

Gestão de Relacionamentos em Ambientes da IoT Social: Uma Revisão Sistemática

Leandro Camargo* Ana Pernas* Adenauer Yamin*

* Centro de Desenvolvimento Tecnológico – CDTEC, Universidade
Federal de Pelotas – UFPel, RS,
(e-mail: leandro.camargo, marilza, adenauer@inf.ufpel.edu.br).

Abstract: Recently we observed a computational scenario growth where the objects socially connected integration to people's daily routines occurs, they offer automated services in a more timely manner, with a minimum of human intervention. Due to challenges not yet overcome in this complex scenario, this article Systematic Literature Review contributions, which integrates research efforts focused on aspects of relationship management in intelligent environments. Thus, 439 articles were selected from the digital repositories ACM, IEEE, and Scopus, where 105 accepted and another 21 qualified and discussed. Among the RSL contributions comply with a systematization involving parameters of SIoT relationship management.

Resumo: Observa-se o crescimento de cenários computacionais onde ocorre a integração de objetos conectados em uma perspectiva social no dia a dia das pessoas, eles oferecem serviços automatizados de forma mais oportuna, procurando reduzir o esforço cognitivo humano. Devido aos desafios ainda não superados neste cenário complexo, o presente estudo contribui com uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que compreende esforços de pesquisa voltados a aspectos da gestão de relacionamento em ambientes inteligentes. Assim, foram selecionados 439 artigos dos repositórios digitais ACM, IEEE e Scopus, dos quais 105 foram aceitos e outros 21 qualificados e discutidos. Dentre as contribuições da RSL realizada destaca-se uma sistematização envolvendo parâmetros de gestão em relacionamentos na SIoT.

Keywords: automated services; relationships management; friendship recommendation.

Palavras-chaves: serviços automatizados; gestão de relacionamentos; recomendação de amizade.

1. INTRODUÇÃO

As interações humanas com a tecnologia têm moldado a sociedade desde seu início, influenciando vários aspectos da vida cotidiana. Nas últimas décadas, a automação tem transformado rapidamente nossas vidas, impactando em como procuramos e acessamos as informações, em como utilizamos serviços e realizamos diferentes operações comerciais. Tal interação influencia não apenas a estrutura das redes sociais humanas ao longo do tempo, mas também a forma como estes laços são mantidos por intermédio da tecnologia (Hülür and Macdonald, 2020).

No contexto das relações sociais estabelecidas em ambientes ciber-físicos, os objetos podem se tornar socialmente conectados e inteligentes para usufruir de benefícios em comum (Atzori et al., 2014). Neste cenário, há o envolvimento direto ou indireto do ser humano com os objetos inteligentes. Conforme Atzori et al. (2012), os objetos inteligentes são aqueles dotados de sensores e/ou atuadores que interagem com o mundo real. Contudo, mesmo as tecnologias estando cada vez mais ubíquas em nossas vidas, existem diferenças marcantes em como as pessoas veem e se envolvem nas relações com os objetos (Wei et al., 2018).

Na perspectiva das aplicações responsivas voltadas à automação com o emprego da Internet das Coisas Social - SIoT, ainda são destacados como desafios não superados: (i) a alta complexidade que vem com o uso combinado de uma rede social e da IoT, no mapeamento de relações sociais temporais entre pessoas, objetos e lugares; (ii) a viabilização de um comportamento pró-ativo e autônomo na mudança de coisas inteligentes para coisas sociais Kumaran and Sridhar (2020), além dos desafios amplamente abordados em IoT, (iii) escalabilidade no rastreamento dos objetos e a confiança estabelecida entre eles.

Frente ao exposto, este artigo tem como objetivo central a realização de uma Revisão Sistemática de Literatura - RSL, na qual estão elencados os trabalhos que abordam aspectos do gerenciamento das relações sociais estabelecidas em ambientes inteligentes. Como contribuições desta RSL destacam-se a síntese dos recentes avanços e das lacunas de pesquisa ainda existentes. Este trabalho integra os esforços do LUPS (*Laboratory of Ubiquitous and Parallel Systems*) referente à discussão do estado da arte em relacionamentos sociais na IoT, até então pouco observada na literatura.

O restante do artigo contempla a seguinte estrutura. Na Seção 2, são abordados os fundamentos básicos em relacionamentos estabelecidos na SIoT. Por sua vez, na Seção 3 é apresentado o detalhamento da Revisão Sistemática de Literatura que guiou este estudo. Já a Seção 4 discute

* O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

os resultados, em decorrência das questões de pesquisa. Finalmente, algumas notas conclusivas são expostas na Seção 5, bem como um planejamento dos estudos futuros.

2. FUNDAMENTOS BÁSICOS EM RELACIONAMENTOS NA SIIOT

A Internet das Coisas Social é um paradigma emergente, em que os diferentes objetos interagem e estabelecem relacionamentos entre si para atingir um objetivo comum. Em essência, a SIIOT explora variantes de uma arquitetura orientada a serviços, onde dispositivos heterogêneos podem oferecer ou solicitar a execução de tarefas, de forma autônoma (Afzal et al., 2019).

Na SIIOT os objetos também podem estabelecer, alterar e encerrar as relações sociais (Wei et al., 2018). Dessa forma, há um melhoramento da interoperabilidade na rede, bem como da composição de novos serviços, tudo isso promovido pela interação social que ocorre entre os dispositivos, os quais firmam colaborações em nome de seus proprietários, tendo como base os hábitos e interesses (Khelloufi et al., 2020).

A convergência da computação e da comunicação centradas na socialização permitirá que os dispositivos IIOT aproveitem o contexto social para otimização dos serviços oferecidos e/ou personalização das entregas feitas de forma automatizada (Dhelim et al., 2021). Contudo, para que ocorra essa otimização na oferta de serviço entre objetos, algumas premissas devem ser atendidas, dentre elas a confiança, a exatidão e a precisão (Khelloufi et al., 2020).

Para aprofundar o entendimento da complexidade inerente à inserção do contexto social em ambientes inteligentes permeados de automações, a seguir são tratados os tipos de relacionamentos abordados na literatura, bem como a gestão dos mesmos.

2.1 Tipos de Relacionamentos

Os objetos em SIIOT possuem a capacidade de conectar e compartilhar dados com o mínimo de intervenção humana, de forma automática, o que cria um potencial para estabelecer relações sociais. Porém, a autonomia na descoberta, comunicação e colaboração mútua traz desafios em um cenário complexo, motivado pelo aumento no número de objetos. Assim, se torna fundamental uma definição das relações de natureza social estabelecidas entre eles (Kim et al., 2017b).

A Figura 1 faz um delineamento das possíveis relações sociais entre objetos, conforme apontado pelas recentes pesquisas nesta área Aldelaïmi et al. (2020), Khelloufi et al. (2020), Saxena et al. (2020), estes trabalhos destacam a maneira como objetos socializam e constituem as comunidades entre si. Tal organização ocorre com base em diferentes critérios visando o compartilhamento do conteúdo de interesse e a oferta de serviços automatizados da forma mais oportuna possível.

Conforme destacado na Figura 1, alguns destes aspectos não sofrem mudança no passar do tempo, sendo assim considerados estáticos, tais como o fabricante ou o proprietário do objeto, outros porém, constantemente sofrem

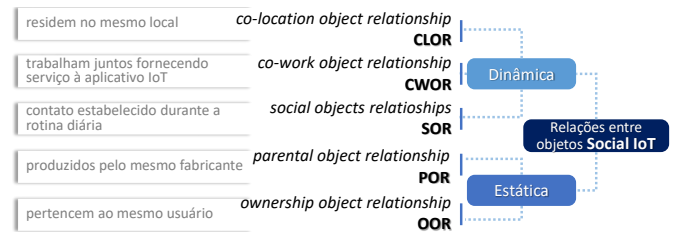


Figura 1. Relações estabelecidas em SIIOT

alterações durante o uso em um ambiente inteligente, por esta razão agrupados como dinâmicos. Mesmo as relações estabelecidas pelo compartilhamento de um local em comum, por exemplo uma residência, este vínculo é considerado dinâmico em função das constantes alterações de localização, que podem conduzir o objeto a novas conexões, tanto de rede quanto na composição da comunidade.

As relações sociais seguem regras de interação indicadas em cada objeto, esses vínculos ditam as informações compartilhadas, o tipo de relação estabelecida e o número de amizades permitidas (Saxena et al., 2020). Logo, as regras de interação ajudam na gestão dos relacionamentos de um objeto e reduzem a intervenção do proprietário na composição de comunidades com interesses comuns.

2.2 Gestão de Relacionamentos

Para que as relações sociais entre objetos ocorram em ambiente estável, uma série de parâmetros são observados, desde o histórico de transações anteriores e a opinião emitida pelos seus pares - vizinhos comuns - sobre a experiência de transações com tal dispositivo (Saxena et al., 2020). Estes aspectos trazem consequências para a estabilidade da rede, a oferta de serviços otimizados e a confiança estabelecida entre os atores desse ambiente.

Uma maneira dinâmica para implementação da confiança nas relações estabelecidas entre os dispositivos de um ambiente inteligente, os quais apresentam um comportamento automatizado e, portanto, sem que haja interferência direta do usuário final, está formalizada na Equação 1, conforme segue.

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

A credibilidade do objeto passa ao controle realizado pelos dispositivos de borda, onde a confiança direta - D , estabelecida entre os objetos - i ; j - se dá em função do fator transacional - TF , associado ao *feedback* - F , que expressa a qualidade do serviço prestado por i , de acordo com a avaliação do objeto j (Kowshalya and Valarmathi, 2017a). Para tal, os valores possíveis destes indicadores avaliados são os seguintes:

Na qualificação da transação TF_{ij}^l :

- 0 - transação irrelevante;
- 1 - transação relevante.

Para avaliação do *feedback* F_{ij}^l :

- 0 - serviço inadequado;
- 1 - serviço satisfatório.

Conforme observado na Equação 1, a credibilidade de um objeto frente às relações estabelecidas só é atingida

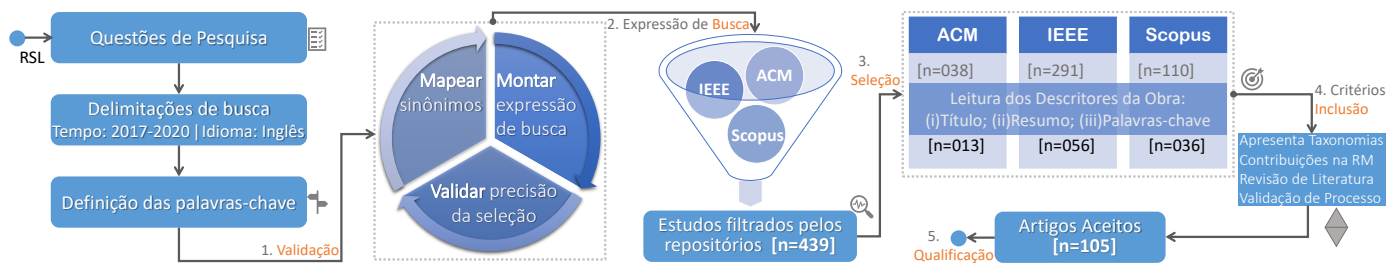


Figura 2. Esboço do protocolo de pesquisa adotado na RSL

quando houver um equilíbrio entre o volume de transações relevantes e as avaliações positivas dos serviços prestados por ele, ou seja, ambos aspectos pontuados com o valor 1, isso representa a importância do objeto nas interações. Por outro lado, um dispositivo que realiza muitas operações, mas que obtém poucos serviços pontuados como satisfatórios, tem sua confiança reduzida em futuras operações na comunidade.

Em síntese, existem vários critérios considerados na constituição de comunidades de objetos visando modelos mais robustos que melhorem aspectos de segurança e privacidade. Além das lacunas de pesquisa destacadas até o momento, com o propósito de uma visão ampliada da gestão de relacionamentos em ambientes SIoT, a Seção 3 detalha o protocolo de pesquisa adotado neste trabalho.

3. RSL NA GESTÃO DE RELACIONAMENTOS SOCIAIS EM IOT

Os procedimentos em RSLs, apesar de pequenas diferenças, sugerem oito etapas comuns para seu desenvolvimento: (i) formulação do problema de pesquisa; (ii) desenvolvimento e validação do protocolo de revisão; (iii) pesquisa na literatura; (iv) triagem para inclusão; (v) avaliação da qualidade; (vi) extração de dados; (vii) análise e sintetização dos dados; e (viii) divulgação dos achados (Xiao and Watson, 2019). A Figura 2 sintetiza as etapas do protocolo adotado nesta pesquisa.

Esta RSL está segmentada em dois momentos: um primeiro com foco nas quatro etapas preliminares, de caráter estrutural e quantitativo; um segundo baseado nas quatro etapas restantes, com um viés qualitativo. Quanto as ferramentas para a busca dos artigos, considerando os repositórios utilizados pelos principais eventos da computação, se optou pela utilização das bibliotecas digitais da *Association for Computing Machinery* - ACM Digital Library, do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* - IEEE Xplore e da Elsevier's Scopus. A inserção de outros motores de busca incrementou significativamente o número de artigos duplicados, sem trazer contribuições significativas de artigos alinhados ao objetivo desta pesquisa.

Um importante critério para a validação do protocolo de pesquisa adotado, remete à época dessa observação, para tal, a seleção foi delimitada aos estudos publicados entre os anos de 2017 a 2020. Outra restrição é referente ao idioma, sendo assim, foram selecionadas apenas obras elaboradas em Inglês. A RSL foi organizada com apoio do software StArt - *State of the Art through Systematic Review* (Dermeval et al., 2019).

O passo inicial da RSL consiste na definição das questões de pesquisa. Nesta perspectiva, com intuito de realizar uma análise das abordagens utilizadas em obras com foco na gestão de relacionamento - *relationship management*, acrônimo RM - foram elaboradas as seguintes questões específicas - QE:

- QE1 – Qual o aspecto na RM é destacado pela pesquisa?
- QE2 – Quais parâmetros da RM são evidenciados na proposta?
- QE3 – O estudo oferece uma solução voltada à RM?

A revisão sistemática procura minimizar erros metodológicos e a aleatoriedade da captura dos artigos com o emprego de procedimentos claramente definidos, os quais guiam o levantamento do estado-da-arte ligado ao tópico de interesse (Dermeval et al., 2019). Sob este aspecto, a Figura 2 conduz ao protocolo especificado para o presente estudo.

A expressão utilizada para a pesquisa nos repositórios foi a que segue:

{("relation management")
OR ("object" AND "interaction")
AND ("social internet of things"
OR "SIoT" OR "social IoT")}

Nesta expressão a disjunção - OR - busca palavras alternativas ou abreviações, já a conjunção - AND - vincula os termos principais. Como resultado da aplicação desta expressão nos mecanismos de busca, dos três repositórios citados foram obtidos 439 artigos. A Figura 2 aponta à distribuição dos trabalhos elencados nas respectivas bibliotecas.

Na primeira triagem foram descartados os trabalhos em duplicidade, alguns automaticamente destacados pela ferramenta StArt, outros marcados manualmente, considerando o indicador de similaridade do conteúdo, que também é uma funcionalidade disponibilizada pelo software utilizado. Na sequência, de forma complementar ao processo de limpeza, também foram eliminadas as obras com dados faltantes.

Os principais motivos para exclusão das obras obtidas nos repositórios foram o acesso restrito às informações básicas, os documentos sem resumo e a falta das palavras-chave, respectivamente. A primeira análise, que considera a leitura apenas dos descritores da obra, como o título, o resumo e as palavras-chave, resultou em um recorte contendo 105 trabalhos e, a partir deles, houve a qualificação baseada em critérios de inclusão pontuados na Figura 2, em alinhamento às questões de pesquisa. Os aspectos

relevantes e contribuições dos artigos estão tabulados no decorrer da Seção 4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta a análise qualitativa das produções científicas selecionadas na triagem inicial - obtidas nos mecanismos de busca das bibliotecas digitais - bem como os trabalhos aceitos - classificados após a leitura do resumo e das palavras chave. Também compreende os artigos qualificados - os quais são resultantes da leitura completa destes trabalhos aceitos - essa última classificação elenca, efetivamente, os estudos alinhados aos objetivos desta pesquisa.

A seleção das obras nos três motores de busca utilizados neste estudo resultou na distribuição observada junto a Figura 3. Sendo que dos 439 artigos obtidos nestes buscadores, 105 foram aceitos após uma leitura superficial dos metadados. Com uma leitura integral dos trabalhos, 21 foram considerados relevantes. Já quanto ao volume de produção no período, 52% das obras foram publicadas no ano de 2020, outras 24% em 2018 e, nos anos de 2019 e 2017 foram 14% e 10%, respectivamente.

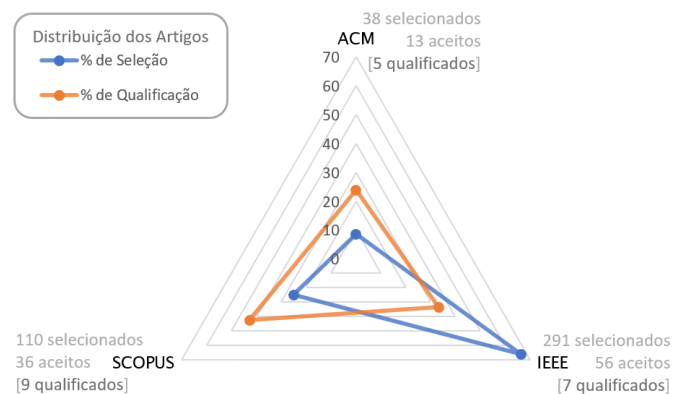


Figura 3. Resultado obtido na triagem dos artigos da RSL

Com intuito de facilitar a interpretação dos resultados obtidos, a Figura 4 agrupa os aspectos da gestão de relacionamentos de acordo com a questão específica QE1. Assim, identificam-se seis eixos principais, resultantes da leitura das 21 produções científicas selecionadas, também há registro de uma revisão de literatura, a qual apresenta contribuições transversais aos eixos, bem como contribuição   estruturação desta pesquisa.

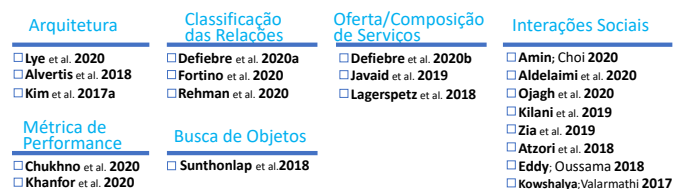


Figura 4. Aspectos destacados na gestão de relacionamentos

A Figura 4 destaca os recentes esforços em pesquisas envolvendo: (i) as interações sociais Kilani et al. (2019), Zia et al. (2019), Aldelaimi et al. (2020), Amin and Choi (2020), Ojagh et al. (2020); (ii) a classificação das relações em ambientes Social IoT Defiebre et al. (2020a),

Rehman et al. (2020), Fortino et al. (2020), e; por sua vez (iii) Fortino et al. (2020) propõe um *framework* que apoia a formação de times de dispositivos sociais associados a agentes, seguindo um modelo de reputação deste ator que considera o *feedback* fornecido pelos próprios agentes durante suas atividades.

As interações sociais ganham destaque no Modelo de Comunidade Dinâmica de Interesse, onde são explorados os interesses comuns de objetos, o alcance de comunicação e as regras de interação social na formação de comunidades (Aldelaimi et al., 2020). Uma outra proposta sugere a navegação orientada por grafo social para obtenção da localização de objetos (Atzori et al., 2018). De forma complementar é discutida as relações estabelecidas entre os objetos sociais no ambiente SIIoT (Kowshalya and Valarmathi, 2017b).

Em resposta a questão específica QE2, quanto aos parâmetros da RM mais observados no recorte dos estudos analisados, eles estão expostos na Figura 5, com destaque para a escalabilidade que apresenta maior atenção em pesquisas no domínio da gestão dos relacionamentos estabelecidos em ambientes da Social IoT. A seleção de parâmetros é similar às apontadas em estudo recente na  rea (Rad et al., 2020).

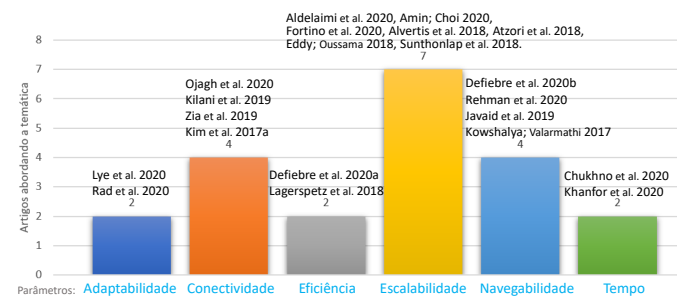


Figura 5. Parâmetros considerados em RM

A seguir, considerando a questão específica QE3, são apontadas as principais contribuições oferecidas pelos estudos selecionados. Além disso, no fechamento da seção, os principais desafios impostos   gestão de relacionamentos estabelecidos em ambientes inteligentes estão pontuados, em conformidade ao que se observa na literatura analisada.

Como ponto inicial das contribuições dos trabalhos, a pesquisa de Alvertis et al. (2018), considera que para suportar a escalabilidade inerente ao ambiente Social IoT, se faz necessária uma arquitetura centrada no usuário, na qual sugere a criação de um Agente Social, uma nova proposta de rede social digital, a qual colabora com ambientes de m dias sociais existentes, dando origem a uma meta-plataforma. De forma similar, Amin and Choi (2020) oferece um ambiente que herda os recursos das redes sociais, como composição de serviço, gerenciamento de relacionamento e recomendação para estimular os laços entre objetos.

Uma contribuição importante na gestão dos relacionamentos é oferecida na proposta que trata da comunicação centrada no objeto, assim sendo, surge uma arquitetura baseada em Objeto Social Comunicante (Eddy and Oussama, 2018). Em outro estudo é aplicada a busca em profundidade que encaminha solicitações para a descoberta

de objetos vizinhos, seguindo uma ordem preferencial de critério para classificação estabelecida pelos dispositivos cientes da rede (Sunthonlap et al., 2018).

A conectividade como aspecto central é uma contribuição à RM observada em estudo que trata das informações básicas do usuário e dos dispositivos, oferecendo representações de modelos semânticos seguindo regras previamente definidas (Kim et al., 2017a). Em pesquisa com o mesmo foco é realizada uma simulação da Social IoT descentralizada, a qual permite a navegação inteligente, a interação e o estabelecimento de amizades entre objetos inteligentes autônomos (Defiebre et al., 2020a).

A colaboração com base nas relações sociais é empregada em um modelo arquitetural, na qual se comprova que a velocidade computacional ao combinar vários dispositivos inteligentes se aproxima ao esforço de servidores (Lagerspetz et al., 2018). Tal colaboração torna possível a composição de comunidades pervasivas que são vantajosas, tanto em termos de recursos computacionais, quanto em custos de implementação.

A oferta e composição de serviços teve destaque na solução que utiliza o compartilhamento das informações entre os agentes para entrega de serviços oportunos (Defiebre et al., 2020b). Por outro lado, uma solução alternativa utiliza uma técnica de filtragem colaborativa centralizada, que permite recomendações de confiança entre os nodos que estabelecem relações sociais semelhantes (Javaid et al., 2019).

Outras contribuições trazidas pelas pesquisas apontam para a avaliação da disponibilidade dos serviços ofertados como base para a gestão dos relacionamentos. Os estudos de Khanfor et al. (2020) e Chukhno et al. (2020) demonstram a capacidade de combinação e detecção das comunidades, bem como a adoção do aprendizado de máquina no ambiente SIoT para a descoberta de serviço eficazes na borda. De forma complementar uma estrutura de recomendação personalizada utiliza algoritmos baseados no perfil do usuário (Lye et al., 2020).

Como síntese da seção, se percebe que os esforços recentes em pesquisas na gestão de relacionamentos estabelecidos em ambientes inteligentes, seguem duas vertentes, a primeira centrada no usuário, que se baseia nas informações das redes sociais humanas para coleta do perfil e hábitos, a segunda, centrada nos objetos, que considera a reputação dos dispositivos que interagem para cumprir interesses em comuns.

As relações centradas nos objetos requerem a descoberta e a classificação dos dispositivos, para tal, é fundamental a ciência de rede, tornando assim, a conectividade um elemento central. Além disso, também é desejável o compartilhamento das informações entre os agentes, para que ocorra a entrega de serviços oportunos. Uma característica adicional, diz respeito a disponibilidade e qualidade dos serviços ofertados, os quais são igualmente avaliados neste ambiente. A Seção 5 oferece algumas ponderações, resumizando as contribuições da pesquisa desenvolvida.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado da arte apresentado neste artigo considera o rigor inerente ao protocolo de pesquisa de uma RSL e sintetiza as principais contribuições científicas realizadas na área da Social IoT. Trazendo como propósito o preenchimento da lacuna de pesquisa existente em *surveys* centrados no gerenciamento das relações sociais estabelecidas de forma autônoma em ambientes inteligentes.

Os resultados desta RSL foram organizados graficamente, no intuito de facilitar a interpretação dos dados e a identificação das contribuições oferecidas por cada artigo analisado. Adicionalmente, foram preparados alguns apontamentos destacando as obras que trouxeram abordagens diferenciadas em relação às demais, além de evidenciar os parâmetros encontrados na literatura para gestão de relacionamentos na SIoT, para suportar ambientes inteligentes e as operações autônomas entre os objetos.

Considerando as obras selecionadas nesta RSL é possível apontar como principais desafios aplicáveis à gestão de relacionamentos em SIoT os seguintes aspectos: (i) a definição dos círculos sociais das coisas; (ii) o perfil individual do objeto deixando transparente suas funcionalidades e serviços oferecidos; (iii) o grau de confiança do dispositivo; (iv) a qualificação do serviço prestado; (v) a recomendação gerada pelos outros; (vi) o tempo de resposta oportuno para a maioria destes desafios apresentados.

Por fim, este trabalho contribui com novos pesquisadores na área da gestão de relacionamentos em SIoT, auxiliando na percepção dos rumos que diferentes pesquisas adotam para o enfrentamento dos desafios promovidos em decorrência do aumento no número de objetos com potencial para firmar relações de natureza social, com o mínimo de intervenção humana e de forma automatizada. Como trabalhos futuros, se pretende formalizar um modelo de gestão de relacionamentos que seja escalável e robusto, oferecendo serviços oportunos com pouca carga cognitiva do usuário nas interações em ambientes inteligentes.

REFERÊNCIAS

- Afzal, B., Umair, M., Shah, G.A., and Ahmed, E. (2019). Enabling iot platforms for social iot applications: Vision, feature mapping, and challenges. *Future Generation Computer Systems*, 92, 718–731.
- Aldelaimi, M.N., Hossain, M.A., and Alhamid, M.F. (2020). Building dynamic communities of interest for internet of things in smart cities. *Sensors*, 20(10), 2986.
- Alvertis, I., Biliri, E., Lampathaki, F., and Askounis, D. (2018). Social agents to enable pervasive social networking services. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 13(3), 50–84.
- Amin, F. and Choi, G.S. (2020). Social pal: A combined platform for internet of things and social networks. In *2020 5th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS)*, 786–790. IEEE.
- Atzori, L., Campolo, C., Da, B., Iera, A., Morabito, G., Esnault, P.P., and Quattropani, S. (2018). Leveraging social notions to improve id-to-locator mapping in iot identity oriented networks. In *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 421–426. IEEE.

- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2014). From "smart objects" to "social objects": The next evolutionary step of the internet of things. *IEEE Communications Magazine*, 52(1), 97–105.
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G., and Nitti, M. (2012). The social internet of things (siot)—when social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization. *Computer networks*, 56(16), 3594–3608.
- Chukhno, O., Chukhno, N., Araniti, G., Campolo, C., Iera, A., and Molinaro, A. (2020). Optimal placement of social digital twins in edge iot networks. *Sensors*, 20(21), 6181.
- Defiebre, D., Germanakos, P., and Sacharidis, D. (2020a). Danos: A human-centered decentralized simulator in siot. In *Adjunct Publication of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 299–304.
- Defiebre, D., Sacharidis, D., and Germanakos, P. (2020b). A decentralized recommendation engine in the social internet of things. In *Adjunct Publication of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 77–82.
- Dermeval, D., Coelho, J.A.d.M., and BITTENCOURT, I.I. (2019). Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. *JAIQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig.(Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa. Porto Alegre: SBC.*
- Dhelim, S., Ning, H., Farha, F., Chen, L., Atzori, L., and Daneshmand, M. (2021). Iot-enabled social relationships meet artificial social intelligence. *arXiv preprint arXiv:2103.01776*.
- Eddy, B. and Oussama, H. (2018). Social relationship paradigm applied to object interactions in industrial iot. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1391–1396.
- Fortino, G., Messina, F., Rosaci, D., and Sarne, G.M. (2020). Resiot: An iot social framework resilient to malicious activities. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 7(5), 1263–1278.
- Hülir, G. and Macdonald, B. (2020). Rethinking social relationships in old age: Digitalization and the social lives of older adults. *American Psychologist*, 75(4), 554.
- Javaid, S., Afzal, H., Arif, F., Iltaf, N., Abbas, H., and Iqbal, W. (2019). Catswots: Context aware trustworthy social web of things system. *Sensors*, 19(14), 3076.
- Khanfor, A., Hamadi, R., Ghazzai, H., Yang, Y., Haider, M.R., and Massoud, Y. (2020). Computational resource allocation for edge computing in social internet-of-things. In *2020 IEEE 63rd International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*, 233–236. IEEE.
- Khelloufi, A., Ning, H., Dhelim, S., Qiu, T., Ma, J., Huang, R., and Atzori, L. (2020). A social relationships based service recommendation system for siot devices. *IEEE Internet of Things Journal*.
- Kilani, R., Bajic, E., Zouinkhi, A., and Abdelkrim, M.N. (2019). A unified social behaviorism model for interactions management in industrial internet of things. In *2019 International Conference on Internet of Things, Embedded Systems and Communications (IINTEC)*, 90–95. IEEE.
- Kim, J.E., Fan, X., and Mosse, D. (2017a). Empowering end users for social internet of things. In *Proceedings of the Second International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation*, 71–82.
- Kim, T.h., Ramos, C., and Mohammed, S. (2017b). Smart city and iot.
- Kowshalya, A.M. and Valarmathi, M. (2017a). Trust management in the social internet of things. *Wireless Personal Communications*, 96(2), 2681–2691.
- Kowshalya, M.A. and Valarmathi, M. (2017b). Think smart, think social! the road map from smarter objects to social objects in social internet of things: A survey. *Journal of applied engineering science*, 15(2), 149–154.
- Kumaran, P. and Sridhar, R. (2020). Social internet of things (siot): Techniques, applications and challenges. In *2020 4th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)(48184)*, 445–450. IEEE.
- Lagerspetz, E., Flores, H., Mäkitalo, N., Hui, P., Nurmi, P., Tarkoma, S., Passarella, A., Ott, J., Reichl, P., Conti, M., et al. (2018). Pervasive communities in the internet of people. In *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, 40–45. IEEE.
- Lye, G.X., Cheng, W.K., Tan, T.B., Hung, C.W., and Chen, Y.L. (2020). Creating personalized recommendations in a smart community by performing user trajectory analysis through social internet of things deployment. *Sensors*, 20(7), 2098.
- Ojagh, S., Malek, M.R., and Saeedi, S. (2020). A social-aware recommender system based on user's personal smart devices. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(9), 519.
- Rad, M.M., Rahmani, A.M., Sahafi, A., and Qader, N.N. (2020). Social internet of things: vision, challenges, and trends. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 10(1), 1–40.
- Rehman, A., Paul, A., Yaqub, M.A., and Rathore, M.M.U. (2020). Trustworthy intelligent industrial monitoring architecture for early event detection by exploiting social iot. In *Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 2163–2169.
- Saxena, N., Kumbhar, F.H., and Roy, A. (2020). Exploiting social relationships for trustworthy d2d relay in 5g cellular networks. *IEEE Communications Magazine*, 58(2), 48–53.
- Sunthonlap, J., Nguyen, P., Wang, H., Pourhomayoun, M., Zhu, Y., and Ye, Z. (2018). Sand: A social-aware and distributed scheme for device discovery in the internet of things. In *2018 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, 38–42. IEEE.
- Wei, D., Ning, H., Qian, Y., and Zhu, T. (2018). Social relationship for physical objects. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 14(1), 1550147718754968.
- Xiao, Y. and Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112.
- Zia, K., Al Maskari, S., Saini, D.K., Muhammad, A., and Farooq, U. (2019). A simulation model demonstrating the impact of social aspects on social internet of things. In *Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*, 202–211.