

Abordagem IoT PD-RPM: Revisão Sistemática de Literatura

Documento Acessório ao Artigo Submetido ao SBCUP 2025¹

¹XVII Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva

Resumo. *Este documento objetiva caracterizar o estado da arte nas frentes de pesquisas sobre o monitoramento remoto de pacientes em diálise peritoneal domiciliar. Para a realização desse levantamento efetivou-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). A RSL consiste em uma metodologia de pesquisa que garante a reprodutibilidade dos procedimentos realizados quando da obtenção de conhecimento sobre algum tema específico [Okoli 2019, Xiao and Watson 2019].*

1. Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura Adotado

Antes da definição do protocolo da RSL foi realizada uma revisão prévia da literatura. Esta revisão assistemática teve como objetivo encontrar trabalhos que se aproximavam do tema de pesquisa explorado, bem como auxiliar na definição das palavras-chave e *string* de busca a ser aplicada aos repositórios de busca de trabalhos científicos.

Para realização da RSL, como ferramenta de apoio, foi utilizado o *software* Parsifal¹ [García-Peñalvo 2017]. Esta ferramenta, disponibilizada online e de forma gratuita, foi de extrema importância para a condução deste estudo uma vez que proporcionou um ambiente de trabalho colaborativo, onde todas as atividades realizadas nas fases de planejamento (objetivos e questões de pesquisa) e condução (*string* de busca, palavras chaves e sinônimos, critérios de inclusão e exclusão) estão disponíveis na ferramenta, além da criação do formulário de extração de dados.

A abordagem para conduzir a RSL, apresentada na Figura 1, foi baseada nas diretrizes e no modelo de protocolo de revisão sistemática proposto por [Kitchenham and Charters 2007]. De acordo com essas diretrizes, o processo de RSL inclui diversas atividades, que podem ser agrupadas em três fases principais: planejamento, condução e relato da RSL.

1.1. Questões de Pesquisa

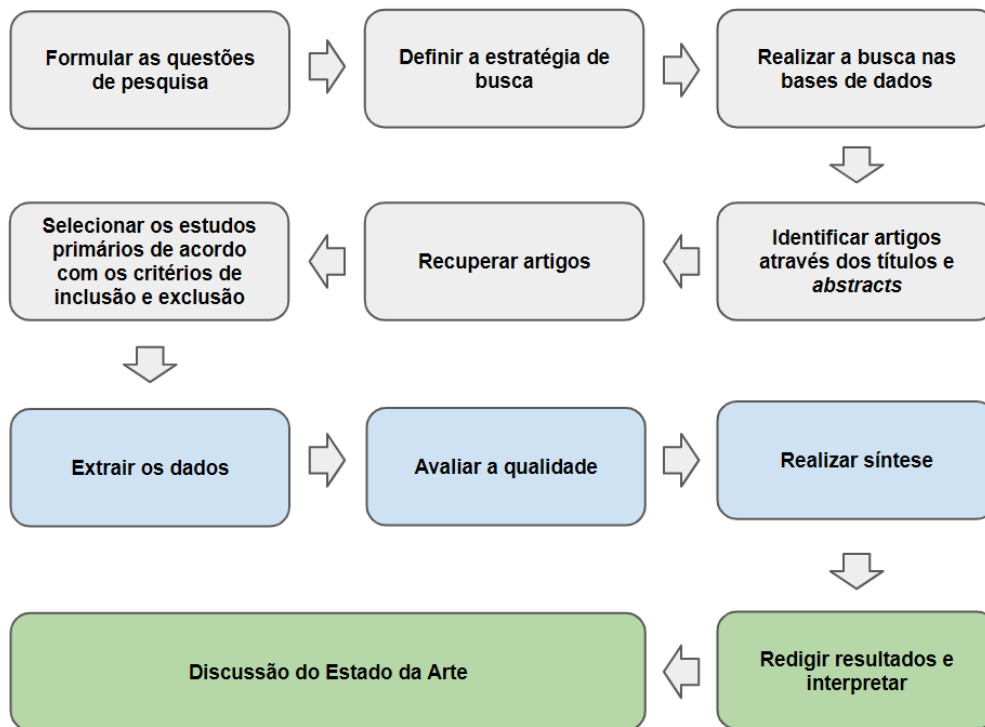
O objetivo desta revisão sistemática é analisar as abordagens propostas para o monitoramento remoto de pacientes em diálise peritoneal nos últimos 5 anos. Foi considerado que o foco de interesse é identificar o estado da arte referente a monitoramento de pacientes em diálise peritoneal domiciliar.

Como primeira etapa para o desenvolvimento de uma RSL tem-se que é a definição das questões de pesquisa que fundamentam a mesma [Petersen et al. 2015]. Assim, as questões de pesquisa desta RSL, que nortearam o estudo, estão descritas a seguir:

- RQ1: Como os sinais vitais são coletados - uso de sensores e/ou entrada de dados manual?
- RQ2: Como os dados coletados são armazenados? Qual plataforma é utilizada?

¹<https://parsif.al/>

Figura 1. Abordagem Adotada na Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: Elaborada pelo autor, adaptada de [Godela 2023]

- RQ3: Como são considerados os históricos de contextos para prover serviços e/ou informações relevantes para o usuário?
- RQ4: É utilizado um *middleware* na arquitetura da proposta ?
- RQ5: Há previsão de emissão de alertas considerando parâmetros pré-definidos e/ou escores médicos?
- RQ6: Existem cuidados referentes à adequação à LGPD?

A estratégia de identificação de trabalhos incluiu uma busca personalizada, usando uma *string* de busca nas bases de indexação selecionadas.

O desenvolvimento do protocolo de RSL adotado nesta Tese seguiu o PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context) conforme sugerido por [Kitchenham and Charters 2007], bem como [Petticrew and Roberts 2008]:

- *Population*: Publicações que abordem o monitoramento remoto de pacientes;
- *Intervention*: O objetivo da intervenção foi coletar evidências em relação às abordagens propostas para monitorar pacientes especialmente em DP;
- *Comparison*: Comparação entre as arquiteturas propostas, bem como o hardware utilizado;
- *Outcomes*: Abordagens arquiteturais, técnicas, conceitos e *middlewares* utilizados na concepção de aplicativos ou sistemas destinados ao monitoramento remoto de pacientes;
- *Context*: pesquisas relacionadas a monitoramento de paciente em casa, especialmente em DP.

A fim de encontrar os estudos relevantes foi aplicada a *string* de busca em seis bases de indexação: (i) ACM Digital Library; (ii) IEEE Digital Library; (iii) Science Direct; (iv) Scopus; (v) Springer Link; (vi) Google Scholar. A escolha das bases de indexação se deu por sua importância e relevância na área da Ciência da Computação e da Nefrologia, bem como por cobrirem a maioria dos periódicos e artigos de conferência nesta área.

A *string* de pesquisa foi especificada considerando os principais termos relacionados ao monitoramento de pacientes especificamente aos que realizam DP domiciliar. Foram realizadas pesquisas piloto para refinar a *string* de pesquisa de forma iterativa. Foram excluídas as palavras-chave cuja inclusão não retornou resultados. Após várias iterações, ficou definida a seguinte *strings* de pesquisa para pesquisar palavras-chave, título, resumo e texto completo das publicações: ("remote patient monitoring"OR "remote peritoneal dialysis monitoring") AND ("internet of things"OR iot). Não foram consideradas palavras-chave referentes a LGPD porque se mostraram restritivas.

1.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Objetivando avaliar a qualidade dos trabalhos, o que é também chamado de seleção para exclusão, é necessário declarar explicitamente em uma RSL os critérios utilizados para julgar quais artigos serão excluídos por qualidade insuficiente. Se faz necessário também classificar a qualidade de todos os artigos incluídos, dependendo das metodologias de pesquisa que empregam [Okoli 2015].

Os critérios resumidos de inclusão e exclusão são apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de Inclusões e Exclusões

#	Critérios de Inclusão
1	Estudos primários
2	Estudos que tratam de RPM
#	Critérios de Exclusão
1	Estudos secundários ou terciários
2	Estudos duplicados
3	Estudos anteriores a 2018
4	Estudos fora do escopo
5	Short papers (4 páginas ou menos)

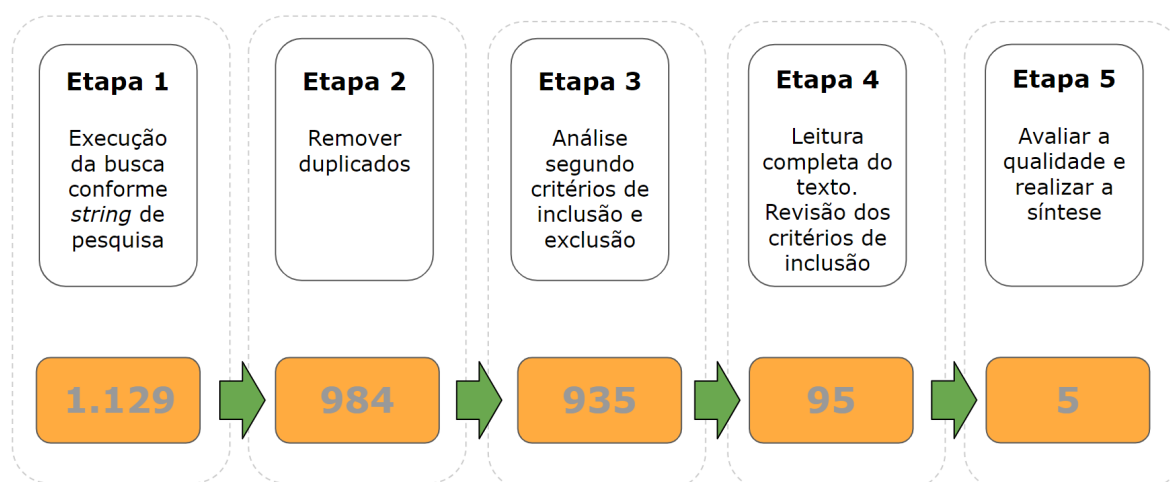
Fonte: Elaborada pelo autor.

1.3. Procedimento para Seleção de Estudos

O procedimento para seleção de estudos, apresentado na Figura 2, foi dividido em quatro etapas principais.

Na Etapa 1, os estudos foram obtidos a partir de bancos de dados usando a *string* de pesquisa. ACM Digital Library retornou 45, Scopus 494, Science@Direct 178, Google Scholar 47, Springer Link 231 e IEEE Digital Library 134. Os resultados da pesquisa (1129) foram baixados sendo inscritos e organizados com a ajuda da ferramenta Parsifal [Lima et al. 2019], com excessão dos artigos do Google Scholar onde foi utilizada a

Figura 2. Etapas Realizadas na Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: Elaborada pelo autor.

ferramenta Zotero [Trinoskey et al. 2009] - Zotero é uma extensão gratuita e de código aberto de navegadores web que permite coletar, gerenciar, armazenar e citar recursos em um único local.

O Zotero² importa automaticamente as informações de citações de várias fontes, incluindo sites sem assinatura, de periódicos e de banco de dados baseados na Web, como Google Scholar. Na segunda etapa foram excluídos os artigos duplicados. Na terceira etapa utilizando os critérios de inclusão e exclusão foram removidos 840 artigos. Já na quarta etapa após a leitura dos artigos restantes restaram 95 artigos. Na quinta e última etapa os artigos foram submetidos a uma análise de qualidade e restaram 5 artigos.

2. Trabalhos Selecionados pela Revisão Sistemática de Literatura

A Figura 3 apresenta uma visão geral dos artigos retornados por cada base de indexação durante o processo de revisão sistemática empregado. Destaca-se que o gráfico da Figura 3 corresponde aos artigos obtidos na primeira etapa, antes da avaliação da qualidade.

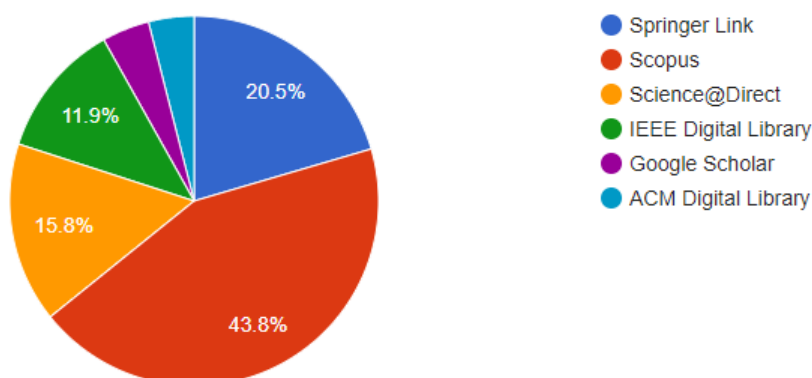
A Tabela 2 apresenta uma visão geral dos artigos, que foram excluídos com base em cada critério de exclusão previamente definido. Conforme pode ser visualizado, o critério que excluiu o maior número de trabalhos foi "Estudos fora do escopo", com 200 artigos eliminados.

Esta seção tem como propósito caracterizar cada um dos cinco trabalhos relacionados, do ponto de vista de sua expectativa de aplicação, bem como das técnicas usadas na sua concepção. A discussão dos trabalhos selecionados, foi realizada na perspectiva de buscar subsídios para responder às questões de pesquisa consideradas para revisão de literatura. Os objetivos dos trabalhos são apresentados na subseção 4, junto a uma análise crítica, traçando um paralelo a proposta de concepção da IoT PD-RPM.

Foram selecionados 5 artigos na Revisão Sistemática de Literatura. Esses artigos receberam uma leitura completa em seu conteúdo com o objetivo de validar os critérios de

²<https://www.zotero.org/https://www.zotero.org/>

Figura 3. Artigos Retornados na Revisão Sistemática de Literatura por Base de Indexação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2. Totais de Artigos Afetados por Critério de Exclusão

Critério de Exclusão	Artigos
Estudos fora do escopo	929
<i>Short Papers</i>	8
Estudos Secundários ou terciários	8
Estudos duplicados	145
Estudos anteriores a 2018	33

Fonte: Elaborada pelo autor.

inclusão e exclusão definidos neste trabalho. Esses trabalhos serão apresentados a seguir.

- **A1: An Internet of Things Application on Continuous Remote Patient Monitoring and Diagnosis [Mia et al. 2021]**

O objetivo do trabalho é detectar emergências médicas e diagnosticar doenças. Permitindo que pessoas autorizadas recebam notificações em seus telefones móveis e monitorem o estado do paciente por meio de um painel web ou aplicativo para smartphone. Os parâmetros de saúde do paciente armazenados no banco de dados podem ser pesquisados para prever doenças com antecedência.

Este artigo de pesquisa aborda um dispositivo vestível não invasivo que monitora os sinais vitais de um paciente em tempo real, usando a Internet das Coisas (IoT). O dispositivo proposto pode monitorar a temperatura corporal, pressão sanguínea, frequência cardíaca, saturação de oxigênio, nível de glicose no sangue, ECG, detecção de quedas de pacientes e parâmetros de localização. Além disso, ele possui uma unidade de analisador de respiração que mede os compostos orgânicos voláteis totais (COVs), dióxido de carbono, álcool, sulfeto de hidrogênio e nível de amônia na respiração. Utiliza a plataforma Blink Cloud para armazenar os sinais coletados. Com a finalidade de pesquisa foi utilizado o servidor em nuvem ThinkSpeak. Que possibilita a análise avançada de dados na nuvem utilizando o software Matlab.

O sistema é projetado com um microcontrolador de 8 bits junto com sensores correspondentes. Os dados dos sensores são alimentados em um banco de dados da web usando um protocolo de comunicação WiFi. Além disso, o sistema possui um painel de controle da web e um aplicativo de *smartphone* com Acesso Baseado em Funções (ABF, na sigla em inglês) para monitorar vários pacientes remotamente. A abordagem proposta demonstra um sistema avançado de monitoramento remoto de pacientes e diagnóstico para pacientes com doenças crônicas, especialmente em uma pandemia.

O trabalho conclui que a proposta garante o melhor agendamento dos recursos médicos limitados para atender a mais pacientes. Além disso, cria um banco de dados médico abrangente com base nos dados de saúde do paciente, colocando-os sob vigilância médica ao gerar um índice de saúde pessoal. No futuro, pode se tornar uma nova tendência na arena da pesquisa de monitoramento remoto de pacientes. Ele pode ser integrado com sensores pequenos e mais sensíveis para aumentar a precisão e reduzir o tamanho do dispositivo. Um maior número de dispositivos sincronizados com um banco de dados central pode apoiar serviços de saúde digital em todo o país. Portanto, essa tecnologia impacta a sociedade em termos de desenvolvimento humano sustentável.

- **A2: An IoT-Aware System for Remote Monitoring of Patients with Chronic Heart Failure [Sergi et al. 2023]**

Este trabalho apresenta o projeto SMART CARE, que visa desenvolver um sistema de monitoramento integrado, composto por componentes de hardware e software, que podem tornar as várias fases de gerenciamento de pacientes com insuficiência cardíaca crônica (ICC) (prevenção, diagnóstico, terapia, acompanhamento) mais eficientes. O SMART CARE é um sistema inteligente de monitoramento baseado em tecnologias da IoT tem o potencial de reorganizar a forma como as doenças crônicas são gerenciadas. Pode ser integrado com dispositivos vestíveis/portáteis e outros sensores para rastrear os sinais vitais em tempo real. Essas informações podem ser transmitidas aos prestadores de cuidados de saúde para revisão, permitindo a detecção precoce de quaisquer alterações ou possíveis problemas.

Por meio do uso de novas ferramentas de cálculo de risco baseadas na análise de dados do mundo real por Inteligência Artificial (IA), o projeto espera produzir intervenções terapêuticas direcionadas e precoces que reduzam significativamente as readmissões hospitalares. Uma característica inovadora adicional do projeto é a capacidade de coletar dados de um nó de borda de baixo custo localizado na residência do paciente. Este nó pode realizar uma avaliação inicial dos dados, detectar desvios do comportamento normal e acionar alertas.

O algoritmo de detecção de anomalias será distribuído entre o nó de borda e a nuvem, e por meio desse processamento, o nó de borda gerará notificações ou sugestões comportamentais em tempo hábil que podem ser enviadas diretamente para o dispositivo móvel do paciente. A mesma plataforma de telemedicina também enviará notificações/alertas para outros interessados, como parentes, cuidadores ou pessoal médico autorizado, para gerar ações específicas para o paciente individual.

Na proposta, os dados podem ter origem em várias fontes. Fontes potenciais in-

cluem sensores físicos ou bioquímicos inteligentes usados pelo paciente, dispositivos vestíveis/portáteis e sensores ambientais. Por outro lado, os dispositivos de borda também podem realizar inteligência de borda, que envolve a execução de algoritmos de IA no próprio dispositivo. Essa abordagem pode reduzir a quantidade de dados transmitidos para a nuvem, pois o dispositivo de borda pode filtrar e analisar dados localmente, enviando apenas informações relevantes para a nuvem. Uma plataforma em nuvem é responsável por coletar, armazenar e processar dados do paciente. A plataforma utiliza algoritmos de IA/ML para analisar os dados e identificar padrões e anomalias que possam indicar alterações no estado de saúde do paciente, alertando os profissionais de saúde para tomar ações apropriadas.

- **A3: An IoT-Based Duplex Mode Remote Health Monitoring System [Polasi et al. 2023]**

Este estudo demonstra o uso do Monitoramento Remoto de Pacientes (RPM), onde Redes de Sensores Sem Fio (WSNs, na sigla em inglês) são conectadas sem fio usando Redes de Área Corporal (WBAN, na sigla em inglês) para medir parâmetros de saúde significativos, como temperatura do paciente, batimentos cardíacos, frequência cardíaca e níveis de pressão em modo remoto, em qualquer lugar e a qualquer momento.

Além disso, um sensor MEMS conectado a outros sensores serve como um sensor de rastreamento de movimento para monitorar o estado físico do paciente quando ele está sozinho. Em caso de falta de resposta a movimentos físicos, assistência médica imediata é enviada para a localização do paciente usando um módulo GPS. Criando um sistema de monitoramento biomédico autônomo, esses sensores são conectados sem fio a um módulo Wi-Fi e, em seguida, os valores dos sensores são registrados em um servidor médico usando comunicação sem fio na nuvem.

Usando a tecnologia LoRa, que opera sob a plataforma da Internet das Coisas (IoT), promove a funcionalidade de dois modos, descritos como um modo de duplex neste sistema. Os valores são exibidos em um LCD e um alarme sonoro conectado ao modelo atua como um sistema de alerta para o outro lado do sistema de monitoramento. Os profissionais médicos podem visualizar e analisar as condições de seus pacientes, e a telemedicina é fornecida conforme necessário.

Em comparação com trabalhos anteriores, este trabalho não apenas inclui múltiplos sensores, mas também apresenta recursos LoRa. Usando tecnologia de comunicação de longo alcance, ele cobre uma distância de 15 km ou mais. O dispositivo de rastreamento de saúde é muito útil para pacientes em áreas rurais e para pessoas que desejam reduzir as visitas ao hospital.

- **A4: MedPlus - a Cross-Platform Application that Allows Remote Patient Monitoring [Gîştescu et al. 2021]**

Este artigo propõe uma aplicação web destinada a aprimorar a comunicação entre paciente e médico por meio do monitoramento contínuo da saúde do paciente, análise constante de seu estado e relato de informações a um especialista. A solução proposta envolve a leitura de dados em tempo real de um aplicativo Google Fit ³ instalado no telefone do paciente, responsável por reunir dados do

³<https://developers.google.com/fit/>

aplicativo de saúde padrão do telefone ou adicionados por meio de dispositivos e sensores associados, como *smartwatches*, balanças, entre outros.

O MedPlus consiste em uma aplicação web totalmente funcional dividida em *front-end* implementado usando React.js⁴ e o back-end escrito em Node.js⁵. O método proposto para o sistema de monitoramento de pacientes coleta dados de saúde do celular do paciente e os analisa. Em relação à privacidade do usuário, a solução utiliza OAuth⁶, que é um protocolo aberto para permitir autorização segura de maneira simples e padrão em aplicativos web, móveis e *desktop*.

A análise dos dados de saúde é realizada a cada 24 horas em todos os dados de saúde de um paciente coletados durante o dia, a fim de manter o índice de falsos positivos de anomalias relatadas o mais baixo possível. Antes de uma análise manual pelo médico, nossa solução utiliza um serviço de IA que ajuda a antecipar problemas antes que ocorram, chamado *Anomaly Detector da Microsoft Azure*⁷. Sua responsabilidade é garantir a fácil incorporação de capacidades de detecção de anomalias para que pacientes e médicos possam identificar rapidamente problemas. Anomalias em séries temporais podem oferecer informações relevantes para situações críticas, especialmente em domínios médicos.

O *Anomaly Detector* pode identificar se os dados contêm alguma anomalia e fornecer uma janela de tempo em que a anomalia ocorreu, além de uma pontuação indicando a gravidade em comparação com outras na série temporal [29]. Seu processador de detecção de anomalias encontra anomalias para cada série temporal individual, enquanto um processador de alerta inteligente correlaciona as anomalias de diferentes séries temporais e gera um relatório de incidente correspondente. Com todos os dados coletados e analisados, é construído um perfil para cada paciente. Isso é o que o médico vai avaliar e fornecer informações, como diagnósticos e tratamentos, a fim de melhorar o estado de saúde do paciente.

- **A5: Cloud-Based Remote Patient Monitoring System with Abnormality Detection and Alert Notification [Sahu et al. 2022]**

O artigo descreve um sistema capaz de medir diferentes parâmetros fisiológicos, com precisão e de acordo com os padrões médicos necessários. Este sistema oferece monitoramento contínuo do paciente local e remotamente por meio de um aplicativo móvel, utilizando uma plataforma em nuvem. Além disso, inclui detecção de anormalidades nos dados fisiológicos e notificação de alertas.

É utilizada uma Rede de Sensores Corporais (BSN, na sigla em inglês), que consiste em uma rede de sensores não invasivos usados no corpo, ao redor ou dentro dele, capazes de medir e transmitir fisiologicamente parâmetros com fio ou sem fio.

O Bluetooth de baixa energia (BLE, na sigla em inglês) é utilizado como uma ligação de interface entre a estação base da BSN e um gateway móvel. A interface entre o *gateway* e a nuvem pode ser realizada por Wi-Fi ou *Ethernet*. O *gateway* pode ser um dispositivo Android, como um *smartphone* ou *tablet*. A comunicação UDP ou o protocolo TCP e o *WebSocket* são utilizados para receber os dados no

⁴<https://react.dev/>

⁵<https://nodejs.org/>

⁶<https://oauth.net/2/>

⁷<https://learn.microsoft.com/en-us/azure/ai-services/anomaly-detector/>

servidor em nuvem. Para o RPMS em tempo real, os parâmetros fisiológicos do paciente são armazenados no Amazon S3 do Amazon Web Service (AWS)⁸. As APIs REST da Amazon estão sendo utilizadas para transmitir os arquivos do cliente Android para o *bucket* S3. Em caso de evento anormal e emergência, o sistema pode gerar uma notificação de alerta para o usuário local e o supervisor remoto.

A análise de desempenho do sistema de armazenamento em nuvem implementado em termos de taxa de transmissão de dados em tempo real mostra o desempenho satisfatório do sistema. O aplicativo móvel desenvolvido para dispositivos Android funciona adequadamente para visualização, análise e armazenamento de dados local e globalmente. A viabilidade e confiabilidade do sistema proposto foram testadas e validadas satisfatoriamente. O escopo futuro do trabalho inclui análise de dados para prognóstico, diagnóstico e previsão da gravidade do estado de saúde, juntamente com o desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão com base nos dados adquiridos e no histórico médico do paciente.

3. Discussão das Questões de Pesquisa Considerando os Trabalhos Selecionados na RSL

Na presente seção, até o momento além da discussão dos Trabalhos Selecionados identificados durante a RSL, também foram exploradas a relevância e as implicações decorrentes dessa discussão no respaldo da proposição subjacente a esta Tese.

A seguir, ao aprofundarmos a análise dos Trabalhos Selecionados, foi realizada uma imersão crítica nas contribuições dos mesmos em relação às questões de pesquisa que guiaram a RSL desenvolvida. Essa abordagem teve por finalidade permitir a contextualização de maneira mais abrangente do panorama existente no campo de estudo desta Tese, revelando lacunas, convergências e possíveis direcionamentos para a concepção da IoT PD-RPM.

RQ1: Como os sinais vitais são coletados - uso de sensores e/ou entrada de dados manual?

Esta funcionalidade torna-se viável devido ao ambiente criado pelos sistemas integrados baseados na IoT. A interoperabilidade facilitada pela IoT possibilita que objetos inteligentes, dotados de conectividade à internet e inseridos em um contexto de sistemas largamente distribuídos, adquiram a capacidade de coletar, armazenar e compartilhar dados de forma eficiente. À luz dessas definições, percebemos que apenas 2 trabalhos apresentam a possibilidade de entrada de dados - sinais vitais - de forma manual e também utilizando sensores.

Na abordagem IoT PD-RPM, foram contempladas ambas as possibilidades, levando em consideração a eventualidade de falhas em um sensor. Dessa forma, o paciente terá a capacidade de enviar os dados à equipe médica mesmo em situações problemáticas, visando, primordialmente, assegurar a tranquilidade do paciente. Essa abordagem busca promover uma aderência mais robusta ao tratamento, proporcionando uma maior confia-

⁸<https://aws.amazon.com/>

bilidade no monitoramento e, por conseguinte, promovendo a segurança e satisfação do paciente.

RQ2: Como os dados coletados são armazenados? Qual plataforma é utilizada?

Todos os estudos escolhidos optaram por adotar uma plataforma em nuvem devido às suas características distintivas, tais como elasticidade e alta disponibilidade.

Diversas plataformas foram adotadas nos estudos analisados. O trabalho A1 fez uso da plataforma Blink Cloud⁹, enquanto o trabalho A2, embora tenha optado pela computação em nuvem, não especificou a plataforma utilizada. Por sua vez, o trabalho A3 escolheu integrar-se à plataforma Thingspeak¹⁰, o trabalho A4 alinhou-se com a infraestrutura da Google Fit¹¹. Por fim, o trabalho A5 fundamentou-se na robusta plataforma Amazon Web Services¹². Essa diversidade de escolhas evidencia a variedade de opções disponíveis, cada uma atendendo a necessidades específicas e refletindo as particularidades de cada pesquisa.

Em consonância com essa tendência, a abordagem IoT PD-RPM fundamentou-se na escolha da plataforma em nuvem da Amazon, notoriamente a mais antiga e abrangente em termos de serviços disponíveis. Essa seleção estratégica visa assegurar uma disponibilidade ininterrupta de 24 horas, destacando-se não apenas pela longevidade da plataforma, mas também pela sua completude, que se traduz em uma infraestrutura robusta e confiável para suportar nossas necessidades.

RQ3: Como são considerados os históricos de contextos para prover serviços e/ou informações relevantes para o usuário?

Com exceção do trabalho A3, os demais trabalhos selecionados utilizam, de uma forma ou de outra, históricos de contextos para comparação entre séries históricas de valores sensorizados ou introduzidos manualmente.

Na IoT PD-RPM, os sinais vitais coletados proporcionam ao usuário a prerrogativa de estabelecer históricos de contexto, circunstanciados no tempo. Esses históricos podem ser comparados com um padrão definido pelo próprio usuário, empregando distâncias Euclidianas. Esta técnica, referente ao cálculo de similaridade entre registros temporais, será empregada na abordagem objeto desta Tese.

Essa perspectiva permite uma análise meticulosa e personalizada dos dados, oferecendo ao usuário a capacidade de contextualizar e avaliar as variações nos sinais vitais em relação a um padrão pré-determinado, enriquecendo assim a utilidade e eficácia, por consequência uma maior aderência ao tratamento, visto que a equipe médica poderá considerar as especificidades de cada paciente em DP. Outrossim, considerando interações com a equipe de profissionais de saúde do Centro de Referência em Nefrologia de Pelotas, o emprego de um padrão definido pela equipe de saúde como referência para comparações ao

⁹<https://blynk.io/>

¹⁰<https://thingspeak.com/>

¹¹<https://developers.google.com/fit>

¹²<https://aws.amazon.com/pt/>

longo do tempo, contribui significativamente para interpretabilidade das indicações feitas pela plataforma computacional.

RQ4: É utilizado um *middleware* na arquitetura da proposta?

A incorporação de um *middleware* em arquiteturas de IoT oferece uma série de vantagens significativas. Em primeiro lugar, o *middleware* atua como uma camada intermediária que facilita a comunicação e a integração eficiente entre os dispositivos IoT heterogêneos, superando desafios relacionados a protocolos divergentes e tecnologias diversas.

Além disso, ao prover funcionalidades como gerenciamento de dados, segurança e coordenação de eventos, o *middleware* simplifica o desenvolvimento e a manutenção de aplicações IoT complexas. Sua capacidade de lidar com a heterogeneidade dos dispositivos e oferecer uma interface consistente para os desenvolvedores promove a interoperabilidade, facilitando a criação de soluções robustas e escaláveis.

Adicionalmente, o uso de um *middleware* contribui para a flexibilidade e adaptabilidade das arquiteturas IoT, permitindo a incorporação de novos dispositivos e serviços de maneira mais ágil. Em resumo, a integração de um *middleware* se revela crucial para otimizar a eficiência operacional, promover a interoperabilidade e simplificar a complexidade inerente às arquiteturas de Internet das Coisas.

Nenhum dos Trabalhos Seleccionados utiliza um *middleware* em sua arquitetura. A IoT PD-RPM emprega o *middleware* EXEHDA, que oferece uma robusta infraestrutura de middleware simplificando a complexidade inerente à comunicação entre dispositivos IoT. O EXEHDA proporciona uma abordagem eficiente para a interoperabilidade, permitindo que dispositivos heterogêneos troquem informações de maneira coesa e eficaz. Além disso, sua arquitetura flexível e escalável se adapta às demandas dinâmicas dos ambientes IoT, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento e implementação de soluções inovadoras.

RQ5: Há previsão de emissão de alertas considerando parâmetros pré-definidos e/ou escores médicos?

A emissão de alertas em abordagens IoT na área da saúde desempenha um papel crucial, proporcionando uma comunicação instantânea e assertiva para a equipe médica. Em um contexto em que a tomada de decisões rápidas pode ser determinante, a detecção precoce de eventos críticos, variações nos sinais vitais ou outras condições anômalas é fundamental.

A emissão de alertas permite que a equipe médica seja notificada imediatamente sobre situações emergenciais, possibilitando uma resposta ágil e personalizada. Essa funcionalidade não apenas agiliza a intervenção médica, mas também contribui para a prevenção de complicações, melhorando a eficácia dos cuidados prestados.

Todos os Trabalhos Seleccionados recorrem aos alertas, considerando que promove uma abordagem proativa, permitindo que a equipe médica antecipe potenciais problemas

e intervenha antes que se agravem.

Na IoT PD-RPM o emprego de alertas é fundamental no resultado da aderência do paciente, já que com personalização dos alertas, adaptados às necessidades específicas de cada paciente, torna possível um monitoramento mais preciso e individualizado fazendo com que o paciente receba retorno da equipe médica após cada alerta disparado.

RQ6: Existem cuidados referentes à adequação à LGPD?

A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais é um marco regulatório fundamental para a proteção de dados pessoais em ambientes digitais e físicos. Sua importância se evidencia no crescente volume de informações sensíveis compartilhadas e armazenadas por organizações, especialmente em um contexto global de rápida digitalização. Ao regulamentar o tratamento de dados pessoais, a LGPD estabelece um conjunto de direitos para os titulares de dados e obrigações para as entidades que processam essas informações, promovendo maior transparência, segurança e controle por parte dos cidadãos sobre suas informações pessoais.

Para a Ciência da Computação, a LGPD apresenta desafios e oportunidades relacionados à concepção de sistemas, algoritmos e soluções tecnológicas que atendam aos requisitos de conformidade legal. Além disso, os conceitos de *privacy by design*, incorporados pela LGPD, requerem que desenvolvedores e arquitetos de software considerem a privacidade como um princípio central desde a fase de planejamento e desenvolvimento de aplicações.

O alinhamento entre os requisitos legais e os aspectos técnicos tem impulsionado inovações na área de segurança da informação e proteção de dados, promovendo a adoção de novas práticas e tecnologias voltadas para a preservação da privacidade dos usuários.

Nenhum dos trabalhos selecionados demonstra preocupação com a adequação às exigências da LGPD, tampouco incorporam em sua concepção os princípios de *privacy by design* preconizados por essa legislação. A abordagem proposta, IoT PD-RPM, destaca-se por incluir um módulo de auditoria de banco de dados que visa assegurar a conformidade do EXEHDA com os requisitos da LGPD.

A remote management program in automated peritoneal dialysis patients in Colombia Clinicians' experiences with remote patient monitoring in peritoneal dialysis: A semi-structured interview study Evaluating a remote patient monitoring program for automated peritoneal dialysis Impact of remote biometric monitoring on cost and hospitalization outcomes in peritoneal dialysis Improving safety and efficiency in care: Multi-stakeholders' perceptions associated with a peritoneal dialysis virtual care solution Longitudinal Experience with Remote Monitoring for Automated Peritoneal Dialysis Patients Patients and caregivers expectations and experiences of remote monitoring for peritoneal dialysis Practical Aspects on Use of Sharesource in Remote Patient Management Remote Management for Peritoneal Dialysis: A Qualitative Study of Patient, Care Partner, and Clinician Perceptions and Priorities in the United States and the United Kingdom Remote monitoring in peritoneal dialysis: benefits on clinical outcomes and on quality of life Remote Monitoring of Automated Peritoneal Dialysis Improves Personalization of Dialytic Prescription and Patient's Independence Remote Patient Management for Home Dialysis

Patients Remote Patient Management in Peritoneal Dialysis: An Answer to an Unmet Clinical Need Remote patient monitoring program in automated peritoneal dialysis: Impact on hospitalizations Remote Treatment Monitoring on Hospitalization and Technique Failure Rates in Peritoneal Dialysis Patients Telemonitoring system for patients with chronic kidney disease undergoing peritoneal dialysis: Usability assessment based on a case study Two-Way Patient Monitoring in PD: Technical Description of Sharesource Use of Sharesource in Remote Patient Management in Peritoneal Dialysis: A Canadian Nurse's Perspective

4. Considerações Finais

Este documento apresentou uma Revisão Sistemática da Literatura nos temas de monitoramento remoto de pacientes, monitoramento remoto de pacientes em diálise peritoneal, especialmente utilizando a IoT como meio. Ao final desta revisão, foram selecionados cinco trabalhos, sendo apresentadas suas principais características e as estratégias usadas para o monitoramento remoto de pacientes. Os trabalhos foram analisados comparativamente para possibilitar uma discussão a respeito de suas características e identificar lacunas em suas propostas.

A análise dos cinco artigos decorrentes da revisão sistemática permitiu identificar que apenas 2 artigos selecionados permitem a entrada manual de dados. Todos os artigos utilizam plataformas em nuvem, de diferentes fornecedores. Foi verificado também que apenas um dos artigos selecionados não contempla a Análise de Histórico de Contexto. Por fim, foi observado que nenhum artigo selecionado incorpora um *middleware* em sua concepção, bem como não contempla procedimentos direcionados a adequação de suas propostas às exigências da LGPD.

A partir da discussão feita neste documento, foi elaborada Tabela 3, que irá contemplar as Questões de Pesquisa, através de uma análise comparativa entre os trabalhos relacionados, traçando um paralelo ao projeto da IoT PD-RPM.

Tabela 3. Análise Comparativa Entre os Trabalhos Relacionados e a IoT PD-RPM

	Entrada de Dados	Plataforma	Análise Histórico	Middleware	Alertas Notificações	Diálise Peritoneal	Auditoria Banco de Dados	LGPD Adequação
A0	Manual e Sensor	Nuvem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
A1	Sensor	Nuvem	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
A2	Manual e Sensor	Nuvem	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
A3	Sensor	Nuvem	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
A4	Sensor	Nuvem	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
A5	Manual e Sensor	Nuvem	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não

Fonte: Elaborada pelo autor.

Neste documento, dedicado à análise dos trabalhos relacionados, com ênfase no monitoramento remoto de pacientes, foi observado que eles apresentam similaridades a IoT PD-RPM, mesmo que estejam em diferentes níveis de maturidade tecnológica.

Referências

- García-Peñalvo, F. (2017). Mapping sistemáticos de literatura. caso práctico de planificación usando parsifal.
- Gîştescu, A.-E., Proca, T., Miluţ, C.-M., and Iftene, A. (2021). Medplus-a cross-platform application that allows remote patient monitoring. *Procedia Computer Science*, 192:3751–3760.
- Godela (2023). godela. Último acesso 29 outubro 2023.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.
- Lima, D., Sotero, V., Dermeval, D., Artur, J., and Passos, F. (2019). A systematic review on the use of educational technologies for medical education. In *CSEDU (1)*, pages 153–160, Setúbal, Portugal. International Conference on Computer Supported Education.
- Mia, M. M. H., Mahfuz, N., Habib, M. R., and Hossain, R. (2021). An internet of things application on continuous remote patient monitoring and diagnosis. In *2021 4th international conference on bio-engineering for smart technologies (BioSMART)*, pages 1–6, Piscataway, NJ, USA. IEEE, IEEE.
- Okoli, C. (2015). A guide to conducting a standalone systematic literature review. *Communications of the Association for Information Systems*, 37(1):43.
- Okoli, C. (2019). Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. *EAD em Foco*, page 40.
- Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64:1–18.
- Petticrew, M. and Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA.
- Polasi, P. K., Aishwarya, S., Kruthika, P., and Momin, M. K. (2023). An iot-based duplex mode remote health monitoring system. In *2023 International Conference on Recent Advances in Electrical, Electronics, Ubiquitous Communication, and Computational Intelligence (RAEEUCCI)*, pages 1–5, Piscataway, NJ, USA. IEEE, IEEE.
- Sahu, M. L., Atulkar, M., Ahirwal, M. K., and Ahamad, A. (2022). Cloud-based remote patient monitoring system with abnormality detection and alert notification. *Mobile Networks and Applications*, 27(5):1894–1909.
- Sergi, I., Montanaro, T., Shumba, A. T., Bramanti, A., Ciccarelli, M., Carrizzo, A., Visconti, P., De Vittorio, M., and Patrono, L. (2023). An iot-aware system for remote monitoring of patients with chronic heart failure. In *2023 8th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)*, pages 1–5, Piscataway, NJ, USA. IEEE.
- Trinoskey, J., Brahmi, F. A., and Gall, C. (2009). Zotero: A product review. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries*, 6(3):224–229.

Xiao, Y. and Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1):93–112.