

COMBINAÇÃO DE CONHECIMENTO EXPLÍCITO ATRAVÉS DE DASHBOARDS DE INFORMAÇÕES DA PLUVIOMETRIA SOCIAL

Gabriela Carvalho Ribeiro¹;

Cícero Pereira de Lima Junior²;

Ricardo André Cavalcante de souza³

***Abstract:** In the context of the Model SECI of knowledge conversion, Combination is the mode in which explicit knowledge is combined into a format most appropriate for a purpose. Through the development of dashboards it is possible to combine explicit knowledge in a graphical format that can allow the identification of patterns and anomalies, as well as help decision making. This article then presents an approach to creating dashboards, through the ThingsBoard platform, from information on social pluviometry (rainwater measurement by common people) recorded digitally in the database from a weather collaborative network called RECTEC.*

***Keywords:**Pluviometry; Combination; Information Visualization; Dashboard.*

Resumo: No contexto do modelo SECI de conversão de conhecimento, a Combinação é o modo em que conhecimentos explícitos são combinados em um formato mais apropriado para um propósito. Através do desenvolvimento de dashboards é possível combinar conhecimentos explícitos em um formato gráfico que pode permitir a identificação de padrões e anomalias, bem como auxiliar a tomada de decisão. Este artigo apresenta então uma abordagem para criação de dashboards, através da plataforma ThingsBoard, a partir de informações da pluviometria social (medição da água da chuva por pessoas comuns) registradas digitalmente na base de dados da Rede Colaborativa Tempo e Clima (RECTEC).

***Palavras-chave:** Pluviometria; Combinação; Visualização de Informações; Dashboard.*

¹Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada (PPGIA), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE - Brasil; Email: gabriela.car.ribeiro13@gmail.com

² Graduando em Ciências da Computação, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE - Brasil. Email: cicerojrlima@hotmail.com

³ Professor Associado do departamento de Computação (DC), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE - Brasil; Email: ricardo.souza@ufrpe.br

1 INTRODUÇÃO

A sociedade e a economia necessitam cada vez mais de informações e conhecimentos tempestivos em um formato adequado que subsidie a execução de uma tarefa e/ou uma tomada de decisão. Uma organização na era do conhecimento é aquela que aprende, relembra e age baseada na melhor avaliação da informação e conhecimento disponíveis (Brelade e Harman, 2005). Segundo Starec et al. (2006), os fatores-chave para competitividade de uma organização são: acesso imediato a informações relevantes que auxiliem a tomada de decisão; coordenação eficaz e integração efetiva de recursos humanos, da informação e da comunicação; e organização, armazenamento, intercâmbio e utilização de informações produzidas interna\externamente à organização.

A gestão adequada da informação e do conhecimento se torna imprescindível para os trabalhadores e organizações inseridos em uma economia crescentemente digital. A gestão da informação consiste na "obtenção da informação adequada, na forma correta, para a pessoa indicada, a um custo adequado, no tempo oportuno, em lugar apropriado, para tomar a decisão correta" (Dante, 1998). Já a gestão do conhecimento é o "conjunto de estratégias para criar, adquirir, compartilhar e utilizar ativos de conhecimento, bem como estabelecer fluxos que garantam a informação necessária no tempo e formato adequados, a fim de auxiliar na geração de idéias, solução de problemas e tomada de decisão" (Neto, 1998).

As informações e conhecimentos gerados a partir da interconexão destas informações podem também ser usados no atendimento de necessidades sociais relevantes, tais como aquelas tratadas pelos objetivos de desenvolvimento sustentável da agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Entre as necessidades sociais apontadas nesta agenda está “reduzir o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes, incluindo os desastres relacionados à água, com foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade”.

Neste contexto, desde 2018 está em andamento um projeto para desenvolvimento da Rede Colaborativa Tempo e Clima (RECTEC) (Santos, 2018), a qual objetiva prover suporte tecnológico a inovações sociais utilizando, para tanto, informações e conhecimentos sobre o

tempo e o clima. Uma inovação social atende necessidades sociais reconhecidas e cria novas relações ou colaborações sociais que são boas para a sociedade e aumentam a capacidade desta de agir (Mulgan, 2012).

A primeira capacidade implementada da RECTEC consistiu em registrar digitalmente as informações pluviométricas do projeto de extensão universitária denominado Pluviometria Social. Tal projeto é responsável por confeccionar pluviômetros de baixo custo, feitos com materiais como garrafas PET e tubos de PVC, e os instalar em diversas localidades do estado de Pernambuco. O objetivo é criar uma rede social colaborativa para medição diária da água da chuva. A pluviometria oficial, mantida por órgãos governamentais, é medida por meio de pluviômetros industrializados de alto custo que estão espaçados no território do estado e que muitas vezes cobrem áreas extensas, não fornecendo informações precisas em localidades específicas. As informações da pluviometria social podem ser complementares à pluviometria oficial, além de poderem ser usadas em pesquisas científicas e em soluções de inovação social.

Uma vez armazenadas digitalmente na base de dados da RECTEC, as informações da pluviometria social precisam ser interconectadas para geração de conhecimento e combinadas em um formato apropriado para comunicação e uso pelos interessados. Este trabalho apresenta então a abordagem adotada pelo projeto RECTEC para combinação do conhecimento explícito da pluviometria social através do desenvolvimento de *dashboards* na plataforma *Thingsboard* (2018). Segundo Brelade e Harman (2005), o papel da tecnologia na gestão do conhecimento consiste em: fornecer soluções para armazenagem da informação e do conhecimento codificado; fornecer facilidades de busca e recuperação de informações; e ser uma ferramenta de comunicação eficiente.

Além desta introdução, este trabalho está organizado em mais quatro seções. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica que orientou o desenvolvimento do trabalho. A Seção 3 apresenta a contribuição do trabalho que consiste na elaboração e implementação da estratégia para combinação de conhecimento explícito da pluviometria social através de *dashboards*. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos. Já a Seção 5 apresenta as considerações finais do trabalho, incluindo as limitações e oportunidades de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Beal (2004, p. 12), “... dados podem ser entendidos como registros ou fatos em sua forma primária, não necessariamente físicos”, e quando esses registros armazenados são contextualizados, formam então uma informação. Para Setzer (1999), a informação é uma abstração informal, que representa algo significativo para alguém, através de textos, imagens, sons ou animação. Entende-se que é necessária uma interpretação pessoal para ler a sequência de dados e transformá-la em uma informação inteligível. Setzer (1999), ainda afirma que a informação em si pode ser desprovida de significado e de valor, mas passa a ser de extrema importância quando se cria um conhecimento através dela.

A Gestão da Informação visa diagnosticar as necessidades informacionais através do mapeamento dos fluxos de informação da organização (Coelho, 2004). Já a Gestão do Conhecimento (KM do inglês Knowledge Management) visa tratar a cultura e a comunicação organizacional visando fomentar um ambiente propício para criação e compartilhamento de conhecimento (Valentim, 2008, p. 4).

O processo de desenvolvimento de visualizações facilita a percepção de padrões e conexões entre conceitos permitindo um melhor entendimento dos dados e das informações produzidas (Manuel, 2011). A visualização da informação pode ser definida como uma área da ciência que tem por objetivo o estudo das principais formas de representações gráficas para apresentação de informações de maneira a contribuir para uma melhor percepção e entendimento delas, além de possibilitar a dedução de novos conhecimentos com base no que está sendo apresentado (Freitas et al., 2001). Para Vieira e Correa (2011), o processo de visualização de informações está relacionado com a transformação de dados abstratos em gráficos ou imagens. O objetivo é auxiliar o entendimento de determinado assunto, minimizando o esforço cognitivo nessa compreensão.

Barbosa (2010) utiliza técnicas de visualização de informações para o estudo de tráfegos e gerenciamento de redes, considerando a complexidade associada às infraestruturas de redes e ao grande volume de dados gerados pelos processos de análises. O autor ressalta a importância de mecanismos de interação disponibilizados aos usuários ao se utilizar as técnicas de visualização de informações. Os dados apresentados em gráficos, animações ou

imagens possibilitam a identificação de padrões, anomalias e interferências de maneira rápida e intuitiva. De acordo com Brum (1998), 75% do conhecimento que adquirimos vem através da visão, da forma como visualizamos e interpretamos as coisas.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), a informação é um meio que cria um fluxo que liga as crenças e compromissos de seu detentor, relacionado diretamente às ações humanas para algum propósito. Segundo estes autores, o conhecimento pode ser explícito e tácito. O conhecimento explícito é aquele formal, sistemático e codificado, expresso por números e palavras, e facilmente comunicado. O conhecimento tácito pode ser subdividido em: técnico, quando descreve as habilidades informais do *know-how*; e cognitivo, quando abrange modelos mentais, crenças, percepções, a forma como vemos o mundo à nossa volta.

A criação do conhecimento não é um processo sequencial, depende da interação contínua e dinâmica entre conhecimento tácito e explícito (Dalkir e Liebowitz, 2011). Os conhecimentos tácito e explícito podem ser convertidos entre si, através de um modelo de transformação do conhecimento denominado SECI (Nonaka e Takeuchi, 2008).

Os modos de transformação do conhecimento do modelo SECI são os seguintes: Socialização (tácito para tácito), na qual um indivíduo compartilha conhecimento tácito com outro indivíduo através da experiência direta (observação, imitação e prática) e de interações sociais (conversa face a face); Externalização (tácito para explícito), na qual o conhecimento, antes tácito, pode de alguma forma ser codificado (escrito, gravado, desenhado ou tornar-se tangível ou concreto); Combinação (explícito para explícito), processo de recombinar peças de conhecimento explícito em uma nova forma; e Internalização (explícito para tácito), ocorre quando o indivíduo incorpora mentalmente um conhecimento explícito e consegue aplicá-lo numa tarefa ou no dia-a-dia.

Este trabalho está alinhado ao modo Combinação de transformação de conhecimento, pois fornece uma estratégia para recombinar conhecimentos explícitos, codificados através de dados e informações contidos na base de dados de pluviometria social da RECTEC, na forma de *dashboards* desenvolvidos na plataforma *ThingsBoard*.

Segundo Moraes (2018), a utilização de *dashboards* tem se tornado cada vez mais frequente entre as organizações, por conta da grande quantidade de indicadores e informações que o sistema pode exibir. Os *dashboards* apresentam de maneira centralizada, um conjunto informações importantes para alcançar objetivos e metas traçadas de forma visual, facilitando a compreensão das informações apresentadas.

O *ThingsBoard* (2018) é uma plataforma de código aberto (*open source*) que permite o desenvolvimento de *dashboards*, tendo como base conceitos de Internet das Coisas (IoT do inglês *Internet of Things*). A plataforma *ThingsBoard* conta com um ambiente gráfico apelativo para organizar uma cidade, visto que foi desenvolvida para este propósito e conta com a possibilidade de se utilizar diferentes protocolos de comunicação para cobrir a generalidade de dispositivos já em utilização nas cidades como, por exemplo, pluviômetros (Almeida, 2018).

3 DESENVOLVIMENTO DE DASHBOARDS DA PLUVIOMETRIA SOCIAL

A pluviometria social é um projeto de extensão universitária cujo objetivo é a medição diária da pluviometria (água da chuva) em diferentes localidades do estado de Pernambuco. Para tanto, foram confeccionados e instalados pluviômetros de baixo custo, feitos de materiais como garrafas PET e tubos de PVC. No contexto deste projeto de extensão, algumas oficinas práticas foram ministradas sobre como confeccionar e instalar tais pluviômetros seguindo o padrão definido pela Organização Meteorológica Mundial (<https://public.wmo.int>). O estado de Pernambuco é bastante diversificado em relação a ocorrência de precipitações, com histórico de alto índice pluviométrico no litoral e zona da mata e o inverso em parte do agreste e no sertão. A pluviometria social é mantida por pesquisadores e pessoas comuns, voluntários treinados sobre como medir e registrar a pluviometria diariamente. Atualmente, a rede de pluviometria social possui dezenove pluviômetros instalados em localidades nas cidades de Recife, Pesqueira e Nazaré da Mata.

A Rede Colaborativa Tempo e Clima (RECTEC) é um projeto de pesquisa e extensão que objetiva dar suporte tecnológico a soluções de inovação social. Neste contexto, foi inicialmente desenvolvido um produto de software nas versões Web e Mobile para registro das informações da pluviometria social. A Figura 1 apresenta as principais entidades do modelo relacional usado como referência para a persistência das informações da pluviometria social. Basicamente, são três entidades: (1) *Modelo_Pluviometro*, corresponde aos possíveis modelos de pluviômetros, confeccionados por diferentes materiais; (2) *Pluviometro*, corresponde a um pluviômetro em si, de um determinado modelo e instalado em uma coordenada (latitude e longitude) específica; e (3) *Pluviometria*, corresponde a pluviometria,

calculada em milímetros a partir da lâmina de água acumulada em um determinado pluviômetro, medida diariamente em uma hora específica.

Figura 1. Fragmento do Modelo Relacional da Pluviometria Social



Fonte: Elaborado pelo autor

As informações digitalizadas da pluviometria social, mantidas na base de dados da RECTEC, precisam ser recombinadas em um formato visual para possibilitar a identificação de padrões, anomalias (*outliers*) e comparações. Para tanto, foi utilizada a estratégia de visualização gráfica de informações através de *dashboards* desenvolvidos na plataforma *Thingsboard*. A Figura 2 apresenta o esquema básico de importação das informações digitais da pluviometria social para o repositório da plataforma *Thingsboard*.

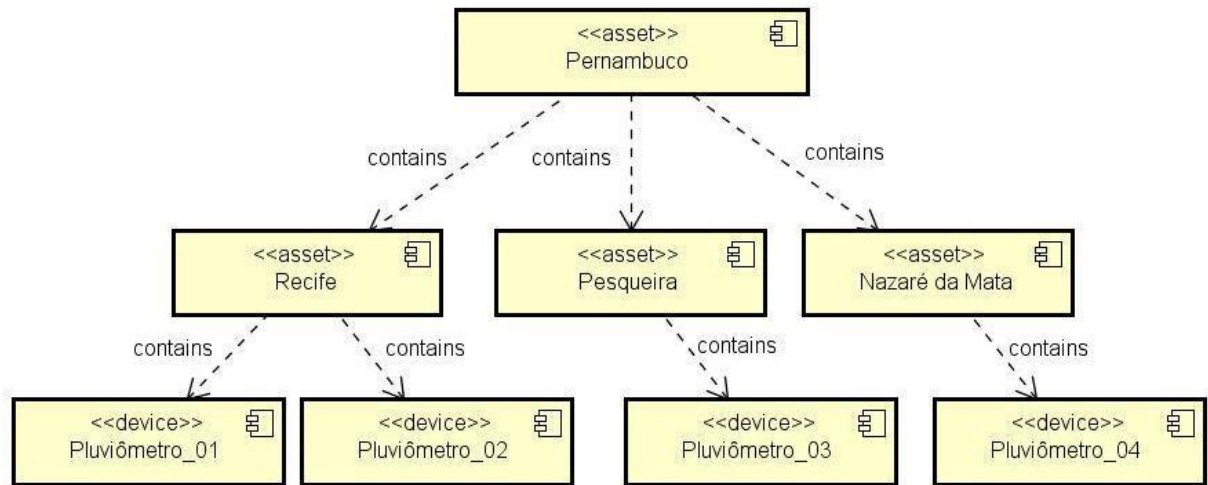
Figura 2. Esquema para importação de informações da Pluviometria Social no repositório Thingsboard



Fonte: Elaborado pelo autor

Para permitir a importação bem sucedida dos dados da pluviometria social, fez-se necessário o mapeamento das entidades da pluviometria social nas entidades *asset* e *device* do *Thingsboard*. *Assets* são entidades agrupadoras (*containers*) de outros *assets* e *devices*, tais como, prédios ou locais. *Devices* são entidades IoT básicas que podem produzir dados de telemetria, tais como, sensores e *switches*. A Figura 3 apresenta o modelo conceitual dos relacionamentos entre entidades da pluviometria social mapeadas por meio de *assets* e *devices* do *Thingsboard*. Neste modelo, os *assets* referem-se às localidades nas quais os pluviômetros estão instalados e os *devices* referem-se aos próprios pluviômetros.

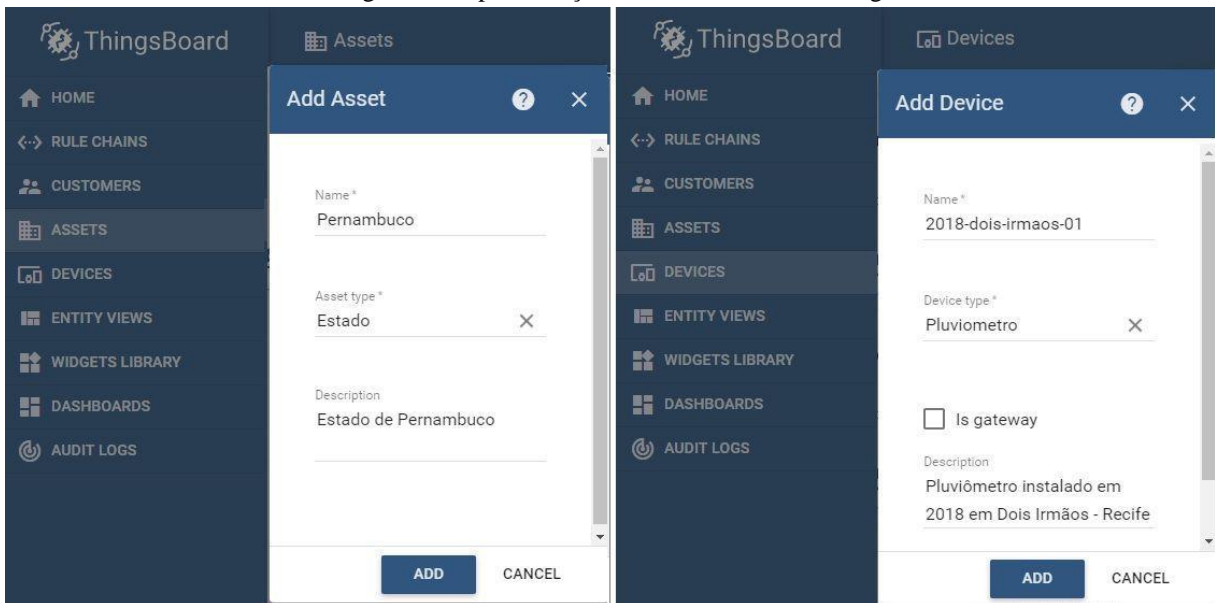
Figura 3. Relacionamento entre entidades no *Thingsboard*



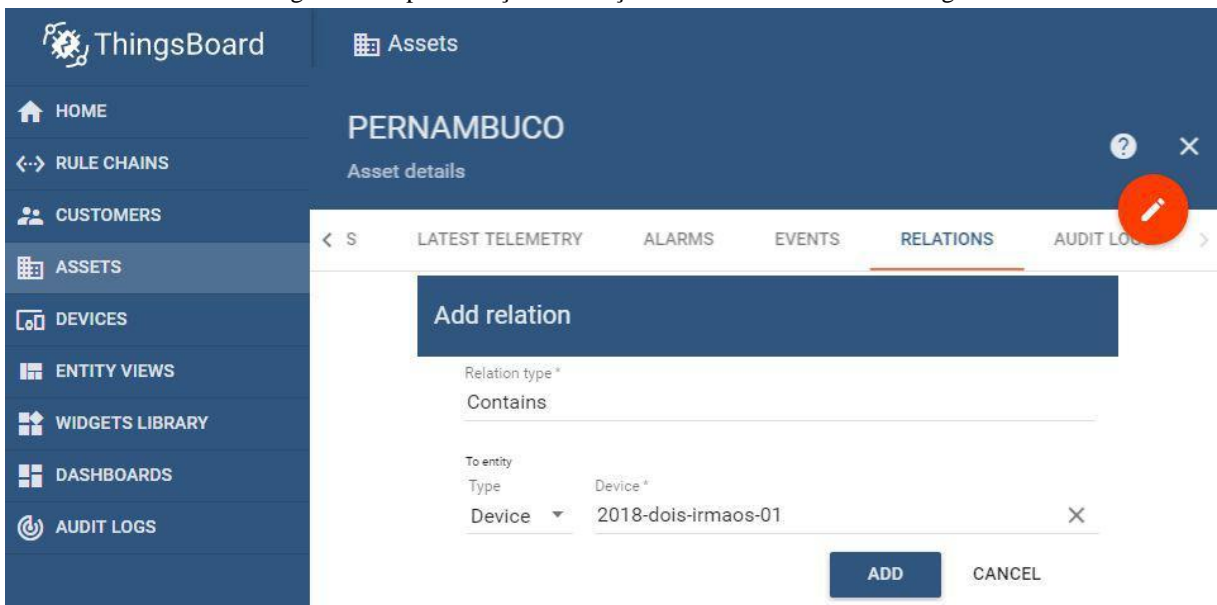
Fonte: Elaborado pelo autor

Na plataforma *Thingsboard*, inicialmente foi criado apenas um *asset* correspondendo ao estado de Pernambuco e, associados a este, foram adicionados 19 *devices* correspondendo aos pluviômetros da pluviometria social. A Figura 4 apresenta fragmentos das interfaces com o usuário (UI) para adição de *asset* (lado esquerdo) e *device* (lado direito). A Figura 5 mostra a UI para criação da relação *contains* entre o *asset* e o *device* adicionados.

Figura 4. UI para criação de *asset* e *device* no *Thingsboard*



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5. UI para criação da relação entre *assete deviceno* Thingsboard

Fonte: Elaborado pelo autor

Os registros digitais da pluviometria social (Figura 1) são então exportados para um arquivo no formato JSON (*JavaScript Object Notation*), conforme descrito na Figura 2. Por exemplo, uma registro de *Pluviometria* associado ao pluviômetro *2018-dois-irmaos-01*, com *data_medicao* igual a 15/02/2019, *hora_medicao* igual a 8h e *lamina_agua* igual 2mm seria exportado para a seguinte notação JSON: `{"ts":1550228400000, "values":{"lamina_agua": 2}}`, sendo *ts* correspondente ao *timestamp* considerando aos campos data e hora de medição.

Para uma entidade *device* que corresponde a um pluviômetro é gerado um token de acesso que o identifica unicamente no *Thingsboard*. Desta forma, é possível então associar a informação no formato JSON à entidade *device*. Para tanto, é necessário um aplicativo como o *cURL* (<https://curl.haxx.se/>) que permite a execução de linhas de comando. No caso do serviço online da plataforma *Thingsboard* (<https://demo.thingsboard.io/>), para associar a informação da pluviometria no formato JSON ao *device 2018-dois-irmaos-01*, seria necessária a execução da seguinte linha de comando (substituindo `TOKEN_DE_ACESSO` pelo respectivo código gerado no *Thingsboard*):

```
curl -v -X POST -d '{"ts":1550228400000, "values":{"lamina_agua": 2}}'
https://demo.thingsboard.io/api/v1/$TOKEN_DE_ACESSO/telemetry --header
"Content-Type:application/json"
```

Após a importação das informações oriundas da pluviometria social no repositório do *Thingsboard*, pode ser criado um *dashboard*. *Dashboard* é uma entidade do *Thingsboard* para visualização de dados associados a um *device*. Faz-se também necessária a criação de um

alias associado ao *dashboard*. *Alias* é um entidade para definir quais dados serão utilizados no *dashboard* e de quais entidades eles serão extraídos. A Figura 6 apresenta fragmentos das UI para criação de *dashboard* (lado esquerdo) e *alias* (lado direito). No exemplo, o *dashboard* irá apresentar medições de pluviometria de um único pluviômetro (*2018-dois-irmaos-01*).

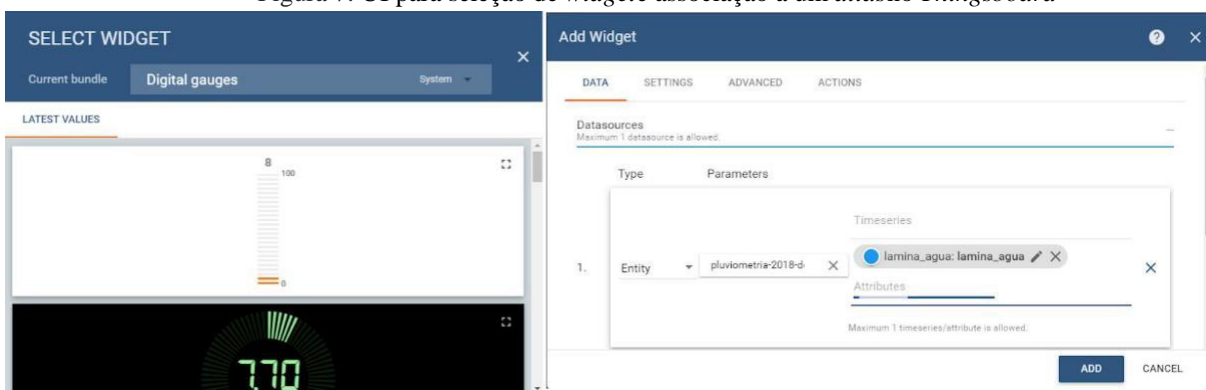
Finalmente, um componente *widget* é selecionado e associado à entidade *alias*. O *widget* é o componente que define a forma de visualização gráfica do *dashboard*. Na plataforma *Thingsboard* são disponibilizados vários componentes *widgets*, o que permite a criação de *dashboards* dos mais diversos tipos de visualização gráfica. A Figura 7 apresenta os fragmentos das UI para seleção de um *widget* (lado esquerdo) e associação a um *alias* (lado direito) de um *dashboard*. A Figura 8 apresenta o *dashboard* denominado pluviometria, o qual exibe a medição de pluviometria do *device 2018-dois-irmaos-01*, exportada a partir do arquivo JSON, no formato do *widget Digital gauges*.

Figura 6. UI para criação de *dashboards* e *alias* no *Thingsboard*

The image shows two overlapping UI windows from the ThingsBoard interface. The left window is titled 'Add Dashboard' and contains the following fields: 'Title*' with the value 'Pluviometria', and 'Description' with the value 'Exibição de um registro de pluviometria em formato gráfico.'. At the bottom are 'ADD' and 'CANCEL' buttons. The right window is titled 'Add alias' and contains: 'Alias name*' with the value 'pluviometria-2018-dois-irmaos-01' and a 'Resolve as multiple entities' toggle switch; 'Filter type*' with the value 'Entity name'; 'Type' with a dropdown menu set to 'Device'; and 'Name starts with*' with the value '2018-dois-irmaos-01'. It also has 'ADD' and 'CANCEL' buttons at the bottom.

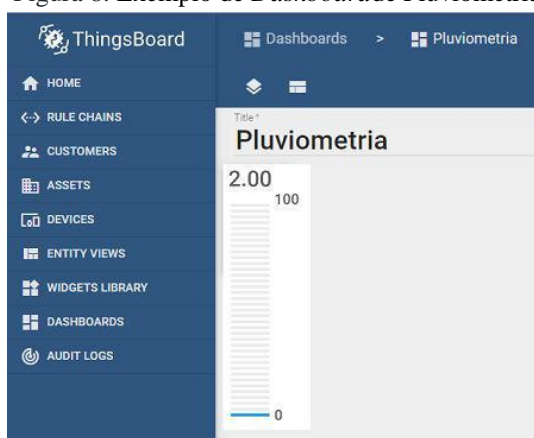
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7. UI para seleção de *widete* associação a um *aliasno Thingsboard*



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8. Exemplo de *Dashboardde Pluviometria*



Fonte: Elaborado pelo autor

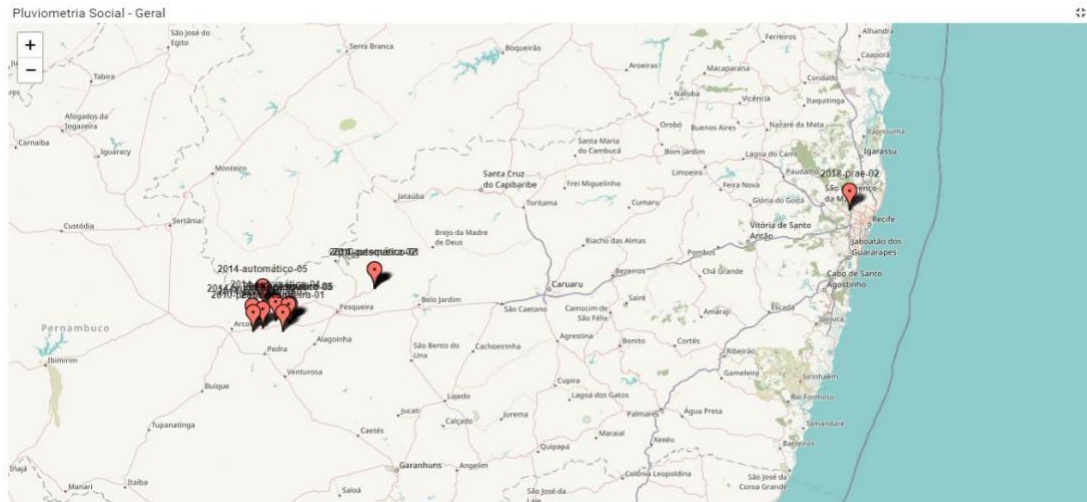
4 RESULTADOS OBTIDOS

A partir das informações da pluviometria social, registradas digitalmente na base de dados da RECTEC e importadas para o repositório do *Thingsboard*, foi possível executar o modo Combinação do modelo SECI de transformação de conhecimento. O modo Combinação consiste em recombinar e apresentar conhecimentos explícitos em um formato mais adequado para uma observação mais apurada, geralmente usando recursos gráficos.

A localização exata de onde os pluviômetros estão instalados pode ser obtida pelas informações de latitude e longitude, conforme apresentado na Figura 1. Tais informações em formato de texto não são inteligíveis para observar a distribuição dos pluviômetros instalados nas localidades do estado de Pernambuco. Desta forma, foi desenvolvido um *dashboard* (Figura 9) na plataforma *Thingsboard*, utilizando um *widget* de georeferenciamento, que

permitiu mostrar através de pontos em um mapa a localização dos atuais 19 pluviômetros da pluviometria social a partir das informações de latitude e longitude de instalação destes.

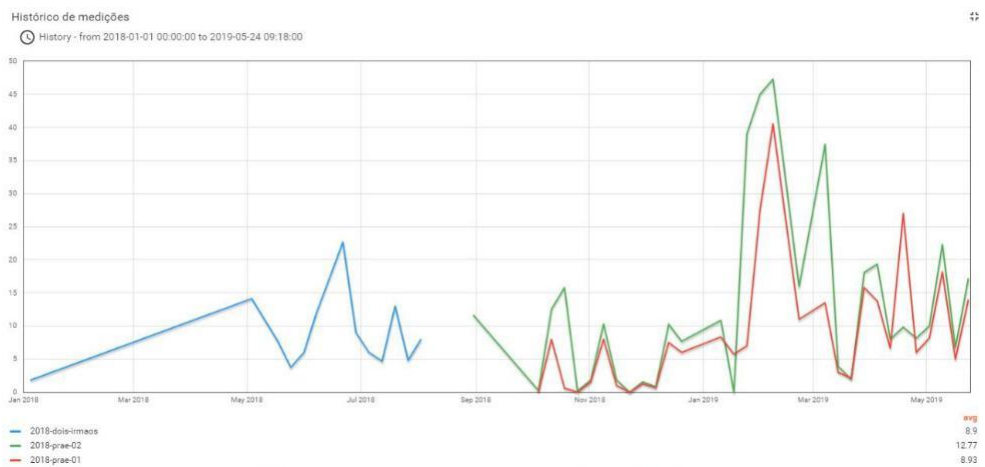
Figura 9. Dashboard da distribuição geográfica dos pluviômetros



Fonte: Elaborado pelo autor

O histórico das medições da pluviometria social, mantidos na entidade *Pluviometria* (Figura 1), não permite que possam ser facilmente identificadas lacunas e anomalias de medição da pluviometria, nem comparações entre os pluviômetros. A Figura 10 apresenta o *dashboard* desenvolvido no *Thingsboard* em formato de histograma que descreve a medição da pluviometria (em milímetros) em um período de tempo (janeiro/2018 a maio/2019) de 03 pluviômetros (*2018-dois-irmaos*, *2018-prae-01*, *2018-prae-02*) instalados em localidades de Recife, a partir das informações da entidade *Pluviometria*.

Figura 10. Dashboard de histograma da pluviometria por pluviômetro.



Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

Segundo Strauhs et al (2012), a junção da informação e do conhecimento torna-se fundamental para as etapas de variados processos, em especial o processo de inovação que envolve geração e seleção de ideias, escolha de recursos mais apropriados, gestão de projetos e aprendizado organizacional. A gestão do conhecimento explícito é a abordagem sistemática de capturar, organizar e refinar informação em um modo que a torne fácil de acessar e facilite o aprendizado e a resolução de problemas (Dalkir e Liebowitz, 2011).

Este trabalho apresentou uma abordagem alinhada ao modo Combinação do modelo SECI de transformação do conhecimento com o objetivo de apresentar através de *dashboards*, informações da pluviometria social registradas digitalmente na base de dados da Rede Colaborativa Tempo e Clima (RECTEC). Para tanto, foi utilizada a plataforma *Thingsboard*, usada geralmente em projetos para gerenciamento de ativos e dispositivos IoT que produzem dados. No contexto deste trabalho, os ativos (*assets*) foram mapeados a partir das localidades onde os pluviômetros estão instalados, já para o mapeamento dos dispositivos (*devices*) foram considerados os pluviômetros em si. A vantagem de se utilizar uma ferramenta de propósito específico como o *Thingsboard* é a possibilidade de criação de diferentes tipos de *dashboards*, muito custosos de serem desenvolvidos individualmente, integrado em um projeto baseado em conceitos de IoT.

Os resultados obtidos foram *dashboards* que permitem uma rica visualização gráfica das informações da pluviometria social. Através destes foi possível observar: a distribuição geográfica dos pluviômetros instalados, o que permite identificar espaçamentos e áreas de medição pouco ou ainda não cobertas; ausência (lacunas) e possíveis falhas (anomalias) de medição da pluviometria em um período de tempo; e comparação entre a pluviometria medida por diferentes pluviômetros em uma localidade.

A principal limitação deste trabalho está relacionada a ainda pouca quantidade de informação da pluviometria social registrada digitalmente na base de dados da RECTEC, o que dificulta a visualização mais completa de tais informações nos *dashboards* para auxiliar a tomada de decisão. Entre as oportunidades de trabalho futuro estão: confecção e instalação de modelos de pluviômetros automatizados usando tecnologias como arduíno para coleta mais

precisa da pluviometria e integração em tempo real com o *Thingsboard*; utilização das informações e conhecimentos extraídos da pluviometria social em soluções de inovação social apoiadas tecnologicamente pela RECTEC, como alerta de alagamentos (Ribeiro *et al.*,2018); e o enriquecimento da base de dados da pluviometria o que favorecerá o desenvolvimento de novos *dashboards*,tal como o comparativo entre a pluviometria oficial (mantida pelo estado) e a pluviometria social.

REFERÊNCIAS

- Almeida, N. & Gouveia, F. R. (2018). Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Informática, ramo Computação Móvel. Repositório Institucional da Universidade Fernando Pessoa.
- Barbosa, P. E. C. T. (2010). Uso de Técnicas de Visualização de Informação Para o Estudo de Tráfegos de Gerenciamento de Redes. Recuperado 10 de junho, 2019 em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28740>.
- Beal, A. (2004). Gestão estratégica da informação – 1. Ed. São Paulo: Atlas.
- Brelade, S. & Harman, C. (2005). A Practical Guide to Knowledge Management. London, GB: Thorogood Publishing.
- Brum, A. M. (1998). Endomarketing como estratégia de gestão: Encante seu cliente interno. Porto Alegre: L&PM.
- Coelho, E. M. (2004). Gestão do conhecimento como sistema de gestão para o setor público. Revista do serviço público, 55(1-2), 89.
- Dalkir, Kimiz and Liebowitz, J. (2011). Knowledge Management in Theory and Practice. Cambridge, US: The MIT Press.
- Dante, G. P. (1998). Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones. Santiago: CECAPI.
- Freitas, C. M. D. S; et al (2001). Introdução à Visualização de Informações. Recuperado em: . 09 de junho de 2019 do <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/19398>.
- Manuel, L. (2011) Visual Complexity. Mapping Patters of Information.[S.1]: Princeton: Princeton Architectural Press.
- Morais, T. M. (2018). O uso de dashboards de Big Data Analytics no contexto das Cidades Inteligentes. Recuperado em 01 de junho, 2019, do https://itsrio.org/wp-content/uploads/2018/03/taciano_moraes-dashboard.pdf
- Neto, N. R. M. (1998). Gestão de conhecimento como diferencial competitivo. Seminário Gerenciamento Da Informação No Setor Público E Privado, 4.
- Nonaka, I. Takeuchi, H. (1997) Criação de Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação. 20 Reimpressão. Elsevier.
- Nonaka, I. Takeuchi, H. (2008). Teoria da criação do conhecimento organizacional. In: TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. Gestão do conhecimento. Tradução Ana Thorell. Porto Alegre: Bookman.(pp. 54-90).

- ONU. (2015). 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Brasil: ONUBR. Recuperado 11 fevereiro, 2019, do <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/>.
- Ribeiro, G., Oliveira, R., Alencar, G. and Souza, R. (2018). Desenvolvimento de um aplicativo de alerta de alagamento utilizando o kit de ferramentas HCD. Boletim do Tempo Presente, nº 12, (pp. 39 - 53).
- Santos, J. (2018). Aplicação do processo de design no desenvolvimento de um produto de software para suporte à inovação social. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Bacharelado em Ciência da Computação da UFRPE.
- Setzer, V. W. (1999) Dado, Informação, Conhecimento e Competência – Recuperado 01 de junho, 2019 do <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/view/0000009680/a006e804d12f9c436a7357686a4c923b>
- Starec, Cláudio, Gomes, Elisabeth, e Bezerra, J. (2006). Gestão Estratégica da Informação e Inteligência Competitiva. São Paulo: Saraiva.
- Strauhs, F. D. R., Pietrovski, E. F., Santos, G. D., Carvalho, H. G. D., Pimenta, R. B., & Pentead, R. D. F. S. (2012). Gestão do conhecimento nas organizações.
- Thingsboard. (2018) Thingsboard. URL <https://thingsboard.io/>. recuperado em 01 de junho, 2019.
- Valentim, M. L. P. (2008). Gestão da informação e gestão do conhecimento em ambientes organizacionais: conceitos e compreensões. Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação, 1(1), 1-16.
- Vieira J. M. L & Correa R. F. (2011). Visualização Da Informação Na Construção De Interfaces Amigáveis Para Sistemas De Recuperação De Informação. Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, v.16 n. 32 (pp. 73-93).