

MicroMon: Uma Plataforma baseada em Microsserviços para Coleta e Compartilhamento de Medições de Rede

Alex Moura¹, Leobino Sampaio¹, Adrilene Fonseca², Arthur Urbano²,
Denis Menezes², Matheus Monteiro², Paulo H. M. Maia², Rafael L. Gomes²

¹Rede Nacional de Pesquisa (RNP), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

leobino@ufba.br, alex.moura@kaust.edu.sa

²Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil.

{adrilene.fonseca, arthur.urbano, denis.sousa,

matheus.monteiro}@aluno.uece.br, {pauloh.maia, rafa.lopes}@uece.br

Abstract. *The validation and development of new research in the area of networks requires the construction of complex and realistic experimental environments, where many network research areas need to analyze aspects such as performance, availability, security, traffic engineering, etc. From this scenario, the MicroMon platform emerged as an approach to support the collection and availability of measured data from the network in an automated way.*

Resumo. *A validação e desenvolvimento de novas pesquisas na área de redes demanda a construção de ambientes experimentais complexos e realistas, onde muitas áreas de pesquisa em rede necessitam analisar aspectos como desempenho, disponibilidade, segurança, engenharia de tráfego etc. A partir deste cenário surgiu a plataforma MicroMon como uma abordagem para dar suporte à coleta e disponibilização de dados medidos da rede de forma automatizada.*

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, as empresas e instituições vêm evoluindo os processos de medições de rede, dentre estas, a Rede Nacional de Pesquisa (RNP). Esta evolução é extremamente desafiadora, visto que a carência de certos processos internos estruturados para dar suporte à coleta, armazenamento e disponibilização dos dados medidos da rede [Barsand et al. 2019, Tan et al. 2021]. A partir disso, a RNP visa implantar uma plataforma específica para a coleta e disponibilização de dados medidos da rede através de orquestração e automação da instalação de componentes e das suas configurações.

A carência de processos de medições de rede bem estruturados e definidos tem levado empresas e instituições a envidar esforços no desenvolvimento de ambientes de coleta, armazenamento e disponibilização de dados de desempenho de forma a beneficiar um amplo conjunto de usuários [Barsand et al. 2019, Tan et al. 2021]. A Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) é um exemplo de tais instituições que, a partir de iniciativas de desenvolvimento de plataformas de suporte à operação de dados de desempenho da rede, visa sistematizar as atividades de operadores através de orquestração e automação da instalação de componentes e das suas configurações. Estas iniciativas fazem parte do princípio da idealização de sistemas de suporte a operação (*Operations Support Systems*

- OSS) [Ulema 2019, Moura et al. 2021, Faynberg et al. 2016, Rezaei et al. 2016], que podem prover dados de medições de rede de forma estruturada e facilitada.

Um estudo realizado pela RNP constatou que os cinco principais dados de medição de rede de interesse dos pesquisadores brasileiro são: (1) Medidas de desempenho de rede ativa; (2) Rastreamentos de NetFlow com dados brutos truncados nos primeiros 200 bytes; (3) Monitoramento de infraestrutura de servidores, roteadores e serviços, englobando CPU, RAM, Cache, I/O, IRQ, dentre outros; (4) Topologia de rede física detalhada com as características de nós e arestas; e, (5) Configurações de equipamentos. Assim, faz-se necessário soluções de OSS que possam atender esse interesse e, consequentemente, dar suporte ao desenvolvimento de novas soluções no Brasil [Oliveira et al. 2021].

Dentro deste contexto, o projeto MicroMon foi desenvolvido a partir do Desafio CT-Mon 01/2020¹ e teve, como o objetivo principal, a coleta e disponibilização de dados de medições de rede. A plataforma é baseada em microserviços, o que possibilita a realização de diversas tarefas de forma automatizada, escalável e extensível. Ademais, esta contempla a implantação de novos serviços de monitoramento, tais como, a predição de demanda, tomada de decisão, análise de dados de telemetria intra-banda, assim como, a coexistência de protocolos.

No seu estágio atual, a plataforma possui uma arquitetura composta por um conjunto serviços que tratam os seguintes dados: (i) Topologia da infraestrutura de rede, (ii) CACTI² e (iii) PerfSONAR³. Os dados de medição de rede oriundos do CACTI são armazenados no formato RRD gerados a partir da ferramenta RRDTOOL. Já os dados do PerfSONAR podem ser acessados através da API Esmond. O MicroMon disponibiliza informações coletadas através de formatos mais acessíveis (e.g., JSON, CSV, XML) e compartilhamento dos dados é feito por meio da ferramenta *Dataverse*⁴.

2. Iniciativas Existentes de OSS

Algumas outras iniciativas no contexto dos esforços de OSS merecem ser mencionadas. O Global Network Advancement Group (GNA-G) é uma parceria global com participantes de redes de P&D em todo o mundo, com o objetivo de alinhar melhor seus recursos coletivos e tornar as interconexões de país a país mais eficientes para colaborações científicas globais e educação transnacional [Lindner et al. 2011].

A Research Data Alliance (RDA) é uma organização internacional focada no desenvolvimento de infraestrutura e atividades comunitárias que reduzem as barreiras para o compartilhamento e troca de dados e a aceleração da inovação orientada por dados em todo o mundo [TRELOAR 2014]. A RDA inclui profissionais de ciência de dados de várias disciplinas que estão construindo as pontes sociais e técnicas que permitem o compartilhamento aberto e a reutilização de dados, seguindo e promovendo princípios como os do modelo F.A.I.R. (*Findable, Accessible, Interoperability e Reusability*).

Idealmente, unir forças entre organizações e iniciativas como NSF, CAIDA, GNA-G, IRTF, IETF, RDA, RIPE e outros poderia alavancar conhecimento e recursos para

¹rnp.br/desafioCTMon2020

²cacti.net

³www.perfsonar.net

⁴dataverse.org

desenvolver padrões para coleta de dados com base no corpo de conhecimento para melhores práticas, procedimentos operacionais e plataformas capaz de armazenar, organizar e compartilhar conjuntos de dados. Os resultados se tornariam uma contribuição inestimável para a comunidade de pesquisa global, fornecendo medições globais de rede OSS em larga escala e nível de produção, o que alavancaria novas pesquisas para permitir que os operadores de rede evoluíssem suas redes.

3. Plataforma MicroMon

A plataforma possui uma arquitetura composta por diversos serviços que recebem dados que possuem informações de medições de rede geradas. A Seção 3.1 descreve a organização dos serviços e funcionalidade de cada no MicroMon, enquanto que a Seção 3.2 detalha as tecnologias usadas em cada um dos serviços desenvolvidos.

3.1. Arquitetura do MicroMon

Toda a ferramenta foi desenvolvida utilizando a linguagem Python. Além dos serviços principais da ferramenta, responsáveis pela manipulação dos dados, existem serviços de suporte implementados, cujo principal objetivo é automatizar processo de conversão e disponibilização de dados. O MicroMon é capaz de converter os dados para os formatos JSON, XML e CSV. A arquitetura do MicroMon está conforme ilustrado na Figura 1. A entrada dos dados é feita através dos serviços de suporte, que podem ser por meio de uma API ou SSH. Assim, foi desenvolvida uma API que permite o upload dos dados para a plataforma. Para utilizá-la, é necessário que o usuário utilize um *token*, que pode ser gerado através do serviço *Token Builder* e é válido por um dia. Para a entrada através SSH, o usuário pode fazer o *upload* direto para a plataforma.

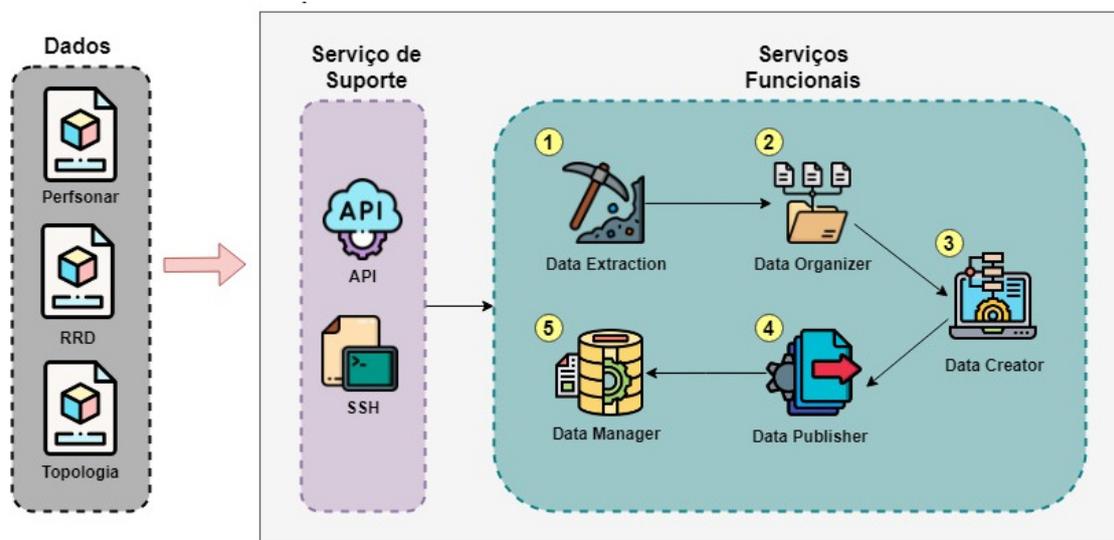


Figura 1. Arquitetura da Plataforma MicroMon

Após a entrada dos dados, estes passarão para os serviços funcionais. Primeiramente, é realizada a organização dos dados dentro da plataforma, por meio dos serviços *Data Organizer*. Dentre esses serviços, está o serviço *Rename Files*, que é o responsável por renomear os arquivos recebidos, adicionando a data de entrada deles, e movendo para o diretório adequado, estas informações temporais serão posteriormente usadas na

geração dos metadados das medições disponibilizadas. Outro serviço é o *Check Upload*, que realiza uma checagem diária dos arquivos esperados como entrada quando envio periódicos são agendados.

Após a organização dos dados, o serviço *Data Creator* é acionado, o qual cria os arquivos convertidos, armazenados em um diretório dentro da plataforma. Para a criação, ele utiliza o serviço *Data Extraction*, que utiliza os serviços auxiliares *Anonymization* e *Converter*. Ao receber o arquivo, caso tenha sido solicitado, é feita uma requisição para que o dado seja anonimizado (serviço *Anonymization*) e, por conseguinte, a conversão é feita para o formato requisitado (serviço *Converter*). Tendo sido convertido, o próximo passo é realizar a disponibilização, por meio do serviço *Data Publisher*. Esse serviço realiza a junção dos dados que pertencem a um mesmo dia, faz a compactação e sobe para o *Dataverse*, que é o serviço de *Data Manager*.

Vale ressaltar que a ferramenta tem esse processo automatizado, a partir da entrada de dados. Atualmente, a conversão está sendo unicamente para JSON, havendo a possibilidade de alterar, se necessário. A cada mês, dentro do *Dataverse* é criado um dataset que conterá todos os dados relativos ao mês em questão. Diariamente, os dados sobem como rascunho para o *Dataverse* e, ao fim do mês, todo o dataset é preenchido e publicado.

3.2. Tecnologias utilizadas

Todos os serviços existentes na plataforma MicroMon foram desenvolvidos utilizando a linguagem Python. Além disso, para auxiliar no processo, algumas tecnologias foram utilizadas. Nesta seção, serão apresentadas, com mais detalhes, as responsabilidades dos serviços, explicando as bibliotecas e tecnologias auxiliares utilizados.

Para os serviços que possuem uma interface de acesso, o desenvolvimento foi feito através do Flask⁵, um *framework* Python, voltado para a criação de aplicações *Web*. Assim, utilizam esse *framework* os serviços que fazem parte do *Data Extraction*. Esses serviços são estruturados em duas camadas básicas: *controller* e *services*. A primeira é responsável por expor rotas de acesso ao serviço e realizar chamadas a camada de *services*. Esta, por sua vez, possui as funções que realizam as principais atividades nas quais cada serviço é responsável.

O serviço *Data Extraction* atua de acordo com o tipo de dado de medição que está sendo feito no momento. Por exemplo, para os dados do Cacti, é preciso que o *RRDTool* esteja disponível na máquina em que ele irá executar. Assim, ele executa um comando do *RRDTool* para gerar um XML a partir do arquivo *RRD* de entrada, que é enviado para o serviço *Converter*. De maneira geral, caso o formato de conversão escolhido for XML, o *Converter* apenas gera o arquivo. Já no caso do formato escolhido ser JSON, transforma-se o XML em dicionário para criar o arquivo JSON. Para a conversão de arquivos CSV, não é utilizada biblioteca auxiliar. Nesse formato, são gerados dois arquivos, para uma melhor estruturação, que são retornados compactados no formato *zip*. Se for solicitada anonimização dos dados, o serviço *Anonymization* é acionado pelo *Data Extraction* e recebe o XML, usando o *anonip*⁶ para anonimização. Assim, o serviço de anonimização envia para o *Converter* os dados já anonimizados para a conversão seja feita.

⁵flask.palletsprojects.com/

⁶pypi.org/project/anonip/

O serviço de *Data Publisher* realiza o *upload* dos arquivos convertidos para o *Dataverse (Data Manager)*. Esse serviço faz, mensalmente, a criação de *datasets* que representam um conjunto de dados de um mesmo mês e os publica quando estão completos, ou seja, quando todos os dados de um mesmo mês já estão dentro do *dataset* correspondente. A cada dia, existem um conjunto de dados, que são unidos formando um mesmo arquivo JSON, utilizando a biblioteca JSON. Após isso, eles são compactados para o formato *tar.xz*, escolhido por ter uma boa taxa de compressão e manter a integridade dos dados. Por fim, o *upload* é realizado através de requisições, feitas através a biblioteca *requests*, utilizando a API que é fornecida pelo *Dataverse*.

4. Estudos de Caso

Durante o período do projeto foram desenvolvidos os serviços de coleta de dados de três dados de medição e características oriundos da infraestrutura de rede da RNP: Topologia da infraestrutura de rede, RRD do CACTI e PerfSonar. A seguir são detalhadas as características dos dados tratados, incluindo perfil dos dados, contribuição em relação a disponibilização existente, volume gerado, etc.

O CACTI mede a utilização dos links existentes na infraestrutura de rede. Os dados são estruturados em RRDs e não são sensíveis (não afetam aspectos de segurança e privacidade) e geram cerca de 5Gb de dados por mês. Em sua versão original, o CACTI agrega de forma temporal (por dia, mês e ano) os dados através de média de uso temporamente, perdendo o detalhamento das medições. Com o MicroMon, mantém-se a menor granularidade de tempo possível (5 minutos), evitando a perda de dados.

Similarmente, o PerfSONAR realiza medições de desempenho de rede fim-a-fim entre todos os PoPs da RNP, medindo Vazão (a cada 4 horas), Traceroute (a cada 4 horas), Perda de Pacotes (a cada 5 minutos) e Atraso (a cada 5 minutos). Estes dados são usados no MonIpê para visualização da rede. Contudo, o uso da API Esmond não é escalável, tornando o servidor de armazenamento um gargalo para os mais de 8Gb de dados gerados mensalmente. Assim, o MicroMon se torna uma abordagem para estruturar e disponibilizar esses dados sem afetar o serviço de medição.

Por fim, a Topologia de Rede descreve a estruturação da rede da RNP nos formatos XML e XLS, com disponibilização via GitLab. Estes dados, após disponibilizados, não tem atualização com periodicidade prevista (apenas de acordo com as mudanças). Portanto, a MicroMon aplica um serviço baseado em Hash para detectar uma atualização e, assim, gerar um novo dataset a ser disponibilizado.

5. Discussão Final

A plataforma MicroMon contempla os dados referentes a CACTI, PerfSONAR e Topologia da RNP, aplicando um fluxo automatizado desde a coleta até a publicação. Os dados são coletados constantemente (intervalo diário ou por minutos) ou por identificação de mudança (verificação periódica), enquanto que a publicação planejada (mensalmente) ou baseada em eventos (identificação de mudança na topologia). Atualmente, o projeto MicroMon encontra-se pausado para o planejamento da fase 2, que visa definir a melhor configuração de metadados, novos serviços a serem coletados e identificar um modelo de negócio sustentável para a plataforma.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil (*N^os* 303877/2021-9,32064/2018-4, 316208/2021-3 e 402854/2022-5) e Rede Nacional de Pesquisa (RNP) através do Programa Desafio CT-Mon pelo apoio financeiro.

Referências

- Barsand, L., Vaz, A., Bastos, J. P., Fonseca, O., and Ítalo Cunha (2019). Realizando o potencial da plataforma ripe atlas. In *Anais Estendidos do XXXVII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, pages 41–48, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Faynberg, I., Lu, H.-L., and Skuler, D. (2016). *Operations, Management, and Orchestration in the Cloud*, pages 245–311.
- Lindner, E. G., Hartling, L. M., and Spalthoff, U. (2011). Human dignity and humiliation studies: A global network advancing dignity through dialogue. *Policy Futures in Education*, 9(1):66–73.
- Moura, A. S., Ziviani, A., Sampaio, L. N., and Gomes, R. L. (2021). The challenge of delivering open oss data for research. In *NSF Workshop on Overcoming Measurement Barriers to Internet Research (WOMBIR 2021)*, pages 1–2. National Science Foundation (NSF).
- Oliveira, D. H. L., de Araujo, T. P., and Gomes, R. L. (2021). An adaptive forecasting model for slice allocation in softwarized networks. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 18(1):94–103.
- Rezaei, S., Radmanesh, H., Alavizadeh, P., Nikoofar, H., and Lahouti, F. (2016). Automatic fault detection and diagnosis in cellular networks using operations support systems data. In *NOMS 2016 - 2016 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*, pages 468–473.
- Tan, L., Su, W., Zhang, W., Lv, J., Zhang, Z., Miao, J., Liu, X., and Li, N. (2021). In-band network telemetry: A survey. *Computer Networks*, 186:107763.
- TRELOAR, A. (2014). The research data alliance: globally co-ordinated action against barriers to data publishing and sharing. *Learned Publishing*, 27(5):S9–S13.
- Ulema, M. (2019). *Operations, Administration, and Maintenance of Critical Communications Systems*, pages 217–238.