



Educação, Pesquisa
e Inovação em Rede

Relatório de Visão de Futuro

Comitê Técnico de Monitoramento (CT-Mon)

Organizadores:

Leobino Sampaio (UFBA)

Alex Borges Vieira (UFJF)

Marcos Schwarz (RNP)

Alex Soares de Moura (KAUST)

Dezembro de 2022

**Coordenadores do CT-MON**

Leobino N. Sampaio (UFBA)

Alex B. Vieira (UFJF)

Secretário do CT-MON

Marcos F. Schwarz (RNP)

Diretor Adjunto de e-Ciência e Ciberinfraestrutura Avançada

Leandro Neumann Ciuffo (RNP)

Diretora de Pesquisa e Desenvolvimento

Iara Machado (RNP)

Membros do CT-MON

Alan Franco (CBPF)	Iara Machado (RNP)
Alex S. Moura (KAUST)	Italo Cunha (UFMG)
Amauri Silva (RNP)	José Augusto Suruagy Monteiro (UFPE)
Antônio Augusto de Aragão Rocha (UFF)	Jussara Almeida (UFMG)
Ari Frazão (RNP)	Leandro N. Ciuffo (RNP)
Carlos de Sousa (GTI/NOC-DF/RNP)	Lourenço A. Pereira Jr. (ITA)
Cecilia de Azevedo Castro Cesar (ITA)	Lucas Müller (Cisco Systems)
Christian Lima (PoP-AC/RNP)	Luis C. E. De Bona (UFPR)
Cristiano Bonato Both (UNISINOS)	Magnos Martinello (UFES)
Daniel Batista (USP)	Marinho Barcellos (University of Waikato)
Edison Melo (UFSC)	Miguel Elias Mitre Campista (UFRJ)
Emmanuel G. Sanchez (RNP)	Milton Kashiwakura (NIC.br)
Eugenio Sper de Almeida (INPE)	Murilo Vetter (PoP-SC)
Fábio Luciano Verdi (UFSCar)	Nilton Alves Junior (RedeRio/CBPF)
Guilherme Eliseu Rhoden (PoP-SC)	Rafael L. Gomes (UECE)
Gustavo N. Dias (RNP)	Sidney C. Lucena (UNIRIO)





SUMÁRIO

1. Introdução	3
1.1. Escopo e limitações	4
2. Metodologia	4
3. Panorama e visão de futuro	4
3.1. Desafios identificados	4
3.2. Problemas, Desafios, Tendências e Oportunidades	5
3.3. Tendências tecnológicas e aplicações emergentes	6
4. Atualização da Visão de futuro do CT	6
5. Reflexões sobre as tendências de 2021	10
6. Referências	10
ANEXO I – Acompanhamento de P&D em Monitoramento de Redes em 2022	11
ANEXO II – Levantamento das publicações na área em 2022	21



1. Introdução

A OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) reconhece a importância das redes de computadores e da internet como catalisadores de inovação, crescimento econômico e desenvolvimento social. A organização destaca que a disseminação da conectividade digital e a expansão da economia digital são fundamentais para promover a inclusão social e econômica, a produtividade e a competitividade dos países. A OCDE também destaca a necessidade de políticas públicas eficazes para incentivar o investimento em infraestrutura de rede e garantir a segurança e a privacidade dos usuários (OCDE, 2021).

Segundo Tanenbaum e Wetherall (2011), o monitoramento de redes de computadores é o processo de coletar e analisar informações de tráfego em uma rede. Essas informações incluem dados de fluxo de pacotes, estatísticas de uso da rede e informações de diagnóstico de protocolos.

O monitoramento de redes de computadores e da internet teve seu início no final dos anos 60, quando a ARPANET, a primeira rede de computadores interligada, foi criada pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Desde então, a necessidade de monitorar as redes cresceu com o aumento da complexidade das redes, o número de usuários e a natureza crítica dos dados que transitam por elas. O monitoramento evoluiu para se tornar uma atividade crítica, não apenas para a segurança da rede, mas também para o planejamento de capacidade e o gerenciamento do tráfego de rede, segundo Tanenbaum e Wetherall (2011). Com relação à análise do tráfego de rede, Northcutt et al. (2007) afirmam que essa atividade pode ajudar a identificar gargalos, a otimizar e diagnosticar problemas de desempenho.

Com o crescimento exponencial da internet e das redes sociais, o monitoramento se tornou importante para a proteção da privacidade e dos dados pessoais dos usuários. De acordo com Bélanger e Crossler (2011), a crescente quantidade de informações pessoais compartilhadas online tornou-se alvo de empresas e organizações que usam esses dados para marketing e publicidade personalizada. O monitoramento contínuo pode ajudar a garantir que as informações pessoais dos usuários sejam protegidas e que suas atividades online sejam monitoradas de forma transparente e ética.

Kizza (2014) destaca que o monitoramento de redes é importante para garantir a segurança e a privacidade das informações que circulam pela rede, pois permite detectar possíveis invasões e ataques, além de identificar vulnerabilidades e falhas na rede, e atividades maliciosas como tentativas de invasão, malware e phishing. Segundo Bishop (2003), o monitoramento contínuo de tráfego de rede pode ajudar a identificar padrões e comportamentos que indicam atividades maliciosas e a implementar medidas preventivas para proteger a rede e seus usuários.

Em resumo, o monitoramento de redes de computadores e das aplicações é uma atividade essencial para a garantia do bom funcionamento e a segurança das redes, e que permite analisar e otimizar o desempenho para melhor servir as aplicações, os indivíduos, as comunidades e as sociedades como um todo.

“A Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) oferece à comunidade acadêmica brasileira serviços digitais nas mais diversas áreas, como a Conferência Web, o eduroam, Videoconferência, FileSender@RNP, eduplay, Moodle, CAFe, ICPEdu, ICPEdu Certificado Pessoal, NasNuvens, Internet Data Center (IDC), MonIpê, Cipó, Science DMZ, Padex, Fibre, LOFT, GidLab, além da conectividade em rede de todas instituições pertencentes ao Sistema RNP e o acesso à Internet” (CT-CDIA, 2022). Neste sentido, a coleta e uso de dados da rede e de técnicas para analisá-los torna-se essencial. Apesar de já serem conhecidos muitos trabalhos e iniciativas de aplicações para gerenciamento e monitoramento de redes de telecomunicações, a adoção de novos métodos e técnicas mais modernas pela RNP ainda é limitado às experimentações no âmbito de alguns projetos de PD&I. Neste sentido, em 2011 foi criado o Comitê Técnico de Monitoramento (CT-Mon).

O CT-Mon é composto por membros da RNP e da comunidade acadêmica e tem como missão servir como um comitê técnico de caráter consultivo, promover conexão, colaboração, identificação de caminhos para pesquisa e desenvolvimentos de novos serviços de suporte ao monitoramento de redes, prospectando avanços técnico-científicos, novos desenvolvimentos na área de monitoramento de desempenho, protótipos e elaborando recomendações, tornando-se um canal importante de articulação e colaboração da RNP com a



comunidade nessa área. Essa prospecção visa se tornar uma fonte de referência e apoiar as atividades da RNP, visando cumprir sua missão de gerar recomendações estratégicas de evolução para as ações de monitoramento de redes da RNP.

Em 2022, o CT-Mon se preocupou em organizar suas atividades de modo a sistematizar uma forma de acompanhar os principais avanços técnico-científicos em monitoramento e medições, novas aplicações, e promovendo discussões e troca de conhecimento entre seus membros. O Comitê Técnico de Monitoramento (CT-Mon) visa ser um fórum de discussão aberto para estudar o futuro das aplicações de monitoramento e medições na área de pesquisa, mas com ênfase em aplicações de interesse para o Sistema RNP, tais como redes de computadores, aplicações, e serviços da RNP voltados para pesquisa, educação, cultura, telemedicina, e cibersegurança.

1.1. Escopo e limitações

A elaboração deste documento está no contexto das iniciativas da área de monitoramento de desempenho de redes. Não estão contempladas outras áreas correlatas, tais como a segurança da informação. A análise foi realizada em sua maioria por pesquisadores e acadêmicos de instituições de ensino e pesquisa. Não foram realizadas análises mercadológicas ou de negócio.

Neste contexto, a prospecção para visão de futuro de 2022, foi realizada sob o ponto de vista principalmente dos membros da coordenação, que se dedicaram às atividades do CT-Mon em 2022. Dentre os membros, tivemos representantes da comunidade de pesquisa nas áreas de medições em redes de computadores, bem como colaboradores da RNP envolvidos em atividades e projetos com relação ou interesse no tema. Este documento não tem por objetivo ser uma análise completa de todos os assuntos dentro das áreas de medições. Tampouco aborda aspectos de monitoramento voltados para a área de segurança da informação. As atividades do comitê não contemplaram todas as classes de serviços e clientes que abrangem o sistema RNP. A análise presente no relatório foi realizada, em sua maioria, pela visão de pesquisadores e acadêmicos de instituições de ensino e pesquisa e colaboradores da RNP. Em 2022, foram realizados alguns levantamentos bibliográficos, e breve prospecção de análises mercadológicas ou de negócio para subsidiar este relatório. Este documento apresenta um panorama com desafios, oportunidades e tendências tecnológicas, com breves relatos de como esses aspectos impactam a RNP.

2. Metodologia

Assim como nos anos anteriores, a elaboração do documento de visão de futuro é resultante do acompanhamento de iniciativas, publicações técnico-científicas, eventos e fóruns na área de monitoramento de redes. As principais fontes utilizadas para o levantamento dos trabalhos foram: artigos em conferências e periódicos de interesse, projetos e iniciativas de P&D na área, documentos técnicos, discussões de comitês técnicos de outras Redes Nacionais de Ensino e Pesquisa e ações de grupos coordenados por organizações externas. Estas contribuíram para o levantamento do estado da arte na área e atualizar a visão de futuro nessa temática de interesse da RNP.

Entre os eventos, é preciso destacar o Workshop de Medições da RNP1 e o Encontro do CT-Mon2 realizados no final de 2021 que permitiram a interlocução com a comunidade e o envolvimento de importantes atores da área de monitoramento de redes no Brasil. Outras ações da metodologia adotada incluem as reuniões semanais de coordenação, a escuta da lista de discussão dos seus membros do comitê, o acompanhamento das necessidades das organizações participantes do sistema RNP e projetos de P&D foram fundamentais para a identificação das tendências apresentadas neste documento.

3. Panorama e visão de futuro

3.1. Desafios identificados

O CT-Mon promove e acompanha as iniciativas de projetos ligados à temática de medições no cenário nacional e internacional. No Brasil, destacam-se os resultantes da chamada PMon, que em 2021, contemplou 6



propostas. Além dos projetos financiados anualmente através do PMon, a RNP apóia o desenvolvimento dos serviços MicroMon, Internet Borescope e Vialpê, e outros projetos relacionados ao desenvolvimento de testbeds, tais como o FIBRE, SFI2 e o FABRIC. Por fim, ressalta-se aqui a participação da RNP no consórcio de desenvolvimento do arcabouço de medições perfSONAR.

Estes eventos reforçam a importância do tema e a relevância da atuação do CT-Mon para a evolução dos serviços da RNP, que culminam em benefícios a todas as organizações do Sistema RNP.

3.2. Problemas, Desafios, Tendências e Oportunidades

Os destaques em termos de desafios e oportunidades identificados em 2021, o CT-Mon apontou:

- Monitoramento mais detalhado de serviços e aplicações alinhados a indicadores do negócio
- Refinamento no monitoramento do DNS (Domain Name System (DNS) voltado para segurança e QoE
- Refinamento do monitoramento de dispositivos IoT
- Ampliação do escopo do monitoramento da infraestrutura além dos tradicionais indicadores, para abranger métricas de impacto no usuário final, como QoE (Qualidade da Experiência), como latência e variância (jitter), em aplicações de interesse dos usuários.
- Monitoramento de aplicações e comportamento dos usuários
- Monitoramento de disseminação de desinformação nas redes

Os trabalhos da literatura e as discussões acompanhadas pelo comitê confirmam uma tendência de monitoramento de redes atrelado às aplicações. Essa tendência foi identificada pelo CT-Mon ao longo de 2021 e é apontada como uma recomendação para os próximos anos. De fato, os resultados do monitoramento estão cada vez mais associados às métricas que impactam o usuário final. A avaliação das redes é vista sob o ponto de vista de Qualidade de Experiência e não apenas dos serviços ofertados.

No ano de 2021, também foram identificados um número crescente de trabalhos focados em DNS. O crescimento de monitoramento dessa aplicação se iniciou em 2020, como identificado pelo relatório do CT-Mon daquele ano. Em especial, em 2021, há trabalhos que monitoram esta aplicação para identificar vulnerabilidades e avaliar seu desempenho. Como há trabalhos mostrando novos contextos de uso para esta aplicação, como seu uso criptografado sob https, este pode ser um ponto importante, na camada de aplicação, para monitoramento de desempenho de redes, próximo ao usuário final.

Uma tendência para monitoramento no futuro, e que pode impactar desempenho de redes, refere-se a dispositivos IoT. Em 2021, o CT-Mon, por meio do PMon, financiou um projeto nessa linha. Dispositivos IoT mal configurados ou sob ataque apresentam grande impacto nas redes. Tal constatação é que tem levado a temática monitoramento de dispositivos IoT a ser destaque nas principais conferências de medições de redes em 2021.

Como dito, uma das principais tendências apontadas pelo CT-Mon em 2021 refere-se ao monitoramento de redes além das métricas de infraestrutura. Aplicações ganham foco e, métricas que impactam diretamente o usuário final são destaque. Cada vez mais, pesquisadores e indústria estão interessados em QoE, além de QoS. Nesse sentido, métricas tradicionais como latência e jitter não são mais verificadas em níveis inferiores das camadas de redes, mas sempre associadas às aplicações de interesse dos usuários. Até medições em baixo nível, realizadas diretamente em dispositivos de redes como switches e roteadores estão sujeitas a erros. Em especial, os resultados delas podem apresentar dados insuficientes para descrever a sensação do usuário. Nessa linha, em 2021, foram identificados trabalhos que apresentaram metodologias para estimar os erros dos resultados de medições realizadas por sketches, e aproximar as métricas derivadas dessas medições ao que os usuários de rede sentem.

Outro destaque vai para o monitoramento de aplicações e comportamento dos usuários finais. Em 2021, aplicações de distribuição de vídeo pela Internet, tais como o Mconf RNP, foram as mais avaliadas e discussões sobre iniciativas que envolvam a análise de múltiplas camadas da pilha TCP/IP estiveram no foco da última edição do Workshop de medições. Estudos recentes buscam avaliar o impacto causado em métricas de redes mais próximas a QoE e relacionadas a aplicações de vídeo, estas sendo as utilizadas pelos usuários nesse cenário. Além disso, o impacto nas redes causado pela pandemia COVID-19 foi uma preocupação de destaque em eventos nacionais e internacionais.



Por fim, em 2022, o CT-Mon promoveu uma série de debates sobre desinformação em redes e seus impactos no tráfego de dados. O CT-Mon reconhece a importância das ações de monitoramento nesse cenário no Brasil e o papel da RNP no apoio a iniciativas de monitoramento de redes de computadores – nos seus diversos níveis da pilha TCP/IP – capazes de identificar o uso de redes como foco de transmissão de desinformação.

3.3. Tendências tecnológicas e aplicações emergentes

Em 2021, o CT-Mon trabalhou na identificação das tendências tecnológicas na área de monitoramento de desempenho de redes, que foram organizadas em curto (i.e., 1 ano), médio (i.e., 2 a 5 anos) e longo (i.e., 6 a 10 anos) prazos, conforme descrito na seção 4 e subseções 4.1 até 4.3.

Em 2022, o CT-Mon não identificou alterações nas tendências tecnológicas da área de monitoramento de desempenho de redes realizado em 2021. As tendências, principalmente de médio e de longo prazo, dificilmente mudarão em curto prazo, se for considerado como curto um período com 1 ano de duração.

4. Atualização da Visão de futuro do CT

Em 2022, segundo o levantamento das tendências tecnológicas na área de monitoramento de desempenho de redes realizado em 2021, o CT-Mon não identificou alterações significativas nas tendências.

No período de 2022 permanecem em grande parte inalteradas as observações sobre as tendências de médio e longo prazos. Vale destacar que na área de monitoramento e medições de redes o potencial de inovação é menor que em outras áreas do mercado. Assim, são mais limitadas e raras as possibilidades e oportunidades do surgimento de novos modelos de negócios ou lançamentos de novos produtos e serviços disruptivos neste segmento de mercado mais antigo e mais consolidado. As inovações tendem a ser mais pontuais, com base em novos algoritmos e métodos que muito provavelmente serão inseridos em novas versões de produtos já existentes neste mercado, já saturado com múltiplas ofertas de soluções de vários tipos e tamanhos, que competem entre si para aumentar suas fatias de vendas.

Segundo o relatório do *Gartner Hype Cycle 2022*, [Prasad e Byrne, 2022] observam que dada a crescente complexidade das modernas arquiteturas de TI, e a necessidade de se fornecer observabilidade para os negócios digitais e uma experiência aprimorada aos clientes, combinados a um maior envolvimento das lideranças das áreas de negócios, levaram a um aumento nas demandas por tecnologias de monitoramento, observabilidade e operações assistidas por inteligência artificial (AIOps). Para atender a essas demandas, o monitoramento evoluiu para um processo que cuida das necessidades de dados e análises de várias equipes e envolve o uso de análises, painéis flexíveis e relatórios analíticos. O relatório do Gartner também destaca os desafios impostos pela migração acelerada para a nuvem, o reforço na ênfase de centralização no cliente, e pressões relacionadas a despesas e investimentos. Os líderes de infraestrutura e operações devem avaliar bem a maturidade das tecnologias disponíveis no mercado, e definir as expectativas para adoção e implementação de novas soluções para atender as novas demandas.

Em relação à visão de futuro do CT apresentada no relatório de 2021, algumas previsões foram revisadas, a saber: O monitoramento de aplicações e a evolução do serviço Vialpê devem ser migrados para o médio prazo, dada a importância e necessidade de ações futuras. Já nas previsões de curto prazo, sugerimos retirar a parceria com a indústria e manter esta ação no período de médio e longo prazos conforme já indicado no relatório.

Benefit	Years to Mainstream Adoption			
	Less Than 2 Years ↓	2 - 5 Years ↓	5 - 10 Years ↓	More Than 10 Years ↓
Transformational		Observability Service Operations Site Reliability Engineering	Augmented FinOps Digital Platform Conductor Tools	
High	APM	AI-Enabled Log Monitoring Automated Incident Response DEX Tools Digital Experience Monitoring Distributed Tracing NDR OpenTelemetry Performance Engineering UC Monitoring Tools	AIOps Platforms Data Observability Observability-Driven Development	
Moderate		eBPF Native Cloud Monitoring VDIM	Chaos Engineering	Intent-Based Networking
Low	Cloud Management Platforms	Service Mesh		

Em Julho de 2022

Tabela 1: Matriz de Prioridades para Monitoramento, Observabilidade e Operações de Nuvem. Fonte: Gartner, 2022

Para facilitar a leitura e compreensão da Matriz de Prioridades para este Hype Cycle, o Gartner incluiu a seguinte descrição:

Sobre a Matriz de Prioridades (Gartner 2022)

"A Matriz de Prioridades do Gartner 2022 mapeia o tempo de maturidade de uma tecnologia em um formato de grade de fácil leitura. É responsável por duas considerações críticas:

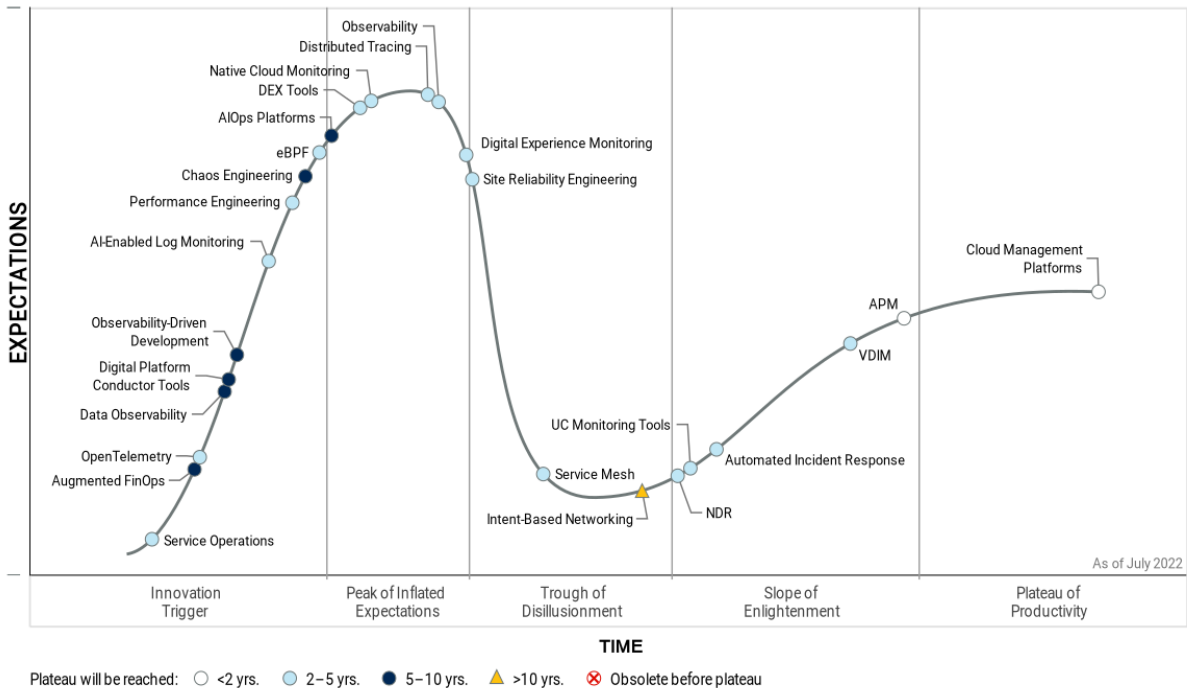
- O valor que uma organização pode obter de uma tecnologia.
- Quando a tecnologia estiver madura o suficiente para fornecer esse valor.

Para a maioria dos perfis listados, o impacto verdadeiramente transformador é obtido apenas pela integração da adoção de tecnologia com pessoas e estruturas de processo alinhadas a claros objetivos de negócios."

"Neste Hype Cycle, por exemplo, FinOps aumentado, ferramentas condutoras de plataformas digitais, observabilidade, operações de serviço e Site Reliability Engineering (SRE) são as tecnologias identificadas como transformacionais para a maioria das organizações de TIC. As plataformas AIOps foram identificadas como transformacionais no ano passado, mas categorizadas com a classificação de "alto" benefício este ano. Isso se deve a uma abordagem cautelosa das empresas após emergirem dos primeiros anos da pandemia de Covid-19, com uma pequena quantidade de casos de uso realizáveis. É difícil avaliar as limitações práticas para estimar o tempo médio de retorno de algumas soluções."

"A Matriz de Prioridade ilustra os perfis de inovação de tecnologias de monitoramento organizadas em diferentes domínios, que estão em fase madura de maior adoção pelo mercado (mainstream) – significando um nível de comoditização da tecnologia. A capacidade de observação, a experiência do usuário e as tecnologias para maior resiliência estão ganhando força. As organizações de TI maduras adotarão com sucesso a análise de desempenho e obterão eficiência, confiabilidade e previsibilidade mais rapidamente do que o indicado nesta matriz. Por outro lado, a resistência cultural, expectativas irreais e a falta de colaboração e de disciplina em processos irão aumentar a demora na adoção e do proveito dessas tecnologias." (Gartner 2022)

Hype Cycle for Monitoring, Observability and Cloud Operations, 2022



Gartner

Figura 1: Hype Cycle for Monitoring, Observability and Cloud Operations, 2022. Fonte: Gartner

O acompanhamento realizado pelo Gartner indica as tendências da adoção das tecnologias pelo mercado, apontando quais estão sendo bem sucedidas, ou não, em avançar para um estágio de maior adoção e penetração, atingindo a estabilidade e alcançando a maturidade. Na Figura 1 é possível observar o progresso de diversas tecnologias, como o *Application Performance Monitoring* (APM), *Automated Incident Response* (AIR), *Cloud Management Platforms* (CMPs), *Virtual desktop infrastructure monitoring* (VDIM), monitoramento de *Unified Communications* (UC), produtos de *Network Detection and Response* (NDR), *Intent-Based Networking Systems* (IBNS), e *Service Mesh*.

Com a acelerada adoção de computação em nuvem, orquestração e automação de infraestrutura e operações, e atual explosão de soluções baseadas em inteligência artificial ao final de 2022, por conta do lançamento do ChatGPT pela companhia OpenAI, e outras soluções baseadas em IA aplicada à análises de medições e tendências em métricas rede, é muito perceptível no caso do monitoramento de rede, que a adoção de tecnologias de Inteligência Artificial (IA) e aprendizado de máquina (*Machine Learning*, ML) vem resultando em melhorias significativas em maior agilidade, visibilidade, desempenho e segurança nas operações de redes.

Podemos estar diante de uma revolução e uma forma de diferenciar uma série de inovações de uma verdadeira revolução nesse contexto é observar a extensão do impacto que essas tecnologias tiveram no monitoramento de redes. Uma revolução pode ser identificada pelas mudanças fundamentais provocadas na maneira como as coisas são feitas, quando comparadas a uma série de melhorias incrementais ao longo do tempo. A adoção de tecnologias IA e ML trouxe mudanças em direção à automação e orquestração no monitoramento de rede, simplificando as operações e melhorando a identificação e a resposta à incidentes e ameaças. Essa é uma mudança fundamental na maneira como o monitoramento de rede é tradicionalmente realizado e tem implicações significativas para o futuro da área. No caso das tecnologias IA e ML no monitoramento de rede, o uso dessas ferramentas representa uma mudança fundamental na forma como os dados da rede são analisados e tratados, pois permitem insights preditivos em tempo real, que não eram possíveis anteriormente.

Uma revolução muitas vezes resulta em uma mudança generalizada e sustentada, em vez de apenas uma tendência de curto ou médio prazo. No caso das tecnologias IA e ML no monitoramento de rede, a ampla adoção



dessas ferramentas em várias indústrias e segmentos de mercado indicam uma mudança sustentada, e não apenas uma tendência temporária. Uma revolução geralmente tem implicações de longo alcance, além de sua aplicação imediata e pode levar ao desenvolvimento de novas indústrias e modelos de negócios. No caso das tecnologias IA e ML no monitoramento de redes, o uso dessas ferramentas vem levando ao desenvolvimento de novas soluções de gerenciamento e segurança de rede, que por sua vez têm o potencial de transformar indústrias e produzir novos modelos de negócios.

5. Reflexões sobre as tendências de 2021

As principais conclusões nas tendências de pesquisa em observabilidade, monitoramento e medições de redes de computadores em 2021 incluem o aumento da adoção de tecnologias de inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina (ML) no monitoramento de rede e o surgimento de novas ferramentas para monitoramento de desempenho de redes. Além disso, a tendência para a computação de borda (*Edge Computing*) trouxe a necessidade de aumento da visibilidade e do monitoramento de redes distribuídas.

Em termos das principais tendências e impulsionadores em tecnologias de redes, soluções e adoção e ofertas de serviços, houve um aumento na demanda por automação e orquestração de rede para agilizar as operações de rede. A segurança da rede também tem sido uma grande preocupação, impulsionando a adoção de soluções de acesso seguro a serviços de borda (*Secure Access Service Edge, SASE*) e tecnologias de acesso de rede de confiança zero (*Zero Trust Network Access, ZTNA*).

Além disso, a ampla adoção de computação em nuvem levou ao desenvolvimento de soluções de rede nativas de nuvem (*cloud native*), como a WAN definida por software (*Software Defined Wide Area Network, SD-WAN*) e virtualização de funções de rede (NFV). Isso permitiu maior flexibilidade e escalabilidade na infraestrutura de rede, e também impulsionou a mudança para serviços e soluções de rede baseados em assinatura.

6. Referências

[1] P. Prasad, P. Prasad and P. Byrne, "[Hype Cycle for Monitoring, Observability and Cloud Operations, 2022](https://www.gartner.com/interactive/hc/4016733)," Gartner, Jul. 20, 2022. <https://www.gartner.com/interactive/hc/4016733>. Acessado em 14 Feb. 2023.

[2] A. Tanenbaum and D. Wetherall, "Computer Networks 5th Edition", pp. 804 pages. Prentice Hall. Feb. 2011.



ANEXO I - Acompanhamento de P&D em Monitoramento de Redes em 2022

Ao longo do ano de 2022, o Comitê técnico de Monitoramento da RNP (CT-Mon) realizou um trabalho de prospecção e acompanhamento de projetos em diversos eventos sobre temas de interesse. Este documento apresenta em forma de breves anotações contendo principais destaques, organizados em ordem cronológica.

Janeiro

Em janeiro, [Opensignal](#) lançou o [Relatório de Experiência de Rede Móvel](#). No relatório, a Opensignal usou critérios de análise para avaliar serviços em diferentes categorias. A análise interessante foram as categorias escolhidas e as metodologias utilizadas, aplicadas às medições de rede capturadas, como Upload e Download Speed Experience, mostrando as velocidades médias de upload e download experimentadas pelos usuários do Opensignal nas redes de uma operadora.

Outra métrica interessante usada foi a "Experiência de jogos", que é uma medida de como os usuários móveis experimentam jogos móveis multijogador em tempo real na rede de uma operadora. Medido em uma escala de 0 a 100, ele analisa como a experiência de jogos móveis multijogador é afetada pelas condições da rede móvel, incluindo latência, perda de pacotes e jitter, para determinar o impacto na jogabilidade e na experiência geral de jogos multijogador. Outras metodologias foram "Voice App Experience", "4G Availability" e "4G Coverage Experience". Em um [artigo de 2021](#), Opensignal descreveu como eles coletam dados de rede.

Fevereiro

Em fevereiro, os eventos relevantes foram o [7th GÉANT SIG-NGN Meeting](#) e [FOSDEM 2022](#) mas não houve destaques específicos sobre medição de rede.

Março

Em março, houve as seguintes conferências e workshops: [APAN53](#), [PAM2022](#) e [2º Workshop GEANT de Gestão de Desempenho](#).

A **23a Conferência Internacional sobre Medição Passiva e Ativa (PAM 2022)** foi realizada em março de 2022, e os [processos são publicados](#), com **15 artigos completos** e **15 artigos curtos** apresentados cuidadosamente revisados e selecionados de 62 submissões. Os artigos apresentam pesquisas emergentes e em estágio inicial em medições de rede - trabalhos que buscam entender melhor sistemas complexos em rede do mundo real e oferecem fundamentos empíricos críticos e suporte à pesquisa de rede. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-030-98785-5>.

Uma [apresentação](#) interessante de [Johanna Amann \(ICIR/Corelight\)](#) usou dados da ESnet para falar sobre um trabalho que reforçou a relevância das medidas passivas para a segurança, mesmo quando se usa medidas ativas. Outras apresentações também foram sobre medições para fins de segurança, desempenho, 5G, roteamento e desempenho de aplicativos.

O [Networking Channel](#), organizado por Jim Kurose e Christophe Diot, apresentou o painel **Network Datasets: o que existe e quais são os problemas?** com a participação do pesquisador **Ítalo Cunha** (UFMG), identificou [conjuntos de dados de rede aberta de interesse](#) para pesquisa, e um documento muito bom está disponível, listando coleções de conjuntos de dados, ferramentas e testbeds.

Conjuntos de dados públicos de medições de rede foram criados e disponibilizados por várias décadas. Esses conjuntos de dados são de interesse para pesquisadores de rede (interessados em cargas de trabalho, topologias e outras características de redes implantadas no/ através do backbone, acesso, redes domésticas e móveis) e estudantes que desejam aprender como são as redes "reais", formuladores de políticas e muito mais. Na primeira parte do webinar, eles identificaram e discutiram **conjuntos de dados públicos** de interesse e seu uso. Na segunda parte, eles identificaram alguns dos **desafios de trabalhar com tais conjuntos de dados** (incluindo a dificuldade de analisar/ comparar dados longitudinalmente, o "envelhecimento" dos dados) e os **desafios de obter dados da indústria** (que podem ter significado comercial e proprietário significativo, valor) e **soluções para esse desafio**, como benchmarks e modelos de carga de trabalho.



Abril

Em abril a GÉANT realizou o [2º Workshop de Telemetria e Dados](#), que teve 10 apresentações abordando temas como telemetria de rede *in-band*, *streaming telemetry*, sincronização de tempo, compartilhamento de dados em rede aberta, perSONAR, mapas de rede e novas ferramentas desenvolvidas em projetos de pesquisa.

Mai

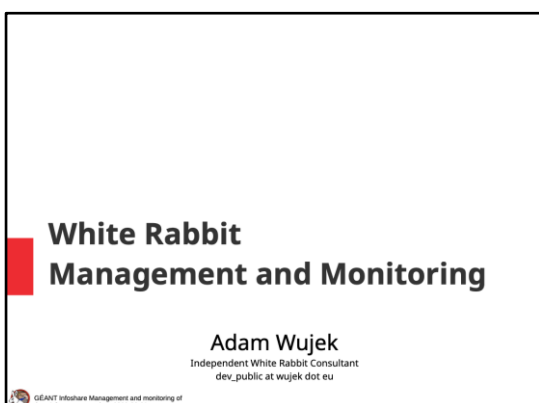
Em maio, ocorreram oito eventos relevantes, incluindo o [40º SBRC](#), e o [23º WRNP](#). Alguns destaques relevantes foram a apresentação [Streaming Telemetry](#) por Raul Lopes e David Richardson (Jisc) durante o [16º GÉANT SIG-NOC Meeting](#), que apresentou a lição aprendida com a implantação da telemetria de streaming, incluindo seu uso no RARE (Roteador para Academia, Pesquisa e Educação), e incluiu medições de teste em colaboração com a RNP do Teste do novo link 100G Bella de Portugal para Fortaleza, Brasil. Outro destaque foi o [MicroDep: monitoramento ponta a ponta melhora a qualidade do roteamento entre domínios](#) por Otto Wittner (SIKT), que afirmou que "as medições contínuas de ponta a ponta têm importância significativa", permitindo que os NOCs "entendam melhor como os clientes experimentaram os serviços de rede fornecidos" e apresentaram o sistema de pesquisa de medição Microdep, que visa revelar problemas de confiabilidade de rede em nível refinado por medições de ponta a ponta e melhorar o roteamento entre NRENs e a internet mundial.

Em mais um Infoshare da GÉANT no dia 4 de maio de 2022, quatro NRENs que oferecem "[Campus Network Management as a Service \(CNaaS\)](#)" – FUNET, SIKT, SUNET e SURF, e a Universidade de Michigan, que gerencia milhares de switches em seu Campus, deram uma visão geral sobre o status de seus serviços atuais e futuros, casos de uso, lições aprendidas e ferramentas para apoiar CNaaS. A [gravação do Infoshare](#) está disponível no [canal da GÉANT no YouTube](#). A [apresentação da SUNET](#) descreveu sua experiência, as integrações de ferramentas e a [apresentação de Vidar Faltinsen \(SIKT - NREN da Noruega\)](#) sobre "CNaaS na Noruega" também teve pontos interessantes.

Sumário dos eventos em maio de 2022:

1. [P4 Workshop 2022](#)
2. [3º Workshop Europeu de Usuários perSONAR](#)
3. [Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos \(SBRC\)](#)
4. [23º Workshop RNP](#)
5. [8º Encontro do Grupo de Interesse Especial em Redes de Nova Geração \(SIG-NGN\)](#)
6. [Conferência Internacional IEEE em Comunicações - ICC](#)
7. [RIPE 84](#)
8. [16º Encontro do SIG-NOC](#)

Junho



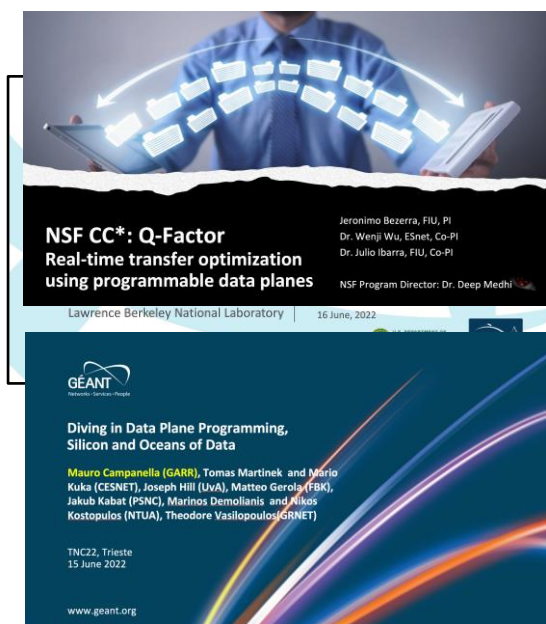
No dia 21 de Junho, a GÉANT organizou mais um Infoshare sobre [Gestão e Monitoramento de Serviços de Hora e de Frequências](#) mostrando que os serviços de rede de tempo e frequência estão se tornando cada vez mais comuns em redes de pesquisa e a capacidade de fornecer esses serviços com o mesmo nível de qualidade dos serviços IP é uma questão operacional para as NRENs. Este Infoshare passou pelos diferentes tipos de serviços T&F (Transferência de operadora óptica, Modulação de radiofrequência e White Rabbit) e abordou a vertente de gestão e monitorização. A experiência das NRENs que colocam em produção esses serviços foi apresentada com o feedback de especialistas sobre essas tecnologias. Em particular, foi interessante a apresentação de Adam Wujek



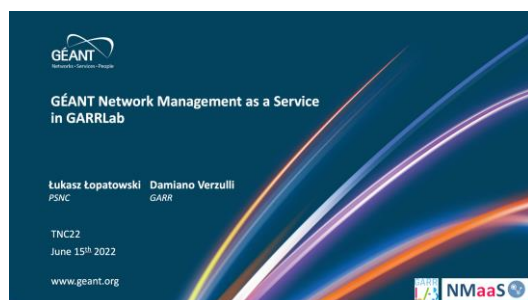
sobre Monitoramento White Rabbit (IEEE 802.3, IEEE 802.1Q, IEEE 1588). A [gravação do Infoshare](#) está disponível.

Durante a conferência TNC22 organizada pela GÉANT em junho, a palestra Exploring the BBRv2 Congestion Control Algorithm for use on Data Transfer Nodes apresentado por Eli Dart (ESnet / LBNL) apresentou a avaliação e comparação de desempenho do algoritmo de controle de congestionamento TCP BBRv2 que destacou a relevância desse tipo de trabalho em testes de medição de desempenho de rede, tanto em laboratório quanto em campo, para melhorar grandes transferências de dados. Este trabalho testou transferências em ambiente na rede da ESnet com latência de até 50ms.

A palestra [Q-Factor: Real-Time Transfer Optimization Using Programmable Data Plane](#) por Jeronimo Aguiar Bezerra (FIU/AmLight) apresentou os progressos no desenvolvimento do Q-Factor, uma solução para otimizações de ponta a ponta em tempo real para planos de dados programáveis. A solução usa In Band Telemetry (INT) para aquisição de dados de desempenho de rede para calcular otimizações.



A palestra [Mergulhando na Programação do Plano de Dados](#), sílicio e oceanos de dados apresentado por Mauro Campanella (GARR) relatou o resultado de uma avaliação mais sistemática do monitoramento de fluxo UDP baseado em INT em redes NRENs, incluindo um relatório resumido da experiência geral em programação de plano de dados e desafios.



A palestra [GÉANT Network Management as a Service in GARRLab](#) por Damiano Verzulli (GARR) e Lukasz Lopatowski (Poznan Supercomputing and Networking Center) apresentou o [GÉANT Network Management as a Service \(NMaas\)](#) - <https://nmaas.eu> - uma solução para ajudar organizações a superarem os custos e complexidade de comprar, desenvolver ou integrar soluções de gerenciamento de redes.

O NMaas da GÉANT visa apoiar NRENs, campi, organizações ou projetos de pesquisa distribuídos menores, fornecendo uma rede segura baseada em nuvem e uma plataforma de gerenciamento de serviços. Além disso, foi apresentada a implantação do NMaas no GARRLab. As ferramentas executadas no NMaas estão monitorando as VMs, contêineres e serviços de aplicativos do GARRLab, demonstrando um caso de uso sobre como o NMaas pode ser adotado com sucesso por qualquer um interessado em soluções NMS em nuvem.

A palestra [GÉANT P4 Lab \(GP4L\)](#) por [Carmen Misa Moreira](#) (CERN) apresentou a infra-estrutura do laboratório que engloba o hardware do switch vanilla P4 interconectado por um caminho fornecido pela rede GÉANT, com os objetivos de validar o código de software inerentemente parte da pilha de roteamento do projeto de código aberto [RARE/freeRtr](#) e um novo serviço em desenvolvimento, com o objetivo de oferecer instalações



experimentais de plano de dados programável onde os pesquisadores podem testar novos projetos experimentais em redes geograficamente distribuídas.

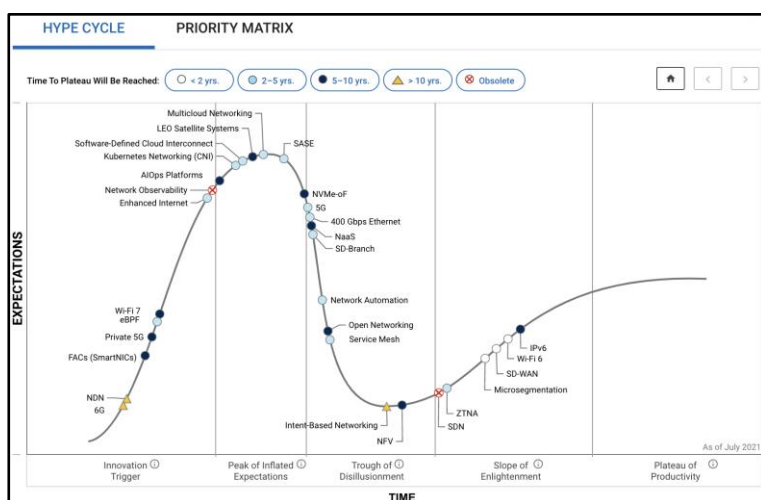
Há uma proposta de um dos desenvolvedores do RARE/freeRtr, Frederic Loui, para integrar NmaaS com RARE/freeRtr, circuitos dinâmicos (usando sistemas AutoGOLE/SENSE) e o roteamento PolKA, na mesma fatia de rede, compreendendo uma série de monitoramento componentes e soluções, como BGP-LS, Netbox, Zabbix e outros, em uma abordagem de serviços de ponta orquestrados de sobreposição global, baseada em Segment

Routing(SR).

Em outra sessão do TNC22, a [análise de tráfego de aplicativos de comunicação e colaboração floresceu com o Covid-19 por meio de abordagens avançadas de Deep Learning](#), O palestrante Idio Guarino, da Universidade de Nápoles Federico II, falou sobre a pandemia do COVID 19 e o aumento resultante nas interações por meio de ferramentas digitais mudou profundamente o tráfego de rede. Para gerenciar essas mudanças, as operadoras de rede precisam de ferramentas avançadas de classificação e previsão do tráfego da Internet. Para enfrentar essas tarefas, o projeto propôs o design de técnicas avançadas baseadas em aprendizado profundo com foco especial no tráfego gerado por aplicativos de comunicação e colaboração social. A [apresentação está disponível online](#).

A observabilidade e o monitoramento de redes ainda são temas relevantes e essenciais tanto em pesquisa, indústria e mercado, como é possível verificar pela quantidade de eventos de pesquisa sobre o tema e em pesquisas de mercado como o **2021 Hype Cycle for Enterprise Networking** do Gartner. Em 2022, cerca de 20 eventos de pesquisa relacionados a medições de rede foram mapeados e rastreados em nossa pesquisa para fins de previsão de tecnologia.

O relatório do Gartner afirma que, por causa da pandemia, a adoção de novas tecnologias de rede, da nuvem, e de soluções de transformação digital, foram aceleradas em comparação com anos anteriores. Na área de Infraestrutura e Operações (I&O), o relatório do Gartner afirma que "os líderes devem considerar a entrega da quantidade certa de rede, no momento certo, com o custo certo, para apoiar seus negócios digitais, em contraste com a antiga prática de construir infra-estruturas 'sólidas' para durar de cinco a dez anos".



Impulsionadas pela nuvem, digitalização e pela pandemia, as empresas estão adotando novas tecnologias de rede mais rapidamente do que nos anos anteriores. Redes multicloud e SASE estão no auge e de adoção no mundo real. Segundo o Gartner, as lideranças na área de I&O devem se informar para tomar medidas alinhadas com a tendência de investimentos em serviços sob medida, em termos de tempo e de custos para suporte às atividades das organizações.

Benefit	Years to Mainstream Adoption			
	Less Than 2 Years	2 - 5 Years	5 - 10 Years	More Than 10 Years
Transformational		SASE	AI/ops Platforms FACs (NextGen SmartNICs) LEO Satellite Systems	6G Named Data Networking
High	SD-WAN Wi-Fi 6 (802.11ax)	5G Network Automation	NVMe-oF Private 5G	
Moderate	Identity-Based Segmentation	400 Gbps Ethernet eBPF Enhanced Internet Kubernetes Networking (CNI) Multicloud Networking SD-Branch Service Mesh Software-Defined Cloud Interconnect ZTNA	NFV Open Networking Wi-Fi 7 (802.11be)	Intent-Based Networking
Low			IPv6 NaaS	

As of July 2021

Fornecedores e especialistas estão usando a terminologia de “observabilidade de rede” como um sinônimo moderno para “monitoramento e visibilidade de rede”, porque o “monitoramento de rede” tem conotações negativas como algo herdado e não relevante para as empresas modernas.

Ao reformular a discussão como “observabilidade”, as equipes de operações de TI podem envolver um público mais amplo no que pode ser chamado “monitoramento moderno”.

Por que isso é importante

Embora o termo “observabilidade de rede” seja principalmente uma palavra da moda de marketing, é importante porque o marketing exagerado e agressivo dos fornecedores pode gerar falsas expectativas e levar a investimentos abaixo do ideal.

Além disso, para muitas organizações, “monitoramento de rede” tem conotações negativas como algo herdado e não relevante para as empresas modernas. Ao reenquadrar a discussão como observabilidade, as equipes de operações de TI podem envolver um público mais amplo no que poderíamos chamar de monitoramento moderno.

Impactos nos negócios

Muitos fornecedores de monitoramento de rede começaram a comercializar seus produtos usando “observabilidade de rede” para tentar se apegar às tendências de APM e exagerar em torno da observabilidade. Os compradores em potencial de produtos comercializados como “observabilidade de rede” podem ser levados a acreditar que a(s) ferramenta(s) que estão adquirindo fornecem alguma funcionalidade adicional, o que não é preciso. Isso pode levar à seleção de soluções abaixo do ideal e/ou pagamento excessivo por funcionalidade.

Obstáculos

O conceito de observabilidade de rede é uma falsa promessa focada em alavancar o cache crescente em torno do termo “observabilidade” sem fornecer nenhuma nova funcionalidade.

Recomendações

- Evitar selecionar ou pagar caro por produtos porque eles são comercializados como “observabilidade de rede”. Investir em ferramentas com a expectativa que elas forneçam mais ou melhor funcionalidades e visibilidade do que soluções tradicionais de visibilidade e monitoramento é irreal e desnecessário. A funcionalidade que eles oferecem não é diferente ou exclusiva daquelas fornecidas pelas ferramentas de monitoramento de rede.
- Os executivos devem concentrar-se na identificação de ferramentas que atendam suas necessidades específicas de monitoramento de rede com base em recursos, funcionalidades e fluxos de trabalho específicos. Exemplos específicos de ferramentas que oferecem benefícios mais tangíveis incluem NPMD e APM.
- Ao investir em iniciativas de observabilidade “verdadeiras”, devem concentrar-se na ampla experiência digital do cliente, em vez de em uma única área de tecnologia.

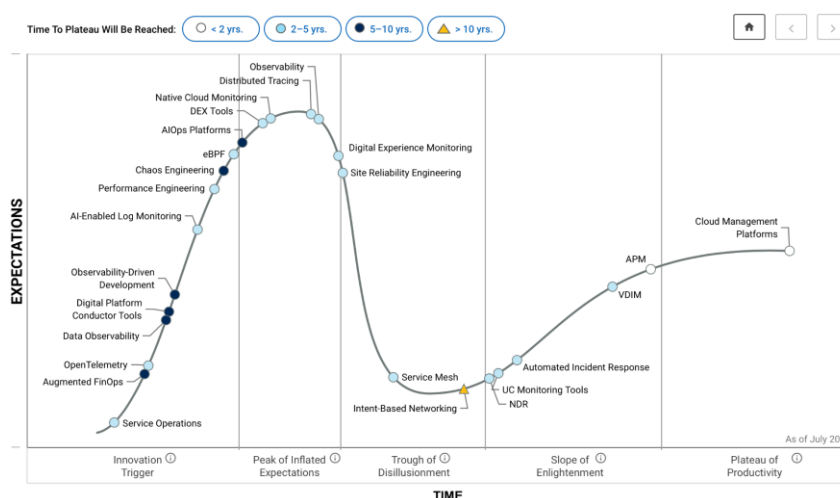
Premissas do Planejamento Estratégico



- Até 2023, 30% dos locais corporativos terão acesso WAN somente à Internet, em comparação com aproximadamente 15% em 2020.
- Até 2025, 35% das empresas que usam vários provedores de nuvem pública usarão uma única pilha de software de rede, um aumento de mais de 10 vezes a partir de 2021.
- Até 2024, 30% das empresas adotarão o SWG fornecido na nuvem, CASB, ZTNA, e firewall como serviço de filiais (FWaaS) do mesmo fornecedor, acima de menos de 5% em 2020.

Julho

Em 20 de julho de 2022, o Gartner, Inc. publicou o [Hype Cycle for Monitoring, Observability and Cloud Operations, 2022](#) pelos analistas [Pankaj Prasad](#) e [Padraig Byrne](#). O desejo de tornar os negócios digitais observáveis está impulsionando o investimento em tecnologias de monitoramento, observabilidade e AIOps. Este Hype Cycle ajuda os líderes de infraestrutura e operações (I&O) a fornecer tecnologias que atendam aos requisitos de seus negócios.



A arquitetura de um desafio legados de análise de uma maior

rápida adoção de TI modernas cria para métodos monitoramento e desempenho. Há interação entre DevOps, segurança, engenharia de confiabilidade do site (SRE) e práticas de infraestrutura e operações (I&O) – e a liderança empresarial agora está mais envolvida e mais consciente. A observabilidade de negócios digitais e a experiência do cliente são os principais impulsionadores das tecnologias neste Hype Cycle. No entanto, é a natureza complexa dos sistemas de TI e a interação entre as diferentes práticas que estão levando ao aumento da demanda por soluções que dependem de detecção automatizada aprimorada, observabilidade, análise e correção.

O maior envolvimento dos líderes de negócios criou a necessidade de contextualizar as informações de maneira significativa para processos de negócios específicos. Não é mais suficiente simplesmente fornecer visibilidade para insights orientados à ação, impulsionados pela análise básica de dados de séries temporais. A necessidade de dados para permitir melhores decisões por diferentes equipes dentro de TI (como DevOps, I&O e SRE) e fora de TI (por exemplo, equipes de marketing e vendas) está causando uma evolução no monitoramento. Está se tornando um processo que atende às necessidades de dados e análises de várias equipes, além das tradicionais equipes de I&O. Essa tendência está impulsionando o aumento do uso de análises, permitindo painéis flexíveis e relatórios perspicazes.

As organizações também estão enfrentando a migração acelerada para a nuvem, um desejo crescente de centralização no cliente e pressões de custo. Esta pesquisa ajudará os líderes de infraestrutura e operações (I&O) a determinar a maturidade relativa das ferramentas, tecnologias e estruturas neste mercado e definir as expectativas de implementação de acordo.



Benefit	Years to Mainstream Adoption			
	Less Than 2 Years	2 - 5 Years	5 - 10 Years	More Than 10 Years
Transformational		Observability Service Operations Site Reliability Engineering	Augmented FinOps Digital Platform Conductor Tools	
High	APM	AI-Enabled Log Monitoring Automated Incident Response DEX Tools Digital Experience Monitoring Distributed Tracing NDR OpenTelemetry Performance Engineering UC Monitoring Tools	AIOps Platforms Data Observability Observability-Driven Development	
Moderate		eBPF Native Cloud Monitoring VDIM	Chaos Engineering	Intent-Based Networking
Low	Cloud Management Platforms	Service Mesh		

As of July 2022

Para mais informações sobre como os líderes de Infraestrutura e Operações e seus pares estão vendo as tecnologias alinhadas com este Hype Cycle do Gartner, pode-se consultar o Roteiro de Tecnologias Emergentes 2021-2023 para grandes empresas.

Monitoramento da experiência digital

As tecnologias de monitoramento de experiência digital (DEM) monitoram a disponibilidade, o desempenho e a qualidade da experiência de um usuário final ou agente digital à medida que interagem com um aplicativo e a infraestrutura de suporte. Os usuários podem ser consumidores externos de um serviço, funcionários internos acessando ferramentas corporativas ou uma combinação de ambos. As tecnologias DEM buscam observar e modelar o comportamento dos usuários como um fluxo contínuo de interações na forma de "jornadas do usuário".

Por que isso é importante

O DEM ajuda as organizações a abordar a visibilidade em duas áreas principais: funcionários remotos e aplicativos da Web: a visibilidade do desempenho de aplicativos baseados em serviço (incluindo comércio eletrônico) apresenta um desafio exclusivo devido à localização do aplicativo e à dificuldade de instrumentar ambientes baseados em nuvem.

Impacto nos negócios

As ferramentas DEM oferecem às organizações maior flexibilidade para obter visibilidade do *endpoint*, da rede e do serviço, independentemente de onde os funcionários estejam localizados e sem exigir instrumentação extensiva do ambiente físico.

Agosto

```

-----CGTF Routing Information Share-----
BGP data of CGTF Routing Information Share Project which is similar to other well-known BGP
collecting project(RoutevIEWS,RIPE RIS,PCH etc).

Our collector is currently peering with Following AS(Vantage Points) by private AS number 65534.
AS 7660(APAN-JP)
AS 63961(BDREN)
AS 4538(CERNET))
AS 3662(HARNET)
AS 4796(ITB)
AS 17579(FREONET)
AS 38229(LEARN)
AS 24514(MYREN)
AS 38022(HEANNZ)
AS 23855(SINGAREN)
AS 3836(THAISARN)

BGP RIB snapshot of collector and BGP update messages it receives are periodically dumped,
2h for rib and 20 minutes for updates messages.

You can use 'bgpdump' to decompress the compressed MRT format file for analysis.

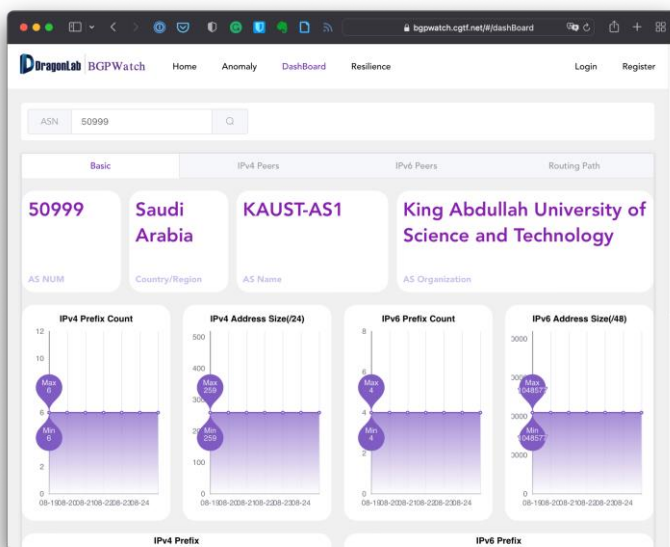
This data is made available to anyone without restrictions.
If you copy the data and publish an analysis, please cite us in your publication.

Any question, please contact dev@dragonlab.org .

```

Durante a conferência APAN54, houve algumas apresentações interessantes, especialmente uma da CERNET (NREN da China), apresentando o projeto que desenvolveu as ferramentas **BGPer** e **BGPWatch**, e também o [CGTF Routing Information Share](#), que coleta e compartilha publicamente a tabela de roteamento BGP. Um instantâneo BGP RIB do coletor e as mensagens de atualização BGP que ele recebe são despejados periodicamente em 2h para RIB e 20 minutos para mensagens de atualização, e esses dados são disponibilizados para qualquer pessoa sem restrições. Essa pode ser uma solução para apoiar a comunidade de pesquisa fornecendo conjuntos de dados de informações

de roteamento, informações que os pesquisadores relataram como métricas de interesse em uma pesquisa de 2018 do CT-Mon/RNP com a comunidade de pesquisa brasileira.



A ferramenta **BGPWatch** é uma ferramenta de acesso gratuito que permite uma visualização organizada de informações públicas sobre os sistemas autônomos, com o intuito de apoiar as equipes de operações de redes.

Setembro

Em setembro, durante o 9º SIG-NGN, alguns trabalhos de RENS sobre suas arquiteturas e serviços de última geração, e seus novos métodos e ferramentas para medições de desempenho de rede. Novas arquiteturas e tecnologias de rede interessantes foram apresentadas.

Outubro

Assim como nos meses anteriores, no mês de outubro ocorreram diversos eventos relevantes, inclusive organizados pelo RNP CT-Mon. Os destaques foram a [3rd Global Research Platform \(3GRP\)](#), o [Encontro do CT-Mon](#), e o [4º Workshop de Medições da RNP](#).

Um destaque foi a apresentação da "[Iniciativa DataX](#)" apresentada por Michael Hernandez, que visa disponibilizar de forma pública parte dos dados do monitoramento da rede coletados pela RNP para fins de pesquisa, uma antiga demanda dos pesquisadores brasileiros da área. Para isso, o projeto está colaborando com a prototipação de soluções para a coleta automatizada e análise dos dados de medições e monitoramento do backbone e dos PoPs da RNP. Outro destaque foi a apresentação "[Medindo a qualidade do acesso à Internet em](#)

[provedores e usuários](#)" por Henrique Holschuh do NIC.br, mostrando a infraestrutura por trás do SIMET, Sistema de Medição da Qualidade da Internet Banda larga brasileira, e do SARA2, um Sistema de Análise de Roteamento entre Sistemas Autônomos. O SARA2 permite realizar análises offline e em tempo real, incluindo a geração de alertas e relatórios, sendo semelhante ao RIPE RIS, e ao RouteViews, mas especificamente voltada para a internet Brasileira. Uma lição importante da apresentação foi a apresentação do [Portal Medições do CEPTR0.br](#) – <https://medicoes.nic.br/> – que consolida as iniciativas de medições e análises para melhoria a qualidade da Internet no Brasil, com soluções para [consumidores](#), [provedores](#) e [setor público](#), que tem bases de dados das medições são anonimizados não comprometendo a privacidade, e são disponibilizadas para visualização e para download em formatos abertos, assim como as pesquisas e análises produzidas.

Outro destaque deste mês foi uma [postagem do APNIC](#) intitulada "[Uma análise de rede complexa de peerings públicos na Internet global](#)", de [Justin Loye](#), estudante de doutorado no [IRIT](#) e [LPT](#) na Univ. de Toulouse, onde descreveu uma pesquisa em que uma equipe por ele liderada desenvolveu um novo modelo de Internet, usando dados do [PeeringDB](#), um banco de dados onde os operadores de rede reportam informações para

encontrar novos pares, para modelar o tamanho das portas que o Sistema Autônomo (AS) têm nos Pontos de Troca de Internet (IXPs) como um gráfico bipartido ponderado e direcionado, [mostrando a Internet como uma rede complexa agrupando ASes e IXps em áreas geográficas de influência](#). A partir desse modelo, os pesquisadores puderam identificar os principais atores da Internet, como os hipergigantes de última geração e importantes redes regionais de globo ocular presentes no banco de dados PeeringDB. O artigo é baseado em um artigo de pesquisa [Global Internet Public Peering Capacity of Interconnection: A Complex Network Analysis](#), que foi apresentado no [EuroIX 36th Forum](#) e produziu uma [visualização interativa do modelo](#). A figura à esquerda mostra a Topologia do PeeringDB produzida pela pesquisa.



Novembro

Em novembro, o destaque foi o congresso [Supercomputing SC22](#) juntamente com o [9th Annual International Workshop on Innovating the Network for Data-Intensive Science \(INDIS\)](#), criado para reunir engenheiros de rede e pesquisadores para compartilhar desafios e soluções potenciais nos sistemas de informação e comunidades de rede que trabalham para evoluir infraestruturas de suporte à ciência intensiva em dados (*Data-intensive Science*). O Supercomputing é um evento anual de grande porte, com milhares de participantes, centenas de expositores, contando com [dezenas de demonstrações de inovações em redes](#), inúmeros posters de projetos científicos, contando com centenas de expositores apresentando produtos e soluções para HPC, infraestruturas de redes, computação, armazenamento e aplicações.

Também em novembro, o grupo GÉANT SIG-NGN realizou outro [webinar Infoshare](#) sobre o tema "[In-band Network Telemetry Measurements](#)" apresentado por Mauro Campanella e Joseph D. Hill. O Infoshare apresentou como a Telemetria de Rede In-band é usada para medir a transmissão de pacotes entre quatro sites em diferentes NRENs (CESNET, GARR, GRNET, SURF), em capacidades entre 1Mbps até 1Gbps e quantificando o efeito do transporte nos backbones centrais no nível de microssegundo. A segunda apresentação detalhou brevemente como implementar uma plataforma baseada em Tofino usando a linguagem P4, usando uma função para gerar um fluxo UDP com um perfil de tempo muito preciso para cada pacote.

Dezembro

Em dezembro de 2022, o destaque foi a [Internet2 TechEx Conference](#) em Denver. Os destaques desta conferência foram os tutoriais perfSONAR provisioning with Ansible, Hands-on Tutorial on P4 Programmable Data Plane. O tutorial perfSONAR percorre o processo de provisionamento e configuração de uma implantação



perfSONAR completa com automação Ansible, abrangendo pontos de teste de medição, arquivos de dados, painéis e editores de cronograma, discutindo as dependências da infraestrutura de componentes e a arquitetura geral do sistema em detalhes.

Outro destaque foi a apresentação "[BGPalerter: Monitoring your BGP Prefixes](#)" com uma rápida visão geral da ferramenta BGPalerter para monitoramento de ativos de roteamento. O BGPalerter ajuda a controlar se a Internet pode ver os prefixos BGP, quando alguém pode estar seqüestrando, alertas de quaisquer configurações incorretas de RPKI e pode enviar alertas por meio de vários mecanismos.

A apresentação "[Monitoring the Hidden: TimeMap](#)" reforçou a pertinência e importância da monitoramento de rede, destacando que hoje em dia os serviços e aplicações cada vez mais possuem demandas em tempo real, e são menos assíncronos: maior quantidade de videochamadas, mais do que envio de e-mails, sem falar na rede de interação humana. Monitorar latência e variância (*jitter*), inclusive coletar dados históricos de forma consistente, ainda é algo novo (ou pelo menos pouco comum), mesmo que muitas aplicações dependam de manter esses parâmetros em níveis baixos e estáveis. Com o **Serviço TimeMap** implantado ao longo de todo o serviço de produção do backbone da GÉANT, agora é possível ter uma análise detalhada do que realmente está acontecendo na rede, verificar e entender o que causa alguns problemas (principalmente nas comunicações interativas em tempo real) e fazer otimizações ou correções em cada rede. A GÉANT também está começando a utilizar aprendizado de máquina na identificação automática de incidentes e erros para enviar alertas aos operadores. Todas essas novas informações sobre o comportamento da rede fornecem uma nova perspectiva sobre o monitoramento da rede e mostram pela primeira vez também o que acontece "quando algo muda na rede", por exemplo, quando as tabelas de roteamento são atualizadas. O [TimeMap](#) não serve somente para backbones: também pode ser usado em instalações sob medida e em redes locais.

Embora serviços como o Network Time Protocol (NTP) sejam bem conhecidos há muitos anos, há um grande número de iniciativas que reforçam e melhoram a relevância e importância dos serviços de medição de tempo em NRENs. A sessão "[Time & Frequency Services in NREN Networks](#)", apresentou soluções implementadas em várias NRENs europeias – e.g. PSNC (Polônia), RENATER (França), CESNET (Rep. Checa), SWITCH (Suíça), GÉANT (Europa) – mostrando benefícios e desvantagens das soluções existentes, e aspectos de acompanhamento e monitoramento dos serviços de Hora e Frequência (*Time and Frequency*, T&F). Também apresentou o trabalho desenvolvido pela equipe do projeto *Optical Time and Frequency Network (OTFN)* que visa avançar para uma solução pan-europeia de T&F, apesar das diferenças nas implementações em cada país. O trabalho se complementa a outras iniciativas pan-europeias, como o projeto CLONETS, e às soluções técnicas desenvolvidas no projeto OTFN permitirão a implementação generalizada e escalabilidade da distribuição de fibra ótica T&F em diferentes redes NREN.

A sessão "[Measurement and Monitoring Research and Education \(R&E\) Networks: A Conversation with perfSONAR, NetSage and Stardust](#)" abordou o importante papel da medição e monitoramento nas redes de pesquisa e educação, através de perguntas e respostas com especialistas dos projetos [perfSONAR](#), [NetSage](#) e [Stardust](#), onde os apresentadores promoveram uma discussão sobre como lidar com os desafios de tornar mais úteis os dados de rede em uma sessão voltada para incentivar uma conversa sobre as melhores formas de se compartilhar idéias e promover conceitos que possam beneficiar a comunidade mais ampla de redes de pesquisa e educação. Foi uma discussão muito informativa e cooperativa que destacou os impactos positivos dessas ferramentas em toda a comunidade das redes acadêmicas.

Conclusão

Este documento apresentou um breve survey realizado através de participações em eventos, e levantamentos de materiais apresentados e publicados ao longo do ano de 2022 que abordaram tópicos de interesse do Comitê Técnico de Monitoramento da RNP (CT-Mon). O autor, Alex Soares de Moura é Senior Network Engineer na King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) atuando como líder para Science Engagement, e este trabalho foi realizado com apoio de bolsa de pesquisa concedida pela RNP.

Referências

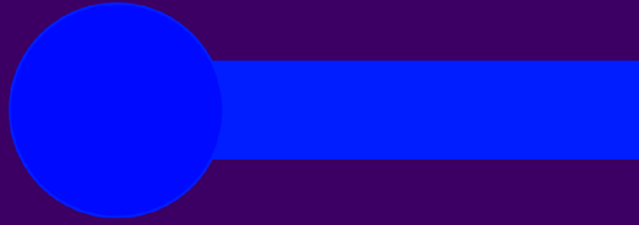


Ciuffo. L., Wierenga, K., Dart. E. "The e-Ciber Superfacility Project". Apresentação PowerPoint. Disponível em: <https://internet2.edu/wp-content/uploads/2022/12/techex22-research-education-e-ciber-superfacility-ciuffo.pdf>. Acessado em: 03/04/2023.

"GÉANT Infoshare: Management and monitoring of time & frequency services", GÉANT CONNECT Online.", Publicado em 21/06/2022. Disponível em: <https://connect.geant.org/2022/06/06/infoshare-management-and-monitoring-of-time-frequency-services-21-june-2022>, Acessado em 03/04/2023.

Kramer, G., 2020. Distributing New Performant Time and Frequency Services over NREN Networks, Delivery of Advanced Network Technology to Europe (United Kingdom). United Kingdom. Retrieved from <https://policycommons.net/artifacts/1612489/distributing-new-performant-time-and-frequency-services-over-nren-networks/2302420/> on 03 Apr 2023. CID: 20.500.12592/hqw50.

Schopf JM, Turner K, Doyle D, Lake A, Leigh J, Tierney BL. The NetSage measurement and analysis framework in practice. *Cluster Comput.* 2022;25(4):2967-2990. doi: 10.1007/s10586-021-03417-x. Epub 2021 Nov 6. PMID: 34776760; PMCID: PMC8572076.



MINISTÉRIO DO
TURISMO

MINISTÉRIO DA
DEFESA

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL