



Relatório de Visão de Futuro 2021

Comitê Técnico de Monitoramento - CT-Mon

Leobino Sampaio - UFBA

Alex Borges Vieira - UFJF

Marcos Schwarz - RNP

Alex Soares de Moura - KAUST

Fevereiro de 2022

Rede Nacional de Ensino e Pesquisa - RNP

1. Introdução

O Comitê Técnico de Monitoramento de Redes (CT-Mon) é um comitê técnico de caráter consultivo criado pela RNP em 2011 para acompanhar os principais avanços técnico-científicos na área de monitoramento (de desempenho) de redes de computadores através de prospecção tecnológica. Através de tais ações, o CT-Mon visa cumprir sua missão de gerar recomendações estratégicas de evolução para as ações de monitoramento de redes da RNP. Participam do CT-Mon pesquisadores da área de monitoramento de redes; membros das áreas de Engenharia e Operação de redes, Internet Avançada e Serviços da RNP; além de representantes das instituições que operam e desenvolvem o serviço MonIPÊ.

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.

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 / Contexto

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

¹ <https://indico.rnp.br/event/49/>

² <https://indico.rnp.br/event/48/>

desenvolvimento dos serviços MicroMon, Internet Borescope e Vialpê, e outros projetos relacionados ao desenvolvimento de testbeds, tais como o FIBRE³, SFI2³ e o FABRIC³. Por fim, ressalta-se aqui a participação da RNP no consórcio de desenvolvimento do arcabouço de medições perfSONAR.⁴

Em 2021 foram realizados duas edições do *Workshop on Overcoming Measurement Barriers to Internet Research* (WOMBIR 2021⁵ e WOMBIR-2⁶), ambos eventos organizados pela CAIDA com recursos da *National Science Foundation* (NSF), que tiveram por objetivo identificar questões críticas de pesquisa que justifiquem uma chamada para medição de rede (definida de forma ampla), identificar barreiras e facilitadores dessa pesquisa, e discutir como os resultados da pesquisa podem ter impacto além da comunidade de pesquisa. Uma série de questões formam um arco a partir da técnica de pergunta ao impacto: o workshop foi estruturado em torno de um conjunto de questões que iniciam com a identificação de questões críticas que justificam a pesquisa e, em seguida, explora as várias barreiras possíveis para a execução bem-sucedida dessa pesquisa e atividades coletivas que podem facilitar essa pesquisa. Das questões críticas identificadas, o workshop explorou:

- Quais **dados** são necessários?
- **Qual a infraestrutura necessária** para coleta desses dados?
- Dado que o acesso aos dados é o componente metodológico essencial das modernas técnicas analíticas baseadas em dados (*ML/IA*), a comunidade deve abordar coletivamente as questões de **compartilhamento e curadoria de dados** equitativos e sustentáveis?
- Como podemos desenvolver as melhores práticas para facilitar a cooperação ou colaboração com provedores de serviços comerciais à medida que coletamos dados? Como a comunidade pode lidar com o compartilhamento controlado de dados proprietários? Práticas como enclaves seguros, anonimização e acordos de uso aceitáveis são eficazes? Quais são os papéis de vários atores no ecossistema de pesquisa (por exemplo, PIs, instituições, financiadores) na promoção do compartilhamento de dados para a ciência da Internet?
- O objetivo final da medição de rede geralmente é permitir novas ações – **como tornamos o conhecimento útil**? Quais etapas tornam os dados que coletamos úteis para resolver problemas do mundo real?

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

4. Recomendações

4.1. Problemas, Desafios e Dores identificadas

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

³ <https://www.rnp.br/servicos/testbeds>

⁴ <https://www.perfsonar.net/>

⁵ WOMBIR 1 - <https://www.caida.org/workshops/wombir/2101/>

⁶ WOMBIR 2 - <https://www.caida.org/workshops/wombir/2104/>

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 2021, 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.

4.2. Tendências tecnológicas e aplicações emergentes

O CT-Mon identificou as tendências tecnológicas da 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 nas próximas subseções.

4.2.1. Tendências de curto ou médio prazo com o potencial de estender os serviços da RNP

As tendências de curto e médio prazo foram elencadas a partir das iniciativas de medições de redes da RNP conduzidas através dos atuais projetos de P&D relacionados com a área. Em particular, destacam-se a

participação no consórcio de desenvolvimento da plataforma perfSONAR, os projetos aprovados na chamada PMon 2021, os projetos Network Borescope e MicroMon e, por fim, o serviço de monitoramento Vialpê. Tais iniciativas foram discutidas nos eventos Workshop de Medições da RNP⁷ e Encontro do CT-Mon⁸ em 2021.

Tendências de curto prazo.

- **Suporte à detecção de práticas de desinformação na Internet.** As redes de computadores e suas aplicações são, de fato, os meios mais populares para disseminação de informação. Nos encontramos em um cenário em que há uma preocupação grande com o uso de redes de computadores e suas aplicações para disseminar desinformação. Em especial, no Brasil, em 2022 há o cenário de eleições que serão marcadas por campanhas políticas em plataformas de redes sociais. Assim, é possível citar como tendência o apoio ao desenvolvimento de soluções que monitorem e identifiquem tráfego de aplicações que gerem desinformação na Internet. Em especial, a RNP pode se posicionar no cenário de eleições em 2022 a partir da identificação do uso de suas redes para tais fins.
- **Telemetria em banda (In-Band Telemetry ou INT) para medições de plano de dados.** Já identificada nos últimos relatórios de visão de futuro do CT-Mon, o desenvolvimento de soluções de medição de tráfego em camada 2 continua sendo uma tendência observada para o ano de 2022, sobretudo através da linguagem P4 e infraestruturas de redes definidas por software.
- **Plataformas de medição baseadas em infraestruturas de virtualização de redes.** As discussões apresentadas nos eventos promovidos e acompanhados pelo CT-Mon em 2022 apontam para o uso de infraestruturas de containerização para o desenvolvimento e implantação de plataformas de medição. A flexibilidade de gestão, operação e controle de módulos de monitoração em ambientes complexos de rede potencializa a adoção de containers na implantação de plataformas de medição.
- **Uso de ambientes avançados de visualização.** Na avaliação dos desenvolvimentos mais recentes, foi possível identificar uma forte adoção da ferramenta Grafana no desenvolvimento de ambientes de visualização de dados de medição. Trabalhos científicos e relatórios técnicos de projetos relacionados mostram que essa deve ser a ferramenta mais adotada para fins de visualização no curto prazo.
- **Análise de dados relacionados a COVID-19.** Apesar do grande número de trabalhos relacionados ao monitoramento de tráfego da rede e caracterização de mobilidade dos usuários diante da pandemia, percebe-se ainda uma grande atenção às análises de dados relacionadas ao COVID-19 (relacionado a redes). Uma tendência de curto prazo é avaliar o impacto causado em métricas de redes mais próximas ao sentimento do usuário (QoE), sempre relacionadas à determinada aplicação, Por exemplo, trabalhos apontam na direção de avaliar como aplicações de vídeo, uma das principais aplicações utilizadas no cenário de pandemia, se comportaram durante a pandemia. Mais ainda, uma tendência de curto prazo é a geração de repositório de dados de redes acerca desse cenário, que servirá como caso de comparação para medições em casos extremos, por exemplo.
- **Desenvolvimentos visando a evolução do serviço MonIPE.** O serviço MonIPE está em constante evolução e, para 2022, prevê-se o desenvolvimento de soluções que visem suportar homologações recorrentes de circuitos de acesso e backbone da RNP, bem como, a sua integração com os sistemas de ativação de circuitos para Escolas e Unidades de Saúde .

⁷ <https://indico.rnp.br/event/49/>

⁸ <https://indico.rnp.br/event/48/>

- **Lançamento do perfSONAR 5.0.** A RNP é atualmente membro permanente do consórcio de desenvolvimento da plataforma perfSONAR. Entre as ações previstas para 2022, está a substituição da camada de armazenamento e consulta de dados por soluções open source bem difundidas (ELK). Assim, busca-se reduzir esforços de manutenção e integração com novas plataformas de dados.
- **Evolução da plataforma de medição Vialpê.** Durante o workshop de medições da RNP promovido pelo CT em 2021, o Vialpê foi apresentado a partir de uma visão histórica de evolução do serviço. Uma das metas para 2022 consiste na re-implementação da plataforma com foco em potencializar sua utilidade e retomar sua evolução.
- **Ampliação do escopo de uso da ferramenta Network Borescope.** Nova fase do projeto Network Borescope para expandir a detecção de anomalias para novos PoPs com apoio do CAIS, experimentar novos indicadores de QoE e apoiar a internalização para RNP da coleta de dados de rede.
- **Monitoramento de infraestruturas de testbeds.** No Brasil, existem diferentes iniciativas de construção e manutenção de infraestruturas de testbeds (p.ex., FIBRE, FUTEBOL, 5GINFIRE, NECOS, FIWARE e CloudNEXT)⁹. Uma tendência de curto prazo será o desenvolvimento de arcabouços de medições que buscam apoiar a operação dos recursos através de mecanismos de coleta, processamento e visualização de dados de medição. O projeto norte-americano [FABRIC](https://fabric-testbed.net/)¹⁰ está desenvolvendo e implementando um novo arcabouço de medições de alta precisão em testbed, que pode ser considerada a referência mais recente e moderna em termos de recursos, capacidade e escala.

Tendências de médio prazo.

- **Utilização de plataformas/infraestruturas de medição em nuvem** - trabalhos recentes da literatura apontam, como tendência, a utilização de plataformas baseadas em nuvens para realizar o monitoramento de redes de forma distribuída, ao invés da instrumentação das infraestruturas de borda, frequentemente adotada nas medições tradicionais. Para isso, plataformas/infraestruturas de medição em nuvem são vistas com o potencial de estender os serviços da RNP a médio prazo. A adoção de plataformas baseadas em nuvens potencializa a distribuição de medições para além da borda da rede.
- **Identificação de monitoramento e tráfego gerado por robôs e em redes** - Ferramentas de monitoração de tráfego e redes, atualmente, estão cada vez mais atreladas às aplicações. No desenvolvimento de técnicas atuais, o aprendizado de máquina é adotado na avaliação do tráfego e a varredura de rede para classificar ações automatizadas por robôs. Essas técnicas podem ser incorporadas, a médio prazo, às ferramentas atuais que a RNP adota nas suas redes. Por tais motivos, entende-se que o arcabouço perfSONAR e a ferramenta Network Borescope poderão ser utilizadas para classificar tráfegos específicos de rede e detectar também anomalias geradas por robôs.
- **Identificação de padrões de usuário e monitoramento de desinformação em redes** - Há uma grande oportunidade para monitoramento na camada de aplicações e associação de tráfego de redes com dados empíricos associados a informações falsas e imprecisas. Por exemplo, avaliar o engajamento de usuários com relação a frequência com que eles "gostam", comentam e compartilham conteúdo de páginas de notícias em redes sociais, como é o engajamento de usuários

⁹ <https://www.rnp.br/servicos/testbeds>

¹⁰ FABRIC Testbed: <https://fabric-testbed.net/>

de fontes que têm reputação alta e de redes sociais com baixa reputação (provável disseminação de desinformação). Em médio prazo, metodologias que monitoram redes, na camada de aplicação, e identificam o comportamento de usuários (seu engajamento e seu comportamento), podem ser um ponto inicial para o monitoramento de disseminação de desinformação por redes de computadores. Mais ainda, trabalhos nessa linha podem impactar serviços da RNP de forma holística, envolvendo serviços desde camadas físicas, camadas de redes e até aplicações.

- **Mapeamento e oferta de dados de medições existentes da RNP** - No processo de operação da Rede Ipê, uma série de dados são coletados e armazenados, porém, há uma dificuldade de atender solicitações de acesso a dados, devido a falta processos, procedimentos e ferramentas que facilitem esse processo de forma integrada, segura e internalizada pela RNP. Considerando restrições identificadas por projetos como o MicroMon e Ipê Analytics, foi iniciada uma parceria entre a DPDI (Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) e DEO (Diretoria de Engenharia e Redes). A ação visa implantar uma solução que facilite a aplicação de políticas para fornecer acesso a dados já existentes na RNP, por meio de controle de acesso e oferta a tópicos que exportem período de dados pré autorizados aos devidos usuários.

4.2.2. Tendências disruptivas de médio ou longo prazo, com o potencial de criar novos produtos/serviços ou modelos de negócio

- **Estudo de métricas de rede que contribuem para boa experiência do usuário (ou Qualidade da Internet).** O foco das soluções de monitoramento tem sido, majoritariamente, direcionado para a vazão da rede e outras métricas tradicionais de rede ligadas ao QoS. Contudo, outras medidas associadas à QoE devem ser propostas nos próximos anos e, assim, serão necessários novos métodos de coleta, representação, visualização de dados coletados, assim como, a incorporação destes no processo de tomada de decisão.
- **Monitoramento da camada de transporte.** O surgimento de novas soluções da camada de transporte, tais como os protocolos BBR, BBRv2, QUIC, o TCP de múltiplos caminhos (Multipath TCP), e TCP Fast Open, levarão a uma necessidade por melhores práticas de medição, métodos e novas ferramentas mais avançadas.
- **Telemetria em banda (*In-band Telemetry, ou INT*).** O amadurecimento das tecnologias de planos de dados programáveis, tais como a linguagem P4 e a especificação de telemetria INT, trouxe novas perspectivas de monitoramento de redes, em que os próprios dispositivos de encaminhamento possuem a capacidade de coletar medidas de desempenho gerenciadas por um plano de controle centralizado, com uma granularidade muito maior, na ordem de nanossegundos, que anteriormente só era possível através de equipamentos especializados e de custo altíssimo, inacessíveis para a grande maioria das organizações
- **Obtenção de dados de medição da infraestrutura da Internet.** A disponibilidade de dados de medições sempre foi um desafio a ser superado pela comunidade científica, principalmente por questões relacionadas à privacidade e confidencialidade. Em geral, são as medições fim-a-fim que geram resultados –ainda limitados– para a inferência das propriedades de redes. Diante desta constatação, a comunidade tem promovido discussões acerca das barreiras relacionadas à coleta, curadoria, gerenciamento e compartilhamento de preservação de privacidade de medições de infraestrutura da Internet, atualmente disponíveis apenas a operadores dos respectivos domínios administrativos de rede. Esse deve ser um dos focos da área nos próximos anos.

- **Medições como suporte a estudos de Segurança do protocolo DNS.** Apesar de ser um tema recorrente da comunidade nos últimos anos, a segurança do DNS continuará sendo uma preocupação e uma tendência da área de medições. Estudos relacionados ao DNS continuam sendo predominantes nos fóruns da área.
- **Monitoração de aplicações.** O foco das iniciativas de medições esteve, predominantemente, direcionado para as infraestruturas de redes. Acontece que nos últimos anos, foi possível identificar um crescente número de investigações envolvendo a camada de aplicação da arquitetura de redes. Alguns trabalhos fazem análise de aplicações para, assim, chegar a conclusões de desempenho de camadas inferiores. Além disso, foram identificados trabalhos que se propõe analisar o comportamento de usuários em cenários de mobilidade. Ademais, diante da importância das redes sociais para a sociedade, percebe-se uma tendência para investigações que envolvem o comportamento dos usuários e, conseqüentemente, seus reflexos no tráfego da rede.
- **Medições de infraestruturas de nuvem.** Diante da consolidação das aplicações de rede em infraestruturas de nuvem, é possível identificar um grande número de trabalhos voltados para análise de desempenho de aplicações de larga escala, envolvendo plataformas e redes de distribuição de conteúdos (CDNs) da Google, Microsoft, Amazon, dentre outras. Esta tendência de crescimento deve ser mantida, contudo diante do desafio de se obter o acesso aos dados para a realização dos estudos. A maioria dos trabalhos é resultante de parceria entre provedores e operações em escopos bem específicos.
- **Aprendizagem de máquina aplicado a dados de monitoração.** A adoção de técnicas de aprendizagem de máquina na classificação e análise de dados do tráfego de redes esteve nas tendências dos últimos anos e deve se manter a médio e longo prazo.

5. Visão de futuro do CT

Com base das tendências identificadas pelo o CT-Mon em 2021, estão elencadas nas subseções a seguir as principais ações do comitê, também organizadas em curto (i.e., 1 ano), médio (i.e., 2 a 5 anos) e longo (i.e., 6 a 10 anos) prazos. Ressalta-se que este é um levantamento não exaustivo e, portanto, não impede que outras ações sejam tomadas pelo comitê nos próximos anos.

5.1. Curto prazo

- **Discussões sobre monitoramento de aplicações.** Acompanhando a tendência da área nos últimos anos, o CT-Mon continuará provendo debates, discussões e reflexões sobre o apoio do monitoramento de redes às aplicações finais dos usuários tendo em vista a Qualidade de Experiência, observação do tráfego, o desempenho e a previsão de falhas da rede.
- **Revisão e manutenção da lista de fóruns de relevância da área.** Uma lista dos principais workshops, conferências, congressos, projetos e grupos de trabalho é mantida pela equipe do CT-Mon para que sejam acompanhadas as discussões mais relevantes e que possam apontar tendências na área. Como é feito em todos anos, esta lista será revisada e atualizada pelo comitê.

- **Acompanhamento do estado da arte.** Através da prospecção tecnológica da área, o CT-Mon acompanha os principais trabalhos científicos da temática, observando as tendências tecnológicas discutidas nos fóruns promovidos com os principais especialistas da área.
- **Fomento a projetos de Pesquisa e Desenvolvimento relacionados à área.** Seguindo as ações dos últimos anos, a RNP promoverá chamadas de trabalhos de P&D através do programa PMon. Em 2021, o PMon financiou a execução de seis projetos relacionados à temática de monitoramento de redes, coordenado por pesquisadores de diferentes instituições no Brasil.
- **Desenvolvimento da plataforma perfSONAR.** Como parte do consórcio de desenvolvimento da plataforma perfSONAR, a RNP continuará colaborando no esforço internacional para o desenvolvimento do conjunto de ferramentas do pacote PerfSONAR, visando a implantação dos seus serviços de medições em seu backbone e demais redes de acesso clientes do sistema RNP.
- **Evolução do serviço Vialpê.** Apesar da importância do serviço Vialpê nas operações, existe uma preocupação com seus elevados custos de operação e manutenção. Por tais motivos, o mesmo deve passar por reestruturações visando a sua evolução, sustentabilidade e redução de custos. Além disso, busca-se a mudança na arquitetura da ferramenta de forma que seja mais simples, fácil de usar e apoiar o diagnóstico da qualidade da conectividade das redes usuárias. Entre as alternativas para alcançar tais objetivos, está a busca por startups que possam implantar novos modelos de negócios.
- **Discussões sobre o envolvimento de iniciativas da indústria.** O protagonismo de diferentes atores da indústria, sobretudo as operadoras de telefonia, aponta para o estabelecimento de novas parcerias. Muitas empresas desenvolvem soluções de gerência e monitoramento de redes que podem estar no grupo de iniciativas a serem observadas pelo comitê, no sentido de conhecer desenvolvimentos voltados para usuários finais, melhores práticas do processamento e visualização de dados de desempenho e modelos de negócios que podem ser adotados pela RNP no futuro.

5.2. Médio prazo

- **Medição de tráfego de borda (edge) e redes celulares de quinta geração (5G).** O amplo desenvolvimento e adoção generalizada da computação de borda tem movido o processamento dos data centers remotos para localizações mais próximas dos usuários, e o advento de novas diferentes classes de aplicativos interativos que requerem latência ultra-baixa e alta largura de banda, irão demandar seu próprio conjunto de soluções para avaliação e monitoramento do desempenho da computação de borda (*Edge Computing*), o que também irá impactar as medições fim a fim. Há estudos que mostram que apenas aproximar a computação dos usuários finais pode não ser suficiente para atender às demandas das novas aplicações. Esse fato aliado às complexidades associadas às redes modernas, tanto no acesso como no núcleo, ao comportamento dos protocolos nos diferentes níveis da pilha, bem como as plataformas de orquestração utilizadas nas modernas redes de provedores e de datacenters que, por sua vez, podem esconder um conjunto potencial de problemas que podem reverter os benefícios introduzidos pelos atrasos de propagação ultra-baixos. Assegurar uma boa QoE para aplicativos sensíveis à latência é um problema multidimensional, o que exigirá lidar com muita personalização e cooperação a fim de se obter o melhor da rede subjacente, que vai precisar de novos métodos e ferramentas de medições de alta precisão.
- **Medição e análise do tráfego de redes sociais.** Assim como destacado nas tendências, prevê-se que no médio prazo o CT-Mon promoverá iniciativas que visem o suporte à detecção de práticas de desinformação na Internet, sobretudo nas redes sociais. Ainda que o cenário das eleições seja em 2022, as campanhas ainda se basearão na adoção de plataformas de redes sociais, que têm sido

alvo de práticas de desinformação na Internet. O monitoramento do tráfego de tais aplicações serão, portanto, essenciais.

- **Estabelecimento de parcerias com a indústria e desenvolvedores de soluções.** trata-se de uma tendência já apontada para o curto prazo e deve continuar no médio prazo sobretudo a partir das discussões no primeiro.
- **Evoluções do serviço MonIPê a partir da incorporação de novos desenvolvimentos do perfSONAR.** Como prioridades após release 5.0, estão o desenvolvimento de novas interfaces de visualização de medições para wethermaps com métricas do perfSONAR, melhorias na containerização dos componentes e melhoria no suporte a novos SOs.
- **Ampliação do escopo de ação e internacionalização do CT-Mon.** O acompanhamento de grupos e organizações que trabalham nas temáticas do CT-Mon é uma ação permanente do comitê, sobretudo através da sua coordenação, que se baseia nas discussões para elaborar as resenhas de prospecção e elaborar o documento de visão de futuro. Esse acompanhamento deve continuar nos próximos anos, sobretudo as ações, trabalhos científicos, apresentações e discussões apresentadas na lista no Anexo II.
- **Construção de infraestruturas de dados aberto para apoio à pesquisa em redes.** Trata-se de uma antiga demanda que tem se tornado mais urgente a cada ano, dada a necessidade de acesso a dados para a apoiar a pesquisa em redes. Esta deve ser uma tendência para os próximos anos.

5.3. Longo prazo

- **Apoio à internacionalização do CT-Mon a partir do estabelecimento de novas parcerias e projetos.** A RNP tradicionalmente participa de diversas colaborações no plano internacional. Um destaque vai para o consórcio de desenvolvimento do perfSONAR, que nos últimos anos, com apoio da RNP, desenvolveu uma das mais utilizadas plataformas de suporte à medição de desempenho de redes. Esta prática deve ser continuada envolvendo outros projetos, iniciativas e organizações. Uma das ações do CT-Mon para ampliar a rede de colaboração da RNP no tema de medições é o apoio às missões internacionais de seus membros.
- **Ampliação do escopo de ações a partir da parceria com a indústria.** Como já mencionado para as visão de curto e médio prazo, a parceria com a indústria deve também ser continuada no longo prazo, a fim de que seja dada maior sustentabilidade aos projetos apoiados pela RNP na temática de medições.
- **Inclusão de serviços de medições no marketplace da RNP.** A RNP possui um marketplace disponibilizado através da plataforma [NasNuvens](https://www.nasnuvens.rnp.br/)¹¹ em que diferentes serviços são oferecidos aos usuários finais. Uma das possibilidades seria a disponibilização de serviços de medições nos moldes dos modelos de negócio atualmente adotados para outros serviços, tais como o conferenciaweb RNP, Diploma digitais, EduPlay, dentre outros.
- **Disponibilização de plataformas de dados aberto para apoio à pesquisa em redes.** Trata-se de um objetivo já sinalizado para o médio prazo e que deverá continuar a ser perseguido no longo prazo dado os desafios envolvidos, sobretudo relacionados à necessidade de garantia de privacidade dos dados.

¹¹ NasNuvens RNP: <https://www.nasnuvens.rnp.br/>

ANEXO I - Resenhas de Prospecção Tecnológica

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
1	Schopf, J.M., Turner, K., Doyle, D. et al. The NetSage measurement and analysis framework in practice . Cluster Comput (2021).	Ferramenta/Arcabouço que permite visualização de dados de medições através de um dashboard desenvolvido através do Grafana.	É um arcabouço já utilizados em diversos projetos relacionados com as iniciativas da RNP, tais como a Amlight. O mesmo framework poderia ser utilizado em iniciativas de medições tais como o vialPê e o MonIpê.
2	Clark, David D. and Wedeman, Sara, Measurement, Meaning and Purpose: Exploring the M-Lab NDT Dataset (August 2, 2021)	Trata-se de um estudo que explora dados coletados da ferramenta NDT, utilizada desde 2003 pela comunidade de medições de desempenho de redes. O trabalho foca no dataset do M-LAB.	Apesar de apresentar dados específico do estudo descrito no artigo. A metodologia adotada e descrita pelos autores é o mais interessante para as iniciativas da comunidade brasileira, em particular o serviço MonIPê, que faz uso da ferramenta PerfSONAR. A metodologia poderia ser também adotada no escopo dos serviços já mantidos pela RNP para estudo de dataset locais.
3	KC Claffy, David Clark, John Heidemann, Fabian Bustamante, Mattijs Jonker, Aaron Schulman, and Ellen Zegura. 2021. Workshop on Overcoming Measurement Barriers to Internet Research (WOMBIR 2021) final report . SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 51, 3 (July 2021), 33–40	Relatório que resume as discussões do workshop WOMBIR sobre as barreiras de medições para a pesquisa em Internet. Importantes atores da academia participam das atividades do workshop em que houve também a participação de membros da coordenação do CT-Mon em 2021, assim como outros pesquisadores brasileiros. As discussões foram centradas na segurança, acesso a internet e redes móveis e sem fio.	As discussões são extremamente relacionadas com as atividades do CT-Mon porque aponta direções da área e as principais preocupações a cerca das atividades de medições no mundo. Os temas servem de base para a elaboração do documento de visão de futuro.
4	Vitor Zanotelli, Giovanni Comarela, Rodolfo Villaca, and Magnos Martinello. Caracterização e Previsão de Falhas em Serviços de Conectividade: uma Aplicação à Rede Ipê . Anais do XXXIX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2021, Uberlândia, Brasil, 141-154.	O trabalho analisa características da Rede Ipê e explora o uso de técnicas de aprendizado de máquina para predição de falhas em serviços de conectividade usando dados públicos disponibilizados pela ferramenta Vialpê. O trabalho foi apresentado no workshop do CT-Mon em 2021	Trata-se de uma iniciativa de um grupo de pesquisadores brasileiros e que fazem parte do comitê técnico da RNP. O trabalho faz uso de dados do serviço vialpê e poderá ser replicado em outros serviços de medições da RNP, tais como o MonIPê.
5	Nicollas Oliveira, Dianne Medeiros, and Diogo Mattos. Caracterização Sócio-Temporal de Conteúdos em Redes Sociais baseada em Processamento em Fluxo . Workshop de Gerência e Operação de Redes e Serviços, 2021, Uberlândia, Brasil..	O trabalho propõe uma abordagem distribuída baseada em métricas de redes complexas para a caracterização socio-temporal de dados textuais provenientes do Twitter. A proposta identifica, correlaciona e monitora o uso de hashtags em tempo real, através de uma estrutura de grafo dinâmica, gerando uma ontologia sobre o tópico de interesse.	Trata-se de uma iniciativa de um grupo de pesquisadores brasileiros. A iniciativa poderá servir de base para futuras ações de monitoramento de redes sociais do tráfego que passa pela rede Ipê

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
6	S. Venkatramulu, M.S.B. Phridviraj, C. Srinivas, V. Chandra Shekhar Rao, Implementation of Grafana as open source visualization and query processing platform for data scientists and researchers , Materials Today: Proceedings, 2021, ISSN 2214-7853,	O trabalho apresenta uma descrição do uso da ferramenta Grafana para visualização de dados a fim de apoiar cientistas de dados e pesquisadores.	Assim como outras iniciativas, este é mais um trabalho que aponta para a importância da ferramenta Grafana na construção de ambientes de visualização de dados. Uma tendência que já vem sendo acompanhada pela RNP através do serviço MonIplê.
7	Workshop do IAB (IETF) - Measuring Network Quality for End-Users , https://www.iab.org/activities/workshops/network-quality/ , último acesso, dezembro de 2021.	Realizado em Setembro de 2021, este workshop apresentou discussões relevantes sobre a medição da qualidade de rede percebida pelos usuários de aplicações.	As discussões apresentadas confirmam a tendência para o monitoramento de aplicações que já foi identificada pelo CT-Mon para os próximos anos.
8	Moura, G. C., Castro, S., Heidemann, J., & Hardaker, W. (2021, November). tsuNAME: exploiting misconfiguration and vulnerability to DDoS DNS . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 398-418).	Este trabalho foca na identificação de TsuNAME, uma vulnerabilidade em que alguns resolvers recursivos podem amplificar muito as consultas a serviços DNS, resultando potencialmente em uma negação de serviço para estes serviços. Note que TsuNAME é causado por dependências cíclicas nos registros DNS. Um resolver DNS recursivo segue repetidamente esses ciclos, juntamente com cache insuficiente e novas tentativas na camada de aplicação, o que aumenta muito o número de consultas realizadas, sobrecarregando assim os servidores autoritativos. Os autores também desenvolvem o CycleHunter, uma ferramenta que encontra dependências cíclicas em arquivos de zona DNS. Esta ferramenta permite aos operadores de servidor autorizados identificar e mitigar dependências cíclicas, protegendo seus servidores autorizados de ataques TsuNAME.	Há um número crescente de trabalhos focados em DNS recentemente. Em especial, trabalhos que monitoram esta aplicação para identificar vulnerabilidades e avaliam 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.
9	Chhabra, R., Murley, P., Kumar, D., Bailey, M., & Wang, G. (2021, November). Measuring DNS-over-HTTPS performance around the world . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 351-365).	Neste trabalho, os autores monitoram e avaliam o desempenho de DNS-sobre-HTTPS (DoH). O DoH é uma forma alternativa ao DNS tradicional, não criptografado e baseado em UDP (Do53), que pode preservar a privacidade das consultas realizadas pelos usuários de redes. Os autores apresentam heurísticas para medir o desempenho de DoH e Do53 por meio da rede uma rede proxy residencial HTTPS (BrightData). Em alto nível, eles mostram que o desempenho de DoH varia para clientes ao redor o mundo, e que enquanto a maioria dos clientes experimentaria apenas uma desaceleração moderada, 10% dos clientes em nosso conjunto de dados veem seus tempos de resolução triplicarem como resultado da troca de seu resolver padrão para DoH.	

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
10	Srinivasa, S., Pedersen, J. M., & Vasilomanolakis, E. (2021, November). Open for hire: attack trends and misconfiguration pitfalls of IoT devices . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 195-215).	Este trabalho realiza monitoramento e análise de dispositivos IoT mal configurados que podem ser explorado para realizar ataques em grande escala. Os autores mostram uma metodologia para realizar varredura IPv4 e conseguem explorar mais de 1,8 milhão de dispositivos mal configurados. O interessante desse trabalho é a combinação de busca ativa por dispositivos mal configurados com uma análise das tendências de ataque IoT por meio da implantação de vários honeypots, além do estudo de fluxo de tráfego recebido em um ponto (telescope) de rede.	Em especial, este trabalho mostra a importância de um dos trabalhos financiados pelo CTMON em 2021. Dispositivos IoT mal configurados ou sob ataque apresentam grande impacto em redes e o monitoramento de dispositivos IoT teve destaque nas principais conferências de medições de redes em 2021.
11	Thakkar, P., Saxena, R., & Padmanabhan, V. N. (2021, November). AutoSens: inferring latency sensitivity of user activity through natural experiments . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 15-21).	Este trabalho foca em medições e monitoramento em camada de aplicação. Os autores consideram o problema de inferir a sensibilidade do usuário à latência no contexto de serviços online interativos. Os autores apresentam o AutoSens, cuja abordagem compara a distribuição das latências realmente observadas (distribuição enviesada), com a distribuição imparcial refletindo a latência subjacente de ações, independentemente de quando as ações do usuário são realmente executados. A abordagem adotada pelo AutoSens é comparar a distribuição enviesada de latência (ou seja, a distribuição de latência das ações do usuário realmente observado, o que refletiria o impacto, se houver, da latência na atividade do usuário) com a distribuição imparcial refletindo a latência subjacente de ações, independentemente de quando as ações do usuário são realmente executados. A comparação entre essas duas distribuições dá uma indicação do nível de atividade do usuário. Como teste, eles aplicam a metodologia proposta no contexto do Microsoft Outlook Web Access.	

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
12	MacMillan, K., Mangla, T., Saxon, J., & Feamster, N. (2021). Measuring the Performance and Network Utilization of Popular Video Conferencing Applications. arXiv preprint arXiv:2105.13478.	Neste trabalho, os autores avaliam três importantes aplicações de videoconferência (VCAs), o Zoom, o Google Meeting e o MS Teams. Eles avaliam como esses funcionam com reduções temporárias na capacidade dos recursos de rede disponíveis e, como a modalidade de uso (por exemplo, galeria vs. modo de alto-falante) afeta a utilização desses VCAs. Esse trabalho de monitoramento de aplicação pode ser importante ao contexto da RNP, em especial porque é cada vez mais importante compreender os requisitos de recursos de diferentes VCAs e como eles funcionam em diferentes condições de rede, incluindo: como as métricas de desempenho da camada de aplicação (e.g., resolução ou quadros por segundo) variam em diferentes capacidades de link. Este trabalho pode ser aplicado diretamente no contexto do Mconf, por exemplo. De acordo com os autores, a utilização média por um VCA em um link sem restrições varia entre 0,8 Mbps e 1,9 Mbps. Com uma redução temporária de capacidade, alguns VCAs podem demorar até 50 segundos para recuperar ao estado estacionário de exibição da mídia. As diferenças nos algoritmos proprietários de controle de congestionamento também resultam em alocações injustas de largura de banda: em configurações de largura de banda restrita, uma videoconferência Zoom pode consumir mais de 75% da largura de banda disponível, quando competindo com outro VCA (por exemplo, Google Meeting ou MS Teams).	Os trabalhos de 11 a 14 também corroboram com uma das tendências apontadas pelo CTMON em 2021: monitoramento de redes não só da infraestrutura, mas de aplicações e foco de métricas que impactam diretamente o usuário final. 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. Note que, entre as aplicações que mais foram avaliadas em 2021 estão aplicações que envolvem distribuição de vídeo pela Internet, como por exemplo, o MCONF provido pela RNP.

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
13	Adarsh, V., Nekrasov, M., Paul, U., Ermakov, A., Gupta, A., Vigil-Hayes, M., ... & Belding, E. (2021, March). Too Late for Playback: Estimation of Video Stream Quality in Rural and Urban Contexts. In International Conference on Passive and Active Network Measurement (pp. 141-157). Springer, Cham.	Este trabalho estuda a correlação entre QoS e QoE em redes móveis. Note que, como resultado da pandemia de COVID-19, a avaliação da qualidade da experiência (QoE) para aplicativos entregues em banda larga móvel tornou-se primordial. Assim, os autores realizaram uma extensa campanha de medições e coletaram 16 conjuntos de dados compostos de logs de rede do sudoeste dos EUA para quatro principais operadoras de telecomunicações (AT&T, Sprint, T-Mobile e Verizon). Foram coletados dados de rede LTE em comunidades rurais e urbanas, com diversas cargas de utilização e congestionamento. Por fim, os autores desenvolveram e avaliaram um conjunto abrangente de modelos preditivos que inferem QoE de vídeo a partir de medições de QoS de baixo custo, como RSRP e taxa de transferência. As análises apresentadas revelam que modelos preditivos podem inferir QoE uma precisão de pelo menos 80% em todos os locais e tipos de rede avaliada, para a aplicação estudada.	
14	Keshvadi, S., & Williamson, C. (2021, March). An Empirical Measurement Study of Free Live Streaming Services. In International Conference on Passive and Active Network Measurement (pp. 111-127). Springer, Cham.	Os autores avaliam como os provedores de vídeo entregam seus serviços e qual QoS é fornecido. A premissa básica é que os usuários devem estar cientes das muitas compensações associadas a sites de streaming de vídeo, incluindo desempenho (ou seja, QoS e QoE), bem como segurança e privacidade. Para realizar o estudo, os autores coletaram tráfego de rede de vários sites de esportes de free live streaming (FLS) durante a NHL, NBA, NFL e UEFA (futebol) na temporada 2019-2020. Para capturar sessões de streaming de vídeo, eles personalizaram uma ferramenta de medição de streaming de vídeo móvel existente para assim, estudar esses serviços sob diferentes pontos de vista. Além disso, compararam os resultados dos serviços gratuitos com dois serviços pagos mensalmente (TSN e DAZN).	

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
15	Sander, C., Kunze, I., Wehrle, K., & R��th, J. (2021). Video Conferencing and Flow-Rate Fairness: A First Look at Zoom and the Impact of Flow-Queuing AQM. In PAM (pp. 3-19).	Este trabalho faz medi��es em várias camadas e avalia o impacto de softwares de videoconferência do mundo real no controle de congestionamento do TCP. Mais precisamente, os autores avaliam o Zoom, que �� uma das ferramentas de videoconferência mais utilizadas atualmente, superando o Skype e o Microsoft Teams sob determinados pontos de vista. Os autores avaliam como o Zoom reage �� perdas de pacotes e como ele gera tráfego, quando há aplicativos concorrentes. Os autores também estudaram o impacto do Active Queue Management (AQM) no compartilhamento de largura de banda. Entre as principais contribui��es, destacam-se a proposta de testes e medi��es para avalia��o do Zoom, ao competir com outras ferramentas em TCP CUBIC e BBRv1. Os autores mostram que, comparando diferentes larguras de banda, atrasos e tamanhos de fila, o Zoom usa um compartilhamento alto em links de baixa largura de banda e que há grandes filas atrasos, mesmo apesar do controle de congestionamento TCP tentar reduzi-lo (por exemplo, BBR). Mostram também que o AQM reduz o atraso de enfileiramento e estabelece a igualdade de vazão até certo ponto, reduzindo o Zoom e aumentando a taxa do TCP (descartando os pacotes do Zoom). Pode-se pensar que o primeiro efeito �� benéfico, mas o segundo �� provavelmente prejudicial para o QoE do Zoom. Por fim, os autores focam no usuário e mostram que eles não veem melhorias de QoE com o uso de AQM.	Além das medi��es voltadas aos usuários, atreladas a aplica��es, uma das tendências apontadas pelo CTMON foi medi��es e trabalhos que consideram múltiplas camadas da pilha TCP/IP.
16	Sabnis, A., & Sitaraman, R. K. (2021, November). TRAGEN: a synthetic trace generator for realistic cache simulations. In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 366-379).	Este trabalho apresenta uma ferramenta para criar tra��ossint��ticos, semelhantes a um traço original de um sistema de produ��o. A ferramenta preserva características do sistema original, mas não permite a identifica��o de seus dados originais. Os autores demonstram que a ferramenta resulta em taxas de acerto semelhantes em uma simula��o de cache, quando comparado ao trace original. Note que este trabalho mostra a importância da privacidade em sistemas de monitora��o e avalia��o de redes.	Ainda nos dias atuais, ferramentas para reproduzir tráfego e testar condi��es de redes são necessárias. Porém, por questões de privacidade cada vez mais importantes, estas ferramentas devem gerar tráfego realista sem permitir que dados das redes sejam inferidos ou expostos. Muitas dessas ferramentas são baseadas em aprendizado de máquina.

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
17	Goßen, D., Jonker, H., Karsch, S., Krumnow, B., & Roefs, D. (2021, November). HLISA: towards a more reliable measurement tool . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 380-389).	Os autores trabalham na camada de aplicação e apresentam três formas para monitorar redes e detectar web bots. A primeira forma é baseada em 'impressão digital de navegador', a segunda forma é baseada em 'passagem de site' e a última é baseada em 'características de interação'. Os autores enfatizam que estudos que monitoram redes nessa linha devem avaliar as três formas para detectar web bots.	Ferramentas de monitoração de tráfego e redes, atualmente, estão cada vez mais atreladas às aplicações. Esta ferramenta, apresenta formas de analisar tráfego web e verificar varreduras por 'robots'. Note que metodologias desse tipo podem ser importantes e incorporadas às ferramentas atuais que o CTMON estimula.
18	Mok, R. K., Zou, H., Yang, R., Koch, T., Katz-Bassett, E., & Claffy, K. C. (2021, November). Measuring the network performance of Google cloud platform . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 54-61).	Neste trabalho, os autores apresentam uma forma de fazer monitoramento de redes a partir de pontos orquestrados em máquinas virtuais (VMs) em regiões de nuvem quaisquer. Em outras palavras, em vez de realizar medições de desempenho a partir da borda, os autores aproveitam três testes de velocidade infraestruturas (Ookla, Comcast e M-Lab) para realizar medições de taxa de transferência de rede de VPs da nuvem. O ponto interessante desse trabalho, é apresentar uma forma de monitoramento distribuído, baseado em nuvem.	Uma tendência de realizar medições de redes atualmente é utilizar plataformas baseadas em nuvens para realizar medições distribuídas, invés de medições tradicionais nas bordas. Este trabalho pode ser um ponto de partida para RNP se inspirar e utilizar sua plataforma de nuvem como arcabouço de medições de redes.
19	Chen, P., Wu, Y., Yang, T., Jiang, J., & Liu, Z. (2021, November). Precise error estimation for sketch-based flow measurement . In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 113-121).	Os autores mostram como estimar com precisão os erros dos resultados de sketches no momento da consulta. Esses sketches são muito utilizados para resumos de medições em dispositivos de rede com recursos limitados (por exemplo, switches e NICs). Notadamente, saber o erro embutido em sketches tem uma aplicação alta para processos de tomada de decisão e previsões de desempenho do sistema, como engenharia de tráfego e balanceamento de carga.	Medições em baixo nível, realizadas diretamente em dispositivos de redes como switches e roteadores estão sujeitas as erros. Em especial, elas podem estar distantes da sensação do usuário. Assim, este trabalho é importante pois apresenta uma metodologia para estimar os erros dos resultados de medições realizadas por sketches, e aproximar as métricas derivadas dessas medições ao que usuários de rede sentem.
20	Liu, S., Schmitt, P., Bronzino, F., & Feamster, N. (2021, March). Characterizing service provider response to the covid-19 pandemic in the united states . In International Conference on Passive and Active Network Measurement (pp. 20-38). Springer, Cham.	Neste trabalho, os autores estudam os efeitos no tráfego da Internet, resultantes em resposta à pandemia de COVID-19, por causa de possíveis mudanças na infraestrutura da Internet. Eles avaliam (I) como os padrões de tráfego mudaram como resultado do COVID-19; (II) Quais foram os efeitos resultantes no desempenho e; (III) mudanças na latência e na taxa de transferência de tráfego de rede. O trabalho é baseado em uma coleção diversificada de conjuntos de dados sobre carga de tráfego de rede, por meio de medições granulares, acordos de compartilhamento de dados proprietários e experiências do usuário, bem como extensos dados de linha de base abrangendo mais de dois anos.	Ainda em 2021, foram identificados vários trabalhos relacionados ao impacto nas redes causados pela pandemia de COVID19. Este é um dos exemplos de trabalhos que, avaliam o impacto causado em métricas de redes mais próximas a QoE e relacionadas a aplicações de vídeo, as principais utilizadas pelos usuários nesse cenário. Para a RNP, isso pode indicar a importância de se gerar repositório de dados de redes acerca desse cenário, que servirá como caso de comparação para medições em casos extremos, por exemplo.

	REFERÊNCIA	RESENHA	Pertinência para a RNP
21	Jansen, R., & Johnson, A. (2021). On the Accuracy of Tor Bandwidth Estimation. In PAM (pp. 481-498).	O Tor é uma rede de sobreposição de comunicação anônima com milhares de retransmissores que encaminham mais de 200 Gbit/s de tráfego para milhões de clientes diários a fim de fornecer comunicação não-rastreável dos fluxos entre a origem e o destino. Para equilibrar o tráfego entre os relays, o Tor conta com o TorFlow para estimar a velocidade na qual os relays podem encaminhar o tráfego pela rede. Essas estimativas de capacidade de encaminhamento são essenciais tanto para o desempenho e segurança da rede. Nesse trabalho, os autores investigam a precisão da estimativa de capacidade do Tor com uma análise de dados de rede pública e fazem um experimento ativo de medição, executado em toda a rede Tor, ao vivo. Os resultados sugerem que as estimativas de largura de banda subestimam a capacidade total da rede em pelo menos 50% e que os erros são maiores para relays de alta largura de banda e baixo tempo de atividade. O trabalho sugere que melhorar o sistema de medição de largura de banda do Tor pode melhorar o desempenho da rede e informar melhor os planos para lidar com o crescimento futuro.	O Tor é uma rede sobreposta, anônima, com grande correlação e semelhança a redes P2P criadas por aplicações de blockchain. Como este tipo de aplicação é foco atual da RNP, medições e técnicas de medições em redes sobrepostas, avaliação de desempenho e, em especial, estimativas acuradas quando elementos de rede são anonimizados, pode ser uma linha interessante de trabalho futuro para a RNP.
22	Edelson, L., Nguyen, M. K., Goldstein, I., Goga, O., McCoy, D., & Lauinger, T. (2021, November). Understanding engagement with US (mis) information news sources on Facebook. In Proceedings of the 21st ACM Internet Measurement Conference (pp. 444-463).	Há uma grande oportunidade para monitoramento na camada aplicações e associação de tráfego de redes com dados empíricos associados a informações falsas e imprecisas. Por exemplo, este trabalho avalia o engajamento de usuários com relação a frequência com que os usuários "gostam", comentam e compartilham conteúdo de páginas de notícias no Facebook, como o usuário o engajamento compara fontes que têm reputação de desinformação e outras que não, e como a tendência política da fonte impacta a equação. Este trabalho pode ser um ponto inicial para que o monitoramento de desinformação, na camada de aplicação, seja realizada de forma holística pela RNP, envolvendo trabalhos desde camadas físicas, camadas de redes e até, aplicações.	Em 2021, o CTMON promoveu uma série de debates sobre desinformação em redes e seus impactos em tráfego de dados. O CTMON vislumbra o cenário próximo do Brasil e a importância que a RNP terá em monitorar as redes de computadores --nos diversos níveis da pilha TCP/IP-- e assim, ser capaz de identificar o uso de redes como foco de transmissão de desinformação.

ANEXO II - Eventos científicos acompanhados pelo CT-Mon em 2021

- Acompanhamento das discussões em conferências relevantes da área:
 - Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)
 - IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)
 - IEEE International Conference on Communications (ICC)
 - IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS)
 - Passive and Active Measurement Conference (PAM)
 - ACM Special Interest Group on Data Communication (SIGCOMM)
 - Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies (CoNEXT)
 - International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)
 - Internet Research Task Force / Internet Engineering Task Force (IRTF/IETF)
 - cvs conference (cvs, conf) <https://csvconf.com/> (CVS, CONF)
 - ACM Internet Measurement Conference (ACM IMC)
 - Workshop on Overcoming Measurement Barriers to Internet Research (WOMBIR)
 - Workshop [NSF/Caida WOMBIR 2021](#)¹²
 - Workshops do [SIG-PVM](#)¹³ (GÉANT)
 - Workshops do [SIG-NOC](#)¹⁴ (GÉANT)
 - Workshops do [SIG-NGN](#)¹⁵ (GÉANT)
 - Reuniões e Workshops do [NTAC Performance Working Group](#)¹⁶ (Internet2)
 - Reuniões e Workshops do [Performance Working Group](#)¹⁷ (Internet2)
 - Reuniões e Workshops do [perfSONAR](#)¹⁸ (consórcio perfSONAR)
 - Workshop do [LHCONE](#)¹⁹ (Cern)
 - Conferência [csv.conf.v6](#)²⁰ (Code for Science and Society - CS&S)
- Acompanhamento de grupos de interesse e grupos de trabalho:
 - GÉANT [SIG-PVM](#)
 - GÉANT [SIG-NOC](#)
 - GÉANT [SIG-NGN](#)
 - Internet2 [NTAC Performance Working Group](#)
 - Internet2 [Performance Working Group](#)²¹
 - Consórcio [perfSONAR](#)
 - [RIPE82 Meeting](#) - Academic and NREN Session (RIPE)
 - *Community Calls* e Workshops do [M-Lab](#) (M-Lab)
 - [FABRIC Testbed](#)²²
 - Internet Research Task Force ([IETF - IRTF](#))²³
 - European Open Science Cloud ([EOSC](#))²⁴

¹² NSF Caida WOMBIR 2021: <https://www.caida.org/workshops/wombir/2101/>

¹³ SIG-PVM: https://www.geant.org/People/Community_Programme/Special_Interest_Groups/Pages/SIG-PMV%E2%80%8B%E2%80%8B.aspx

¹⁴ SIG-NOC: https://www.geant.org/People/Community_Programme/Special_Interest_Groups/Pages/SIG-NOC.aspx

¹⁵ SIG-NGN: https://www.geant.org/People/Community_Programme/Special_Interest_Groups/Pages/SIG-NGN.aspx

¹⁶ NTAC Performance Working Group: <https://spaces.at.internet2.edu/display/ntac/Performance+Working+Group+Charter>

¹⁷ Performance Working Group: <https://spaces.at.internet2.edu/display/PerformanceWG/Home>

¹⁸ perfSONAR Day: <https://internet2.edu/past-events/perfsonar-day-2020-events/>

¹⁹ LHCONE Workshop: <https://indico.cern.ch/event/983436/>

²⁰ csvconference: <https://csvconf.com>

²¹ Performance Working Group: <https://spaces.at.internet2.edu/display/PerformanceWG/Home>

²² CAIDA: <https://www.caida.org>

²³ IRTF: <https://www.ietf.org/about/groups/irtf/>

²⁴ EOSC: <https://eosc-portal.eu/>

- 6th SIG-NGN Meeting ([SIGNGN](#))²⁵
- RIPE Network Coordination Center ([RIPE NCC](#))²⁶

- Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento relacionados:
 - LHC Open Network Environment (LHCONE)
 - RIPE ATLAS
 - [FABRIC Testbed](#)²⁷

- Instituições de pesquisa e Redes acadêmicas de educação e pesquisa:
 - ESnet
 - Internet 2
 - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)
 - National Science Foundation (NSF)
 - Center for Applied Internet Data Analysis ([CAIDA](#))²⁸

²⁵ SIG-NGN: <https://wiki.geant.org/display/SIGNGN/6th+SIG-NGN+Meeting>

²⁶ RIPE NCC: <https://www.ripe.net/>

²⁷ FABRIC Testbed: <https://fabric-testbed.net>

²⁸ CAIDA: <https://www.caida.org>

