 e é aplicável a todos os outros tipos identificados de PoP. Esses tipos de PoP reforçam a importância das variáveis temperatura, energia e seus sinônimos (potência, elétrica e bateria). Além disso, a *PoP Tower* também demonstra a importância da variável como ventos, chuvas e outros fenômenos podem influenciar explicitamente a disponibilidade do PoP.

Além disso, mesmo que haja apenas um trabalho sobre PoP Drone, esse tipo provavelmente dependerá dessas variáveis apresentadas e de outras variáveis como câmera, localização e umidade (pois pode ficar mais exposto à chuva).

Portanto, a Figura 6 (b) resume as variáveis que devem ser monitoradas para evitar interrupções em PoPs. No entanto, temperatura e energia são as melhores palavras-chave relacionadas a um maior número de trabalhos no contexto do PoP. Por esta razão, a temperatura e energia foram usados com monitoramento, automação para buscar soluções para ser aplicado aos PoPs.

No trabalho de (SHARMA et al., 2005) os autores destacam uma arquitetura de *Datacenter* com base nos componentes: Climatização, Gestão de Energia e Gestão Computacional. O objetivo é aumentar eficiência, otimização dinâmica, melhor monitoramento e visualização. O coeficiente de performance, desenvolvido, tem o objetivo de definir o desempenho do fluxo de

energia durante a operação do *Datacenter*.

## 4.2 Fase B

Na Fase B da pesquisa, tem como objetivo foi encontrar soluções que podem reduzir o tempo de inatividade de um PoP. A Figura 8 apresenta a quantidade de trabalhos encontrados na Etapa 3 (Exclusão e Inclusão) e Etapa 4 (Solução em PoP) do protocolo de pesquisa na Fase B.

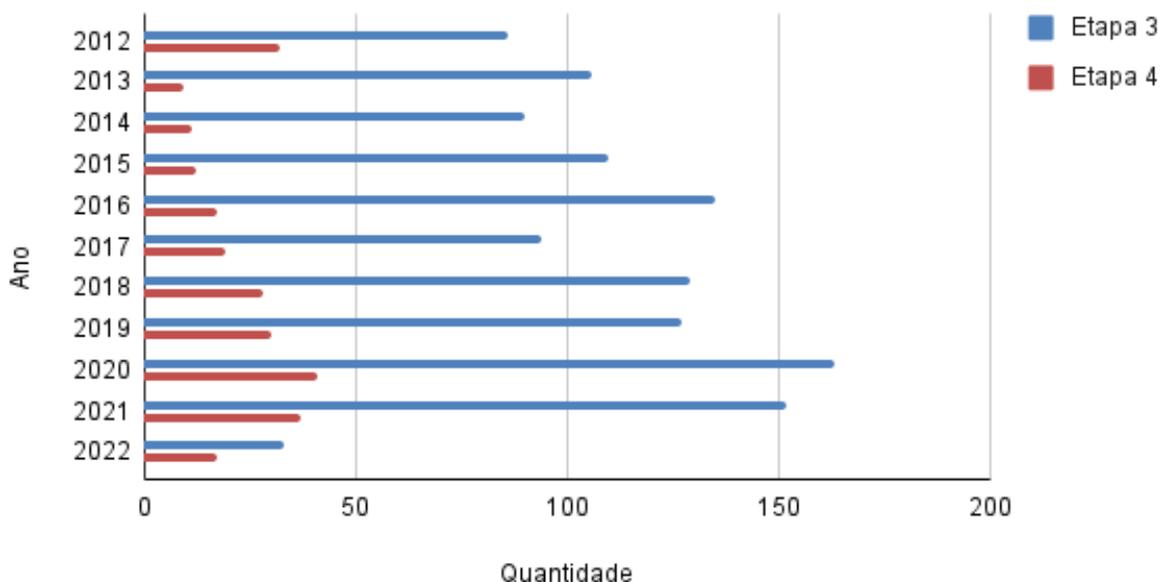


Figura 7 – Quantidade de trabalhos dos últimos 10 anos.

(BENEDETTI et al., 2016) Este trabalho apresenta uma abordagem para o controle do consumo de energia, com metodologia baseada em Redes Neurais Artificiais (RNAs) e que visa a criação de um sistema de controle automático do consumo de energia. Três indicadores de desempenho diferentes e são usados para identificar a estrutura mais adequada, que é implementada para criar uma ferramenta de controle de consumo de energia. Além disso, considerando que grande quantidade de dados nem sempre está disponível na prática, descreve-se um método para identificar o período mínimo de coleta de dados para obtenção de resultados confiáveis e o período máximo de usabilidade. O objetivo dos autores foi permitir a utilização automática deste tipo de ferramentas, de forma que um método para identificar a falta de precisão no modelo e dois métodos diferentes de reciclagem sejam propostos e comparados (Treinamento Móvel e Treinamento Crescente). Toda a abordagem é eventualmente aplicada ao estudo de caso de um edifício terciário em Roma (Itália).

De uma perspectiva prática, nosso método separa a modelagem de componentes usando dois níveis, microscópico (no nível do agente) e macroscópico (no nível da sociedade do agente), facilitando o planejamento, configuração e implementação de cada agente no ecossistema IoA. Além disso, o método facilita o processo de automação da criação do agente, reduzindo o

tempo necessário para seu desenvolvimento e simplificando a complexidade do projeto. Essas conquistas foram demonstradas por meio da modelagem de um cenário de *Ambient Intelligence* (AmI) em um escritório composto por um conjunto de agentes colaborativos para proporcionar conforto inteligente.

A Figura 8 apresenta a quantidade de trabalhos que apresenta as palavras-chave da Fase B do protocolo de pesquisa (*monitoring e/ou automation*). É importante destacar a quantidade de trabalhos com foco para o monitoramento.

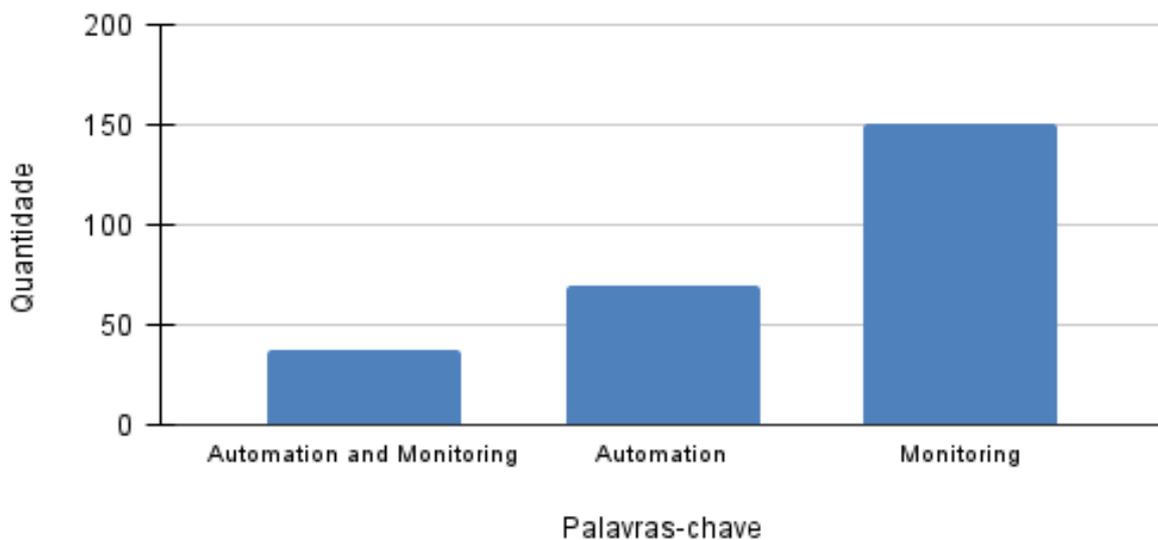


Figura 8 – Palavras-chaves da Fase B do protocolo de pesquisa.

#### 4.2.1 RQ1: Quais sensores e atuadores são encontrados como soluções para evitar tempo de inatividade em PoPs?

Foram encontrados 254 trabalhos com propostas de soluções para monitorar variáveis e automações que podem ser aplicadas em PoP para evitar tempo de inatividade em algum dos equipamentos que ficam no local.

A Figura 9 (a) apresenta os Sensores/Variáveis encontrados na pesquisa, por exemplo foram identificados trabalhos que utilizam lâmpadas e portas como atuadores que são acionados de acordo com a análise das imagens das câmeras e sensores de presença no ambiente. Esses trabalhos podem oferecer uma solução para PoP segurança para evitar indisponibilidade de serviços por roubo de equipamentos. Outro exemplo de atuador é o ventilador. Por exemplo, o trabalho (PATCHAVA; KANDALA; BABU, 2015) uma proposta de sistema para a técnica de *Smart Home Automation* e isso é feito através da integração de câmeras e sensores de movimento em uma aplicação web. Ar condicionado e aquecimento também são atuadores importantes para controlar a temperatura no PoP, apesar de contribuir para o aumento do consumo de energia.

Nos estudos analisado, foram identificados trabalhos que analisam, processam e realizam

alguma ação sobre o dado. Contudo nenhum dos artigos se apresentaram como um sistema que evita ou reage a uma indisponibilidade de sistema, por exemplo. As previsões estudadas alisaram dados de consumo e temperatura. Em caso de indisponibilidade não foi identificado nenhum estudo que tratasse ou monitorasse esse incidente.

Foi encontrado trabalhos que apresentam proposta para a técnica de *Smart Home Automation* e isso é feito através da integração de câmeras e sensores de movimento em uma aplicação *web* (PATCHAVA; KANDALA; BABU, 2015). Para projetar este sistema, foi usado o módulo *Raspberry Pi* com técnicas de Visão Computacional. com isso os autores Poderam controlar eletrodomésticos conectados através de uma internet baseada em monitor. O *Raspberry Pi* opera e controla sensores de movimento e câmeras de vídeo para detecção e vigilância, em que, captura a identidade do intruso e detecta sua presença usando uma simples Técnica de Visão Computacional (CVT). Sempre que for detectado movimento, as câmeras começarão a gravar e o dispositivo *Raspberry Pi* alerta o proprietário por meio de um SMS e uma chamada de alarme.

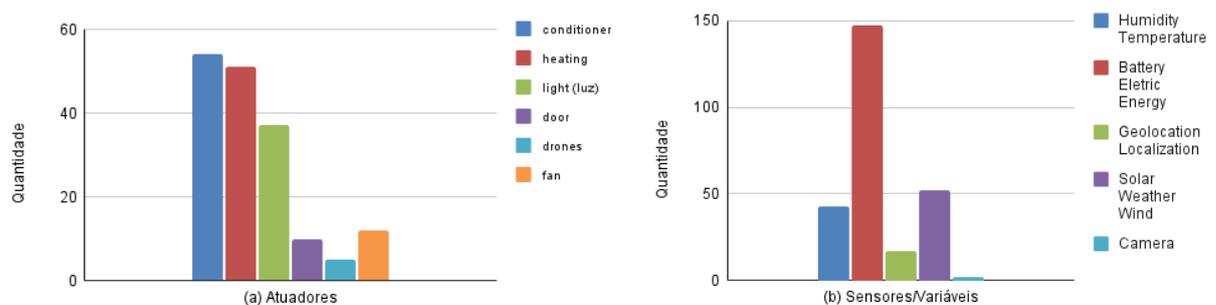


Figura 9 – Sensores e atuadores com soluções em artigos

Na Figura 9 (b) foram encontrados mais de 6 atuadores, robôs e especificamente *drones* foram encontrados como atuadores que podem até substituir certas funções técnicas. Por exemplo, (MATRACIA, 2020) desenvolveu um robô para executar fios de fibra óptica em postes, resultando em um custo menor, pois não requer mão de obra humana. É importante informar que vários trabalhos apresenta pelo menos uma solução para POP (SURIYACHAI; PANSIT, 2018), (SURIYACHAI; PANSIT, 2018) e (MAJUMDAR et al., 2018).

#### 4.2.2 RQ2: Quais algoritmos foram apresentados para evitar indisponibilidade do dispositivo no PoP?

Vários algoritmos de inteligência artificial foram encontrados para monitorar a rede elétrica, temperatura e outras variáveis. Esses algoritmos encontrados podem ser agrupados em uma das seguintes classes: supervisionados (regressão ou classificação ou redes neurais), semi-supervisionados e de reforço (otimização ou algoritmo genético ou formiga), sendo possível visualizar a quantidade na Figura 10.

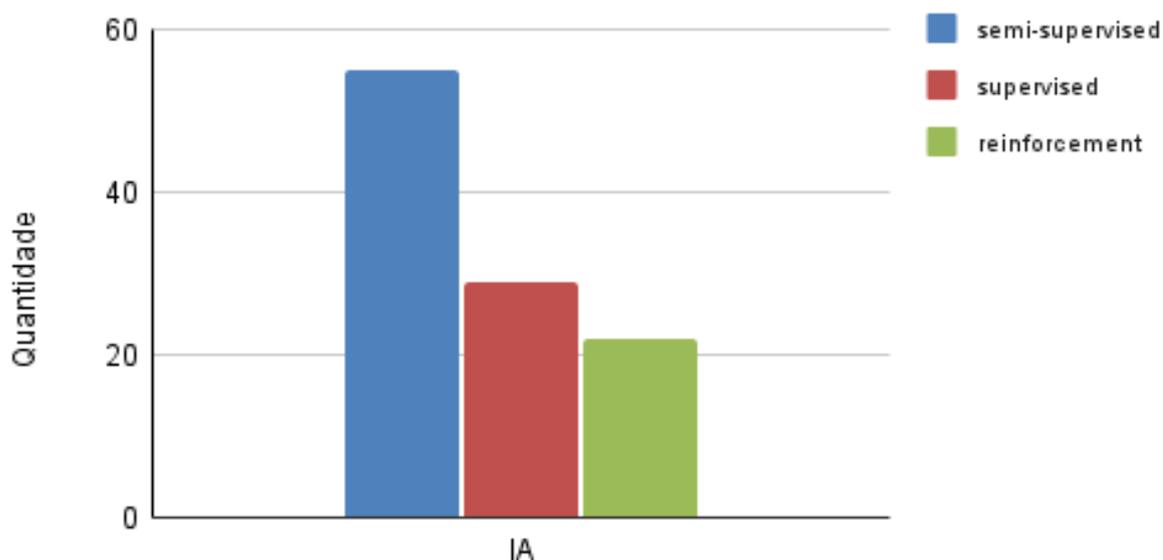


Figura 10 – Sensores e atuadores com soluções em trabalhos

O trabalho (DESHMUKH; BHUYAR, 2018) apresenta um sistema que melhora a eficiência, desempenho, manutenção, detecção de falhas e monitoramento em tempo real, bem como o controle da geração de energia solar fotovoltaica. E em (ÇELTEK; SOY, 2015) os autores exploram o potencial de aplicações de redes de sensores/atuadores sem fio na automação predial, que promete simplificar significativamente os requisitos de fiação por trás da redução da complexidade de manutenção e dos custos de configuração.

Já em (LONE; CHAVAN, 2018) os autores apresentam um sistema consciente para torná-lo totalmente automatizado, sem interrupção, custo e eficiência energética. As tecnologias avançadas como rede inteligente sem fio inteligente e algoritmos inteligentes escritos em microcontrolador, com o objetivo identificar os parâmetros climáticos como Temperatura, Umidade, Velocidade do Vento e Direções do Vento são monitorados incessantemente e os nós defeituosos que podem ser detectados com facilidade.

Logo é possível utilizar ou criar algoritmos que venha a reduzir o tempo de indisponibilidade ou solucionar problemas que possa sanar falhas que geram a indisponibilidade do PoP. Por outro lado, o estudo mostrou que a preocupação é utilizar métodos de coleta análise e ação. Em que a coleta dos dados são armazenadas e processadas para uma análise e com isso uma ação de previsão para futuros incidentes. Os estudos se mostraram promissores para processos de execução e algoritmos para a implementação do processo (ZHANG; WEN, 2019). O cenário mais utilizados nesse estudos foram ambientes residenciais, comerciais, industriais e agrícolas.

Em alguns casos foi identificado estudos que buscam utilizar protocolos que buscam otimizar o ambiente bem como facilitar o uso eficiente dos recursos disponibilizados (LANG; WANG; WANG, 2017).

#### 4.2.3 RQ3: Quais protocolos (aplicação e transmissão) foram apresentadas nas soluções que podem ser aplicáveis aos PoPs?

Os trabalhos (ZHANG; ZHU, 2018) e (DOMÍNGUEZ et al., 2020) apresentaram propostas para um novo protocolo relacionado a uma solução aplicável ao PoP com foco no monitoramento e automação que possibilita uma interligação e integração de seus elementos.

O trabalho (PAVITHRA; BALAKRISHNAN, 2015) os autores apresentam um sistema de automação residencial que usa os dispositivos portáteis como interface de usuário. Eles podem se comunicar com a rede de automação residencial através de um *gateway* de Internet, por meio de protocolos de comunicação de baixa potência como Zigbee ou Wi-Fi. Para o Protocolo de Aplicação, foram encontradas soluções que utilizavam MQTT, CoAP ou HTTP, conforme mostra a Figura 11 (a).

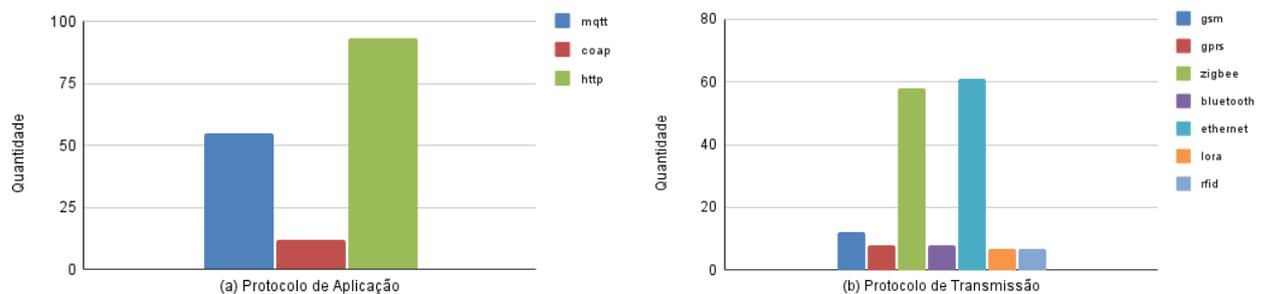


Figura 11 – Protocolos

Em relação à tecnologia de transmissão de dados e os sete tipos que se repetiram estão descritos na Figura 11(b). Alguns trabalhos utilizaram mais de uma opção de tecnologia de transmissão.

#### 4.2.4 RQ4: Quais linguagens de programação e equipamentos foram usados nos protótipos que podem ser aplicáveis para solucionar problemas de PoPs?

Protótipos desenvolvidos com uma das seguintes linguagens de programação apresentadas na Figura 12 (a). O python e php foram as linguagens mais utilizadas.

O trabalho (VAIDYA et al., 2017) por exemplo, utiliza um sistema exclusivo de monitoramento de portas é projetado com base na detecção e reconhecimento de rosto a partir de uma câmera instalada fora da porta principal, que pode ser acessada do telefone usando o aplicativo Android. Um recurso interessante que foi adicionado é que todos os aparelhos também podem ser controlados pela voz do usuário. Para eficiência energética, o usuário pode analisar o uso de cada aparelho a partir de seu telefone. Além disso, o usuário também pode controlar a intensidade da luz, bem como a velocidade do ventilador. Com todos esses recursos incorporados em um único sistema com interface de usuário boa e simples, este sistema é econômico e perfeito para pessoas idosas que moram sozinhas em suas casas.

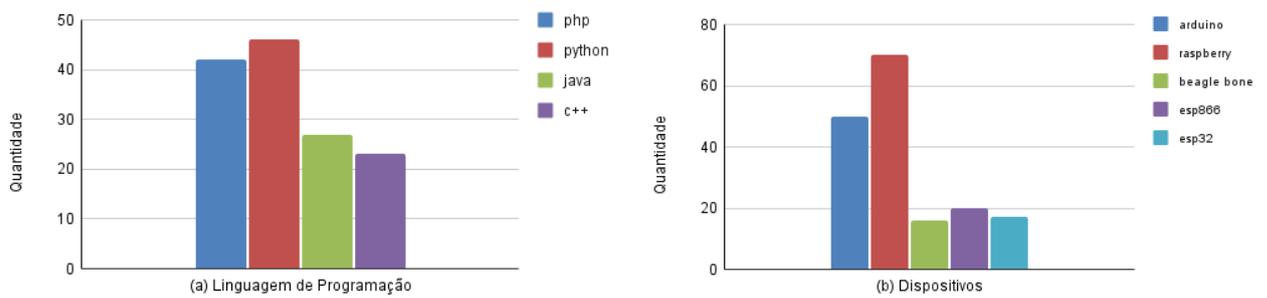


Figura 12 – Ferramentas para construir um protótipo

Os protótipos foram construídos principalmente com o microcontrolador *raspberry*. A Figura 12 (b) a seguir mostra outro *hardware* identificado nos artigos.

Ao final da etapa 4 do protocolo de pesquisa da Fase B foi identificado a área em que a pesquisa foi aplicada, utilizando as as palavras-chaves: *monitoring* ou *automation*.

Em (SU et al., 2020) (KUMAR et al., 2020) exploram a percepção visual aérea para monitoramento de doenças e pragas em plantações e integra, técnicas e algoritmos de última geração para monitorar a saúde e crescimento da plantação. Incluindo detecção de veículos aéreos não tripulados *drones*.

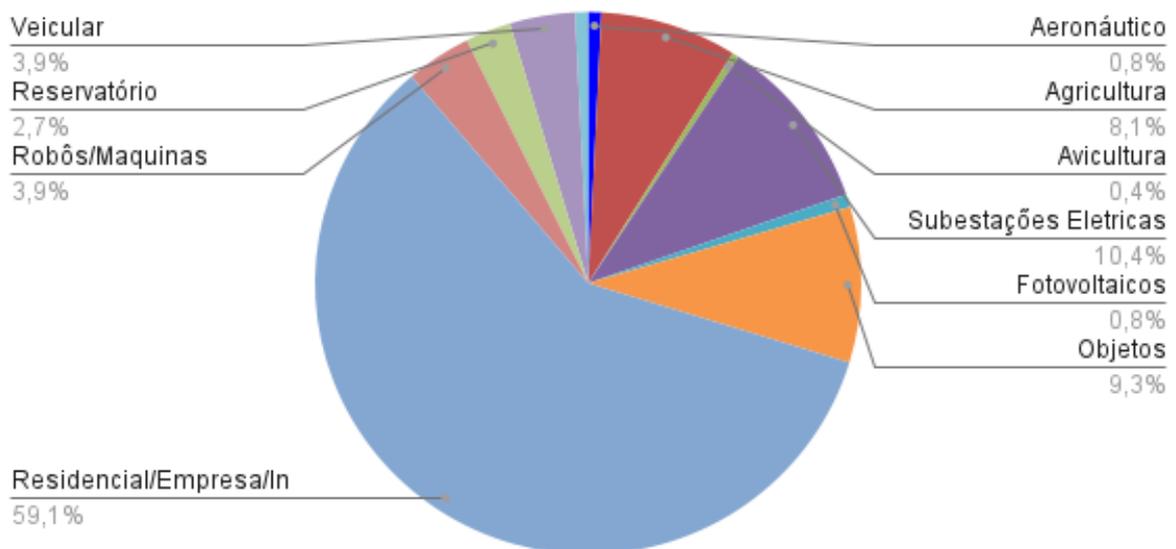


Figura 13 – Área de atuação dos trabalhos analisados

A Figura 13 apresenta os grupos de aplicação encontrados na pesquisa, em que o foco maior de trabalhos está no setor de Energia, Agricultura e automação Residencial/Empresa/Industria. Também foi identificados trabalhos no seguimento de: Aeronáutico; Agricultura; Avicultura; Subestações Elétricas; Fotovoltaicos; Objetos; Residencial/Empresa/Industria; Robôs/Maquinas; Reservatório; Veicular; Rodoviários;

## 5 CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática utilizou uma metodologia com duas fases. Na primeira fase, foram extraídas características e problemas no PoP. Na segunda fase, foram extraídas características das soluções para evitar falhas que exijam o deslocamento de técnicos. Na primeira fase, este artigo encontrou novos serviços sendo gerenciados dentro do PoP e seis classificações para PoPs: PoP CND, PoP *Datacenter*, PoP *Drone*, PoP *NFVI*, PoP *legacy* e PoP *Tower*. Portanto, os PoPs não oferecem apenas serviço de conectividade.

Além disso, um conjunto de seis palavras-chaves deve ser monitorados para evitar a necessidade de deslocamento de um técnico para solucionar problemas de PoPs. As palavras-chaves encontradas foram: energia, temperatura, câmera, umidade, clima, geolocalização. No entanto, temperatura e energia são variáveis relacionadas a um maior número de trabalhos no contexto do PoP. Isto é pois entre as classificações de PoP, o número de estudos sobre NFVI PoP (virtualização) aumentou e esse tipo de PoP contém máquinas virtuais, contêineres e alto processamento de informações. Assim, internamente, o PoP depende de um adequado temperatura e energia para evitar falhas que exigirão deslocamento do técnico.

Na segunda fase, energia e temperatura foram combinadas com monitoramento e automação para buscar soluções para PoP. Esta fase do estudo selecionou 254 trabalhos nos últimos 10 anos que continham soluções considerando cinco tipos de sensores e atuadores. Alguns trabalhos continham algoritmos de IA para resolver os problemas. Alguns os trabalhos continham protótipos e geralmente usavam o HTTP e o MQTT como protocolos de aplicação e, no protocolo de transmissão, Zigbee e Ethernet como os protocolos mais utilizados. Python e php foram as linguagens de programação mais utilizadas e Raspberry e Arduino foram os dispositivos mais utilizados para criar soluções. Os algoritmos são baseados em supervisão, semi-supervisionada e reforço para monitorar e automatizar o PoP.

Logo é possível realizar implementação de um sistema onipresente de controle e monitoramento para ambientes de PoP que pode ser desenvolvido com mais de uma solução de atuadores, que podem ser conectar a vários dispositivos com foco no monitoramento em temperatura, umidade, segurança e consumo de energia, e ajustá-lo a um nível desejado, obtendo assim mais segurança e economia de energia.

Por fim, esta revisão não encontrou uma solução explícita para ambientes de PoP. Portanto, este trabalho incentiva pesquisas para propor continuamente novos algoritmos e protótipos para evitar falhas de PoP. Alguns exemplos das lacunas encontradas são soluções com *drones* e robôs para fornecer novos serviços. Além disso, este trabalho sugere uma revisão sistemática em bases de patentes, para identificar soluções de monitoramento e automação de ambientes que possa ser utilizada como solução para ambientes de PoPs. Além de realizar novas pesquisas devem optar

pelo uso de HTTP ou MQTT, Python, Raspberry e Algoritmos de IA para construir uma nova solução para PoP.

Os estudos analisados apresentam técnicas que prevê um incidente na rede elétrica, temperatura e protocolos utilizado. A indisponibilidade de ambientes seja para qualquer tipo de ambiente é estudada e calculada por meio do monitoramento constante do serviço. Os estudos que buscam melhorar ou prevê a temperatura ou energia de um ambiente mais uma vez, foi tratados separadamente e trata a indisponibilidade no ambiente de maneira indireta.

Os trabalhos identificados para tratar uma abordagem menos intrusiva para o uso do espaço físico direto, logo consideram tratar o ambiente e controlar os níveis de temperatura sem o manuseio do equipamento. Separadamente e utilizado para ambientes de indústrias que apresentam equipamentos sensíveis as variabilidade da temperatura. Os estudos analisados apresentam regras para utilização para resfriamento e drenagem da temperaturas altas do ambiente

## 6 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, indicamos as seguintes atividades:

- Realização de uma revisão sistemática em base de dados para patentes, com base nas palavras-chaves utilizadas neste trabalho;
- Realização de análise detalhada dos conjuntos de dados, para a descoberta das causas e soluções encontradas para soluções levantadas neste trabalho;
- Desenvolvimento de patente como produto de solução para reduzir a indisponibilidade de POP e visitas de técnicos a POPs;
- Execução de mais testes utilizando a patente com vários algoritmos para a classificação base;
- Aplicação do método gráfico de análise para a avaliação de modelos de classificação, ou quando se deve levar em consideração diferentes custos/benefícios para os diferentes erros/acertos de classificação;
- Experimentos utilizando outros valores para o parâmetro, com realização, também, de análise dos resultados;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACETO, G. et al. A comprehensive survey on internet outages. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 113, p. 36–63, 2018. ISSN 1084-8045. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804518301139>>. Citado na página 22.

Anwar, H. et al. Monitor-pop—isp’s pop room temperature and humidity web based monitoring using microcontroller. In: IEEE. *2017 IEEE 8th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)*. [S.l.], 2017. p. 212–216. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 20.

ANWAR, H. et al. Monitor-pop—isp’s pop room temperature and humidity web based monitoring using microcontroller. In: IEEE. *2017 IEEE 8th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)*. [S.l.], 2017. p. 212–216. Citado na página 30.

BADAWY, M. et al. A survey on exploring key performance indicators. *Future Computing and Informatics Journal*, Elsevier, v. 1, n. 1-2, p. 47–52, 2016. Citado na página 18.

BENEDETTI, M. et al. Energy consumption control automation using artificial neural networks and adaptive algorithms: Proposal of a new methodology and case study. *Applied Energy*, Elsevier, v. 165, p. 60–71, 2016. Citado na página 33.

CARAPINHA, J. et al. Deployment of virtual network functions over multiple wan interconnected pops. In: IEEE. *2017 IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks (NFV-SDN)*. [S.l.], 2017. p. 252–257. Citado na página 30.

Case, J. D. et al. *Simple network management protocol (SNMP)*. [S.l.], 1990. Citado 3 vezes nas páginas 15, 16 e 20.

ÇELTEK, S. A.; SOY, H. An application of building automation system based on wireless sensor/actuator networks. In: IEEE. *2015 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*. [S.l.], 2015. p. 450–453. Citado na página 36.

CHAN, A. P.; CHAN, A. P. Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: an international journal*, Emerald Group Publishing Limited, 2004. Citado na página 19.

Chooruang, K.; Meekul, K. Design of an iot energy monitoring system. In: *2018 16th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT KE)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–4. ISSN 2157-099X. Citado 3 vezes nas páginas 15, 16 e 20.

DESHMUKH, N. S.; BHUYAR, D. A smart solar photovoltaic remote monitoring and controlling. In: *2018 Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 67–71. Citado na página 36.

DOMÍNGUEZ, M. et al. Development of a remote industrial laboratory for automatic control based on node-red. *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier, v. 53, n. 2, p. 17210–17215, 2020. Citado na página 37.

ERAMO, V.; LAVACCA, F. G. Proposal and investigation of a reconfiguration cost aware policy for resource allocation in multi-provider nfv infrastructures interconnected by elastic optical networks. *Journal of Lightwave Technology*, IEEE, v. 37, n. 16, p. 4098–4114, 2019. Citado na página 30.

ERAMO, V. et al. Reconfiguration of optical-nfv network architectures based on cloud resource allocation and qos degradation cost-aware prediction techniques. *IEEE Access*, IEEE, v. 8, p. 200834–200850, 2020. Citado na página 30.

FABBRI, S. et al. Improvements in the start tool to better support the systematic review process. In: *Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–5. Citado na página 23.

FABRICIO, M. A.; BEHRENS, F.; BIANCHINI, D. Monitoramento de equipamentos elétricos para manutenção preditiva utilizando iot. In: *Proceedings of the Brazilian Technology Symposium, PA-49*. [S.l.: s.n.], 2016. Citado na página 21.

GETSCHKO, D. Internet, origens, conceitos e desafios. *Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br)*, 2008. Citado na página 20.

HEARST, S. Intelligent multiplexers with digital cross-connect capability—a requirement in network evolution. In: IEEE. *1989 IEEE Global Telecommunications Conference and Exhibition 'Communications Technology for the 1990s and Beyond'*. [S.l.], 1989. p. 527–532. Citado na página 28.

JUNIOR, I. T. A. Métodos e técnicas de boa prática para implementação de um network operation center (noc). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011. Citado na página 19.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Sustainable industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, Elsevier, v. 117, p. 408–425, 2018. Citado na página 21.

KHOROV, E. et al. A survey on ieee 802.11 ah: An enabling networking technology for smart cities. *Computer communications*, Elsevier, v. 58, p. 53–69, 2015. Citado na página 21.

KLINGENSMITH, N.; WILLIS, D.; BANERJEE, S. A distributed energy monitoring and analytics platform and its use cases. In: *Proceedings of the 5th ACM Workshop on Embedded Systems For Energy-Efficient Buildings*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–8. Citado na página 31.

KUMAR, A. et al. Detection and counting of tassels for maize crop monitoring using multispectral images. In: IEEE. *2020 IEEE International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)*. [S.l.], 2020. p. 789–793. Citado na página 38.

LANG, Z.; WANG, D.; WANG, W. Research on data acquisition and optimization technology of sensor network based on intelligent ecological community. In: IEEE. *2017 IEEE 2nd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*. [S.l.], 2017. p. 1549–1553. Citado na página 36.

LEITE, C. da S. et al. Gerenciamento de serviços de ti: um estudo de caso em uma empresa de suporte remoto em tecnologia da informação. *Revista S&G*, v. 5, n. 2, p. 85–104, 2010. Citado na página 18.

LIJÓ, M. C.; OLIVEIRA, L. P. Mechanisms to avoid the unavailability of points of presence: A systematic review. In: SPRINGER. *International Conference on Advanced Information Networking and Applications*. [S.l.], 2022. p. 590–601. Citado 5 vezes nas páginas 8, 29, 30, 31 e 32.

LONE, K. S.; CHAVAN, S. Design and implementation of wireless smart intelligent network system using artificial intelligence for monitoring various weather parameters. In: IEEE. *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)*. [S.l.], 2018. p. 1–4. Citado na página 36.

MAJUMDAR, I. et al. Design of weather monitoring system and smart home automation. In: IEEE. *2018 IEEE International Conference on System, Computation, Automation and Networking (icscan)*. [S.l.], 2018. p. 1–5. Citado na página 35.

MATRACIA, M. Wind turbine mounted base stations for coverage enhancement in rural areas. 2020. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 35.

MULAY, V. P. Analysis of data center cooling strategies and the impact of the dynamic thermal management on the data center efficiency. In: *Mechanical Engineering*. [S.l.: s.n.], 2010. Citado na página 30.

ORTIZ-RANGEL, D. et al. Implementation of quality management system iso 9001 in a telecom network operation centre—a case study. In: *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Singapore*. [S.l.: s.n.], 2021. Citado na página 19.

PAROLINI, L. Models and control strategies for data center energy efficiency. [Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA, 2012. Citado na página 31.

PATCHAVA, V.; KANDALA, H. B.; BABU, P. R. A smart home automation technique with raspberry pi using iot. In: IEEE. *2015 International conference on smart sensors and systems (IC-SSS)*. [S.l.], 2015. p. 1–4. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

PAVITHRA, D.; BALAKRISHNAN, R. Iot based monitoring and control system for home automation. In: IEEE. *2015 global conference on communication technologies (GCCT)*. [S.l.], 2015. p. 169–173. Citado na página 37.

PORTELA, F. A. Posicionamento de servidores com minimização de latência em redes de operadoras de telecomunicações. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Citado na página 15.

RAMOS, R. M. *Roteamento resiliente em redes de data center utilizando openflow: Uma abordagem centrada em caminhos embarcados na origem*. Tese (Doutorado) — Dissertação de Mestrado, PPGI, UFES, 2013. Citado na página 15.

RASHID, A. H.; MUHAMMAD, S. S. Traffic intensity based efficient packet scheduling. In: IEEE. *2019 International Conference on Communication Technologies (ComTech)*. [S.l.], 2019. p. 88–101. Citado na página 30.

RASOOL, R. et al. A survey of link flooding attacks in software defined network ecosystems. *Journal of Network and Computer Applications*, v. 172, p. 102803, 2020. ISSN 1084-8045. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804520302757>>. Citado na página 21.

RAVINDRAN, V.; SHANKAR, S. Systematic reviews and meta-analysis demystified. *Indian journal of rheumatology*, Elsevier, v. 10, n. 2, p. 89–94, 2015. Citado na página 23.

Rosas, J. C. D. A.; Constante, J. H.; Oliveira, M. C. Cálculo de radio enlace terrestre. In: *SOMI XXXI Congreso de Instrumentación*. [S.l.: s.n.], 2016. Citado 3 vezes nas páginas 14, 16 e 20.

SCHOEN, U. et al. Convergence between public switching and the internet. *IEEE Communications Magazine*, IEEE, v. 36, n. 1, p. 50–65, 1998. Citado na página 29.

SHADROO, S.; RAHMANI, A. M. Systematic survey of big data and data mining in internet of things. *Computer Networks*, Elsevier, v. 139, p. 19–47, 2018. Citado na página 21.

SHARMA, R. K. et al. Balance of power: Dynamic thermal management for internet data centers. *IEEE Internet Computing*, IEEE, v. 9, n. 1, p. 42–49, 2005. Citado na página 32.

SINGH, K.; SINGH, P.; KUMAR, K. A systematic review of ip traceback schemes for denial of service attacks. *Computers & Security*, v. 56, p. 111–139, 2016. ISSN 0167-4048. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167404815000930>>. Citado na página 21.

SKELLY, P.; LI, M. Eipmon: an enhanced ip network monitoring tool. In: *IEEE. Proceedings 1999 IEEE Workshop on Internet Applications (Cat. No. PR00197)*. [S.l.], 1999. p. 20–27. Citado na página 29.

SOULA, J. M. F. *ISO/IEC 20000-Gerenciamento de Serviços de Tecnologia da Informação*. [S.l.]: Brasport, 2013. Citado na página 18.

SU, J. et al. Aerial visual perception in smart farming: Field study of wheat yellow rust monitoring. *IEEE transactions on industrial informatics*, IEEE, v. 17, n. 3, p. 2242–2249, 2020. Citado na página 38.

SURIYACHAI, P.; PANSIT, J. Effective utilization of iot for low-cost crop monitoring and automation. In: *IEEE. 2018 21st International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)*. [S.l.], 2018. p. 246–251. Citado na página 35.

VAIDYA, B. et al. Smart home automation with a unique door monitoring system for old age people using python, opencv, android and raspberry pi. In: *IEEE. 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*. [S.l.], 2017. p. 82–86. Citado na página 37.

VAZ, É. F.; ROHLEDER, N. L. Medidas de segurança contra incêndio nas estações de rádio base (erb). *Salão do Conhecimento*, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 20.

VILALTA, R. et al. End-to-end network service deployment over multiple vims using a disaggregated transport optical network. In: *IEEE. 2019 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON)*. [S.l.], 2019. p. 1–4. Citado na página 30.

WU, L.; BUYYA, R. Service level agreement (sla) in utility computing systems. In: *Performance and dependability in service computing: Concepts, techniques and research directions*. [S.l.]: IGI Global, 2012. p. 1–25. Citado na página 18.

ZHANG, L.; WEN, J. A systematic feature selection procedure for short-term data-driven building energy forecasting model development. *Energy and Buildings*, Elsevier, v. 183, p. 428–442, 2019. Citado na página 36.

ZHANG, X.; ZHU, Y. Design and implementation of a ubiquitous home controlling and monitoring system. In: IEEE. *2018 15th International Symposium on Pervasive Systems, Algorithms and Networks (I-SPAN)*. [S.l.], 2018. p. 1–6. Citado na página 37.

## **Appendices**

## **ENTREGA DA VERSÃO FINAL DE DISSERTAÇÃO**

Eu, PROF. DRA. LUCIANA PEREIRA OLIVEIRA, autorizo o aluno(a) MARIA CAMILA LIJÓ a entregar a versão final da dissertação de mestrado, à secretaria do PPGTI, que foi por mim analisada e está de acordo com os apontamentos feitos pelos membros da banca de apresentação do referido aluno.

---

Prof. Dra. Luciana Pereira Oliveira  
Orientador

João Pessoa, 29 de Dezembro de 2022.