

## **MonIPÊ: Um serviço de monitoramento de desempenho de redes usando soluções em hardware de baixo custo e virtualização de infraestrutura**

Murilo Vetter <sup>c</sup>, Fausto Vetter <sup>a</sup>, Michael Stanton <sup>a,d</sup>, Alex Moura <sup>a</sup>, Iara Machado <sup>a</sup>, Edison Tadeu Lopes Melo <sup>b</sup>, Guilherme Eliseu Rhoden <sup>c</sup>, Rodrigo Pescador <sup>c</sup>, Paulo Brandtner <sup>c</sup>, Luis Cordeiro <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)  
Rua Lauro Müller, 116 sala 1103  
22290-906 – Botafogo – Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
Phone Number: +55 21 2102-9660  
{alex.moura, fausto.vetter, iara.machado, michael.stanton}@rnp.br

<sup>b</sup> Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
SeTIC – Campus Universitário – Trindade  
Caixa Postal 476 – 88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil  
melo@ufsc.br

<sup>c</sup> Ponto de Presença da RNP em Santa Catarina (PoP-SC)  
SeTIC – Campus Universitário – Trindade  
Caixa Postal 476 – 88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil  
{luis, murilo, paulo, pescador}@pop-sc.rnp.br

<sup>d</sup> Cedido à RNP pelo Instituto de Computação,  
Universidade Federal Fluminense – UFF

**Resumo.** Las redes académicas para investigación y enseñanza hacen constantes inversiones en nuevos servicios para sus clientes y también buscan ofrecer siempre mejor calidad de experiencia en el acceso internet. La red académica de Brasil, la RNP, hizo desarrollo de un servicio de mediciones para monitoreo del desempeño fin a fin entre las redes clientes conectadas, que ofrecen a los utilizadores datos importantes del desempeño para soporte a actividades de investigación científica en comunidades como de los físicos y de los astrónomos, que hacen utilización diferenciada de la internet de, por ejemplo, herramientas tradicionales como el correo electrónico, o el acceso a la World Wide Web. Este trabajo presenta los más recientes desarrollos del Servicio MonIPÊ, que permite a los clientes de la red académica brasileña realizar pruebas fin a fin entre diferentes nodos de red que necesitan comunicarse con la mayor eficiencia posible.

**Palabras Clave:** redes de computadores, gestión de red, monitoreo, desempeño.

## 1 Introdução

O desenvolvimento de serviços avançados em redes de computadores é constante entre as redes acadêmicas mundiais. Um dos serviços que se destacam é o de monitoramento de desempenho de redes fim-a-fim, um serviço que visa prover uma melhor percepção do uso de redes avançadas para seus usuários. Este esforço também é realizado pela rede acadêmica brasileira, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – (RNP) [1], que esteve diretamente envolvida desde as primeiras discussões sobre este tipo de serviço.

O histórico de projetos de pesquisa apoiados pela RNP na área de desempenho de redes é extenso. O primeiro grupo de trabalho formado foi o GT-QoS [2], que em 2002 estudou mecanismos de medições passivas através do uso de fluxos providos dos roteadores do backbone da rede da RNP. Graças aos resultados desta primeira iniciativa, no ano seguinte, incluíram-se esforços em medições ativas e estudos de captura de tráfego passiva usando interfaces de rede específicas para este fim [3]. Um primeiro protótipo do que viria a ser uma infraestrutura de medições em redes da RNP foi desenvolvido em 2004, quando foram desenvolvidas as infraestruturas piPEs-BR e nSLA, que permitiam medição do backbone da rede da RNP e o monitoramento de acordos de níveis de serviços oferecidos aos usuários [4].

Ao observar iniciativas similares em outras redes acadêmicas ao redor do mundo, a RNP tornou-se parceira na iniciativa perfSONAR [5] desde sua concepção, conjuntamente com ESNNet [6], Internet2 [7] e GÉANT [8]. O perfSONAR, em sua origem, visava desenvolver um middleware de software capaz de permitir o compartilhamento de dados de medições em redes entre as redes acadêmicas, para facilitar a investigação de problemas de desempenho de rede fim-a-fim. Entre 2005 e 2007, o principal foco do desenvolvimento da RNP foi a integração de seu ambiente de monitoramento ao perfSONAR. As principais contribuições da RNP neste período foram: o desenvolvimento de um ponto de medição (MP) para ferramentas de linha de comando (Command Line Measurement Point – CL-MP); o desenvolvimento de ferramentas para o usuário Internet Computer Network Eye (ICE) e CACTISonar; e a execução de um projeto piloto em alguns pontos de presença (PoPs) da rede da RNP e no projeto EELA [9].

Seguindo os esforços de pesquisa, entre 2008 e 2009, a RNP implantou experimentalmente o serviço de medições em sua rede, para melhor avaliar a solução desenvolvida e garantir que o serviço atenderia as demandas de seus usuários. O próximo passo, entre 2010 e 2012, foi operacionalizar o serviço, então chamado de MonIPÊ, completando sua malha de medição em todos os PoPs da rede da RNP [10]. O serviço permitiu o monitoramento de todos os links do backbone da RNP, sendo composto de um portal de medições e MPs de atraso e banda alcançável implantados nos PoPs. Em cada PoP, foram implantados dois servidores e uma antena GPS para o sincronismo do relógio nos servidores.

Com o serviço implantado no backbone da RNP a partir de 2013, houve um esforço para se expandir as medições do serviço MonIPÊ até os clientes da RNP, que são as unidades individualmente conectadas de organizações qualificadas para usar o

backbone da RNP<sup>1</sup> [11]. O principal objetivo desta iniciativa era oferecer um serviço de medições aos usuários, minimizando a complexidade de implantação do serviço, redução nos requisitos de investimento para implantar a infraestrutura do serviço e melhorar o acesso e a experiência de uso dos usuários.

Este artigo irá apresentar em maiores detalhes os resultados desta iniciativa, focando principalmente na infraestrutura técnica do serviço e nos componentes necessários para sua implantação, os quais incluem infraestruturas de virtualização e mini-computação.

## 2 A Concepção do Serviço MonIPÊ aos Clientes

A primeira concepção de um serviço de medições de desempenho na RNP focava em atender as necessidades do backbone da RNP. Esta visão somente permitia se verificar que os links do backbone estavam oferecendo bons níveis de serviço entre os PoPs da RNP. Este serviço foi desenvolvido usando o protocolo perfSONAR [5], que é usado por outras redes acadêmicas para troca de dados sobre medições em suas redes.

Sendo limitado à visão do backbone, o serviço carecia de componentes que permitissem ao cliente observar a qualidade do serviço oferecida pela rede da RNP. A última milha não era contemplada pelo serviço, o que não permitia garantir uma entrega de boa qualidade de um serviço de medições fim-a-fim entre a rede da RNP e a rede do cliente.

O serviço MonIPÊ sofreu em 2013 uma revisão para permitir o monitoramento da qualidade desta última milha até o ambiente dos clientes. Neste processo de reestruturação, houve a demanda de se melhorar o serviço para se atender a demanda dos seguintes requisitos:

- A infraestrutura implantada no cliente deve ser de custo acessível em termos operacionais e de investimento, para viabilizar que esta infraestrutura esteja disponível para um maior número de clientes da RNP;
- O serviço deve fazer uso de tecnologias virtuais, para se reaproveitar recursos computacionais que possam estar disponíveis nos clientes;
- O processo de implantação e manutenção do serviço deve ser facilitado;
- A interface de gerenciamento e uso do serviço deve ser uniforme e permitir fácil expansão;
- O backbone da RNP conta com links de 10 Gbps, tornando-se necessária uma avaliação de equipamentos adequados para se mensurar a banda alcançável entre PoPs e outras redes acadêmicas a estas taxas, e
- Os componentes usados pelo serviço devem ser compatíveis com serviços similares sendo desenvolvidos por outras redes acadêmicas.

---

<sup>1</sup> Somente têm o direito de uso do backbone da RNP as organizações qualificadas pelo Comitê Gestor do Programa Interministerial de Implantação e Manutenção da RNP – veja <http://www.rnp.br/pimm/>.

Para se atender os requisitos levantados para o serviço MonIPÊ voltado aos clientes, foram realizadas as seguintes ações:

- Definição das principais funcionalidades do serviço MonIPÊ;
- Definição de uma arquitetura de serviço que contemplasse à última milha do cliente e fosse compatível com iniciativas similares;
- Avaliação de componentes de hardware e software necessários para serem usados nos clientes;
- Desenvolvimento de um portal de medições integrado, para gerenciamento e visualização de resultados de medições;
- Realização de um piloto para validação do serviço, e
- Avaliação de equipamentos capazes de gerar tráfego na taxa de 10 Gbps.

As seções seguintes descrevem melhor as ações mencionadas e seus principais resultados.

### **3 Funcionalidades do Serviço MonIPÊ**

O serviço MonIPÊ, para atender os requisitos dos clientes, foi concebido para permitir que os seus usuários executem testes de medições nos seguintes casos de uso definidos:

- Internacional: uso de MPs de 1 e 10 Gbps para medições com MPs de outras redes acadêmicas,
- Backbone: medições entre diferentes PoPs da rede da RNP, e
- Clientes: medições entre MPs nos clientes e MPs no PoP da rede da RNP ao qual o cliente se conecta.

Além disso, o serviço permite o agendamento de medições das seguintes maneiras:

- Sob demanda: medição momentânea requisitada pelo usuário final para diagnóstico e investigação de problemas de rede;
- Periódico: medição agendada e armazenada por um período definido de tempo, sendo ideal para investigações e diagnósticos específicos, e
- Permanente: medição agendada e armazenada por um longo período de tempo permitindo uma abordagem proativa de gerenciamento de desempenho de redes.

Para estes tipos de agendamentos, o usuário pode estruturar suas medições usando as seguintes opções:

- Ponto-a-Ponto: permite medições do MP padrão do Portal de Medições para qualquer outro MP;
- Ponto-a-Multiponto: permite medições do MP padrão do Portal de Medições para um conjunto definido de MPs, e

- Multi-a-Multiponto: permite medições em matriz usando um grupo definido de MPs.

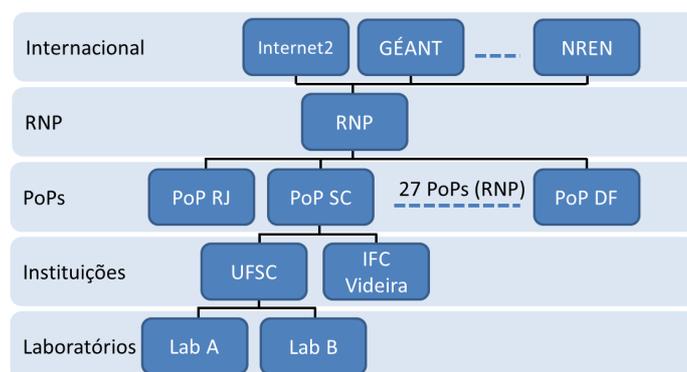
As métricas oferecidas pelo serviço MonIPÊ são:

- Perda de pacotes;
- Atraso unidirecional;
- Atraso bidirecional;
- Banda alcançável em TCP, e
- Banda em UDP.

#### 4 Arquitetura do Serviço MonIPÊ

O MonIPÊ utiliza o conceito de domínios para se definir a arquitetura do serviço. Um domínio de medição, neste contexto, é a infraestrutura implantada e gerenciada por uma entidade para se monitorar a sua rede. Esta infraestrutura é composta de pontos de medição, serviços de armazenamento, serviços de informação e portais de medição.

Os domínios definidos no serviço MonIPÊ são apresentados na Fig. 1.



**Fig. 1.** Arquitetura lógica do serviço MonIPÊ.

Os domínios do serviço MonIPÊ estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Domínios do Serviço MonIPÊ.

Domínio	Descrição	Casos de Uso
<b>RNP</b>	O domínio RNP compreende os MPs localizados nos PoPs.	PoP a PoP
<b>PoP</b>	O domínio PoP compreende o MP localizado no PoP e em seus clientes conectadas.	PoP a Cliente
<b>Cliente</b>	O domínio Cliente compreende os	Cliente a Cliente (Intra

<b>Laboratório</b>	MPs localizados no Cliente. O domínio Laboratório compreende os MPs localizados próximo ao Laboratório do Cliente e os MPs localizados no Laboratório.	e/ou Inter) Laboratório a Cliente
<b>Internacional</b>	O domínio Internacional compreende os MPs específicos instalados na RNP para testes com MPs localizados em outras redes acadêmicas.	RNP a Internacional

Para comportar as medições necessárias para o ambiente do MonIPÊ, com a nova demanda de medições em diferentes domínios e com a necessidade de expandir o serviço de forma economicamente viável, a arquitetura física apresentada na Fig. 2 foi definida.

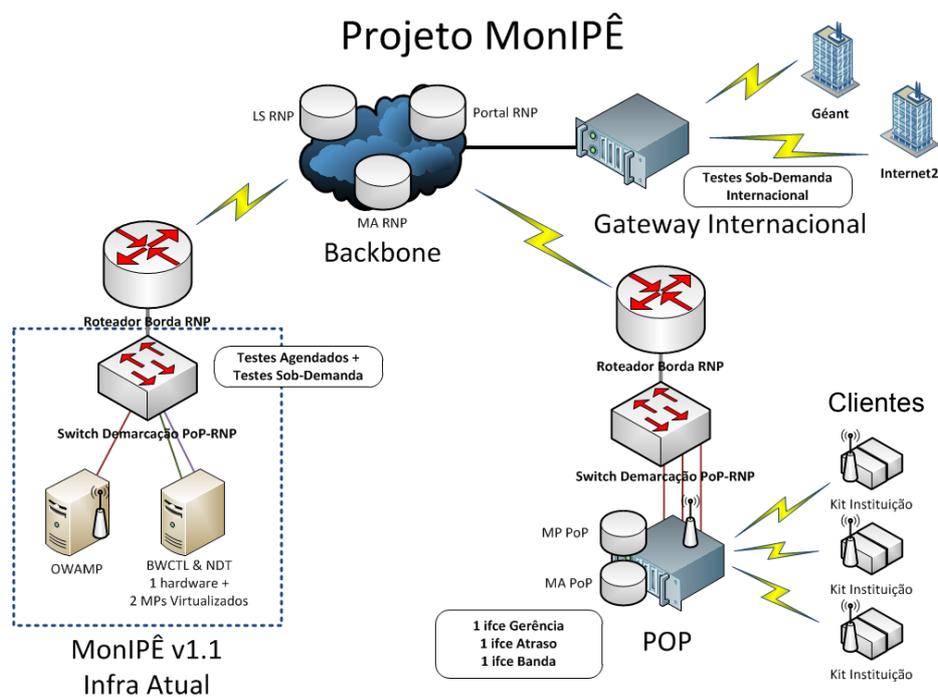


Fig. 2. Arquitetura física do serviço MonIPÊ.

## 5 Componentes do Serviço MonIPÊ

Tendo sido definida a arquitetura do serviço, foram realizadas avaliações em laboratórios de componentes de hardware e software para se definir quais componentes fariam parte do serviço.

## 5.1 Comparativo Técnico dos Componentes de Hardware

Para determinar a especificação dos hardwares necessários para compor o serviço, foi levado em consideração a arquitetura lógica e física proposta nos itens descritos nas seções anteriores. Para os servidores que serão instalados nos PoPs, serão especificados servidores robustos para atender a demanda da execução de todos os softwares de forma conjunta. Deve ser avaliada a questão de se utilizar virtualização, caso não se consiga rodar todos os softwares de forma dedicada para cada tipo de aplicação.

### 5.1.1 Comparativo entre hardwares de baixo custo para o cliente

Para os hardwares de baixo custo, foi feita uma análise comparativa prévia quanto aos modelos disponíveis e características de cada um. Por fim, foram escolhidos 3 modelos (Raspberry Pi, CuBox e Hackberry) para compor o kit de testes para avaliar se vão atender aos requisitos de medição. Além destes componentes, foi selecionada uma antena GPS de baixo custo da Adafruit, por prover o sinal do pulso por segundo (PPS) (Adafruit Industries, 2013). Nas seções abaixo são apresentadas a comparação entre os hardwares de baixo custo e a especificação dos kits de baixo custo e hardwares para MPs dos PoPs e Internacional.

Na Tabela 2 é apresentado o comparativo entre os hardwares de baixo custo selecionados para avaliação para o serviço MonIPÊ.

**Tabela 2.** Tabela comparativa dos hardwares para desenvolver o kit de baixo custo.

	<b>Raspberry PI (B)</b> (Raspberry Pi Foundation, 2013)	<b>CuBox Pro</b> (SolidRun, 2013)	<b>BeagleBoard xM (Rev. C)</b> (BeagleBoard.org, 2014)	<b>Cubieboard</b> (Miniand, Miniand - Product - Cubieboard Developer Board, 2014)	<b>Hackberry</b> (Miniand, Miniand - Product - Hackberry A10 Developer Board, 2014)	<b>A13-OlinuXino</b> (Olimex, 2014)
--	--	--------------------------------------	--	--	--	--

	<b>Raspberry PI (B)</b> (Raspberry Pi Foundation, 2013)	<b>CuBox Pro</b> (SolidRun, 2013)	<b>BeagleBoard xM (Rev. C)</b> (BeagleBoard.org, 2014)	<b>Cubieboard</b> (Miniand, Miniand - Product - Cubieboard Developer Board, 2014)	<b>Hackberry</b> (Miniand, Miniand - Product - Hackberry A10 Developer Board, 2014)	<b>A13-OlinuXino</b> (Olimex, 2014)
<b>SoC (System on Chip)</b>	BCM2835	Armada 510 (88AP510)	Texas DM3730	Allwinner A10	Allwinner A10	Allwinner A13
<b>Processador/clock</b>	ARM1176JZFS @ 700MHz	ARMv7 @ 800MHz	Cortex A8 @ 1GHz	Cortex A8 @ 1GHz	Cortex A8 @ 1GHz	Cortex A8 @ 1GHz
<b>GPU</b>	BCM2763	Vivante GC600	PowerVR SGX530	ARM Mali-400	ARM Mali-400	ARM Mali-400
<b>RAM</b>	512MB	2GB	512MB	1GB	1GB	512MB

	<b>Raspberry PI (B)</b> (Raspberry Pi Foundation, 2013)	<b>CuBox Pro</b> (SolidRun, 2013)	<b>BeagleBoard xM (Rev. C)</b> (BeagleBoard.org, 2014)	<b>Cubieboard</b> (Miniand, Miniand - Product - Cubieboard Developer Board, 2014)	<b>Hackberry</b> (Miniand, Miniand - Product - Hackberry A10 Developer Board, 2014)	<b>A13-OlinuXino</b> (Olimex, 2014)
--	--	--------------------------------------	---	--	--	--

<b>Memória</b>	Cartão SD	Cartão SD	Cartão Micro SD	4GB NAND (slot micro SDHC)	4GB NAND (slot micro SDHC)	4GB NAND (opcional) - slot microSD
<b>Ethernet</b>	10/100	10/100/1000	10/100	10/100	10/100	Módulo separado
<b>USB</b>	2	1	4	2	2	3
<b>Porta serial</b>	Através da GPIO	N (disponível através de virtual COM)	S	Conversor TTL (dupont)	Conversor TTL (dupont)	Conversor TTL (dupont)
<b>HDMI</b>	S	S	DVI-D	S	S	Sinal disponível
<b>VGA</b>	N	N	N	N	N	S
<b>GPIO</b>	8	N	28	S	N	S
<b>Wifi</b>	N	N	N	N	802.11n	N
<b>Alimentação</b>	5V/1A	5V/2A	5V/2A	5V/2A	5V/2A	6-16V
<b>Sistema Operacional</b>	Linux (Raspbian, Debian GNU/Linux), FreeBSD	Linux (Debian, Ubuntu, Android, etc)	Linux (Debian, Ubuntu, Android, etc)	Linux (Debian, Ubuntu, Android, etc)	Linux (Debian, Ubuntu, Android, etc)	Linux (Debian, etc)
<b>Dimensões (mm)</b>	85.6 x 53.98 x 17	55 x 55 x 42	85.09 x 85.59	100 x 60 x 20	85.60 x 53.98	120 x 120
<b>Montado em case de fábrica</b>	N	S	N	N	N	N
<b>Preço (US)</b>	40	160	150	60	65	60
<b>Imagem</b>						

Com o intuito de se facilitar ainda mais a implantação, está sendo desenvolvida uma segunda geração de kit do cliente. Esta segunda geração será composta por um único microcomputador, com duas interfaces de rede Ethernet de 1 Gbps, que seriam

usadas para as medições de atraso e banda respectivamente. A antena GPS de baixo custo a ser usada será a mesma usada no hardware de primeira geração.

### 5.1.2 Avaliação de Hardware para MP de 10 Gbps

O processo de avaliação de hardware para MP de 10 Gbps consiste de:

1. Definir a especificação do equipamento necessário;
2. Adquirir duas unidades que atendam aos requisitos;
3. Realizar a aquisição dos equipamentos
4. Realizar a preparação do laboratório e sistemas necessários (sistema operacional, ferramentas de medição e do MonIPÊ)
5. Execução de testes para validação dos equipamentos.

A especificação definida para o serviço MonIPÊ foi:

- CPU: Intel Xeon 2GHz 8 núcleos
- Memória: 16GB
- Disco: 2x 500GB (RAID 1)
- Rede: 2x 10G Ethernet + 2x 1G Ethernet (Broadcom BCM57800)

Dada esta especificação, os equipamentos adquiridos foram dois servidores da Dell modelo R620. Estes equipamentos foram colocados em um laboratório, sendo conectados através das interfaces de 10 Gbps usando um cordão óptico de 10 metros. Os servidores foram preparados usando o hipervisor VMWare ESxi versão 5.5.0 e o sistema operacional Debian versão 7.2. Além disso, tanto o hipervisor como o sistema operacional foram otimizados para atingirem o melhor desempenho em transferências.

Com o laboratório preparado, foram executados testes usando a ferramenta Iperf para se verificar o desempenho do sistema para transmissão de dados. Os resultados preliminares indicam os resultados como mostrados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Testes preliminares dos equipamentos para MPs de 10 Gbps.

<b>Sentido</b>	<b>Protocolo</b>	<b>Fluxos</b>	<b>Duração</b>	<b>Máq. A</b>	<b>Máq. B</b>
<i>Assíncrono (A&gt;B)</i>	TCP	1	4 Horas	9,37 Gbps	9,37 Gbps
<i>Síncrono</i>	TCP	1	4 Horas	6,20 Gbps	7,75 Gbps

Os resultados apresentados, mesmo que preliminares, são considerados aceitáveis para o serviço MonIPÊ.

## 5.2 Comparativo Técnico dos Componentes de Software

O comparativo técnico quanto a softwares consiste na comparação das distribuições existentes do perfSONAR e avaliar o que utilizar. Segue abaixo a comparação realizada.

### 5.2.1 Comparação entre as distribuições do perfSONAR

A comparação entre as distribuições do perfSONAR existentes é apresentada na Tabela 4: MonIPÊ, pS-Toolkit (Internet2) e pS-MDM (GÉANT).

**Tabela 4.** Tabela comparativa das distribuições do perfSONAR.

Métrica	Ferramenta	MonIPÊ v1.1 (PoP-SC & RNP, 2014)		pS-Toolkit 3.2.2 (Internet2; ESnet; SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, 2013)		pS-MDM 3.3 (GÉANT, 2013)	
		Versão	Serviço (Versão)	Versão	Serviço (Versão)	Versão	Serviço (Versão)
<b>Banda TCP</b>	<b>BWCTL</b> (Internet2, Bandwidth Test Controller (BWCTL), 2014)/ <b>IPERF</b> (Sourceforge, 2014)	1.3/ 2.0.5	CLMP (v 1.1)	1.4/2.0.5	perfSONAR- BUOY (v 3.2.1) (Internet2; ESnet; SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, 2013)	1.4/2.0.5	BWCTL MP (v 0.53) (GÉANT, Downloads - perfSONAR ::: PERformance Service Oriented Network monitoring ARchitecture for Multi-Domain Monitoring - Confluence, 2014)
<b>Banda UDP</b>	<b>BWCTL</b> (Internet2, Bandwidth Test Controller (BWCTL), 2014)/ <b>IPERF</b> (Sourceforge, 2014)	1.3/ 2.0.5	CLMP (v 1.1)	1.3/2.0.5	perfSONAR- BUOY (v 3.2.1) (Internet2; ESnet; SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, 2013)	1.4/2.0.5	BWCTL MP (v 0.53) (GÉANT, Downloads - perfSONAR ::: PERformance Service Oriented Network monitoring ARchitecture for Multi-Domain Monitoring - Confluence, 2014)
<b>Atraso Unidirecional</b>	<b>OWAMP / POWSTREAM</b> (Internet2, One- Way Ping)	3.1	CLMP (v 1.1)	3.3	perfSONAR- BUOY (v 3.2.1) (Internet2; ESnet;	3.3	OWAMP MP (GÉANT, Downloads -

	(OWAMP), 2014)				SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, 2013)		perfSONAR ::: PERFormance Service Oriented Network monitoring ARchitecture for Multi-Domain Monitoring - Confluence, 2014)
<b>Atraso Bidirecional</b>	<b>Ping</b>	SO	CLMP (v 1.1)	SO	PingER (team, 2014)	SO	HADES Server (v. 1.0) (GÉANT, Downloads - perfSONAR ::: PERFormance Service Oriented Network monitoring ARchitecture for Multi-Domain Monitoring - Confluence, 2014)
<b>Traceroute</b>	<b>Traceroute</b>	-	-	SO	SLAC (v. 5.9) (SLAC, 2009)	SO	HADES Server (v. 1.0) (GÉANT, Downloads - perfSONAR ::: PERFormance Service Oriented Network monitoring ARchitecture for Multi-Domain Monitoring - Confluence, 2014)
<b>Contadores de Interface</b>	<b>SNMP</b>	-	-	5.4	Cacti (v. 0.8.7b) (The Cacti Group, 2014), SNMP MA (v. 3.3-3) (Internet2; ESnet; SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, 2013)	MDM 3.1	* RRD-MA (GÉANT, GÉANT Multi Domain Services :: Knowledgebase - RRD Measurement Archiv, 2014)
<b>Status das</b>	<b>SNMP</b>	-	-	3.3-1	* Status Service (v. 3.3-1)	** 2.2	* E2EMon-MP

<b>Interfaces</b>		(Internet2; ESnet; SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, 2013)	(GÉANT2, 2008)
-------------------	--	--	----------------

\* Não incluso no pacote, mas pode ser instalado;

\*\* Versão documentada é a 2.1, mas tem-se disponível para instalação a versão 2.2.

### 5.3 Definição dos componentes do serviço MonIPÊ

Os componentes definidos para cada domínio do serviço MonIPÊ estão descritos na Tabela 5.

**Tabela 5.** Componentes do Serviço MonIPÊ.

Domínio	Kits de Medições	Restrições
<b>RNP</b>	Ambiente virtual da RNP hospedado na infraestrutura da RNP: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 servidores virtuais: 1 para MA e 1 para portal de medições</li> <li>• 1 interface de rede compartilhada: gerenciamento</li> </ul>	
<b>PoP</b>	Ambiente virtual da RNP hospedado na infraestrutura do PoP: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 servidores virtuais: 1 para MA e 1 para MP + portal de medições</li> <li>• 2 interfaces de redes dedicadas: atraso e vazão (MP)</li> <li>• 1 interface de rede compartilhada: gerenciamento (MP)</li> <li>• 2 antena GPS Trimble Acutime Gold: legado de projetos anteriores do MonIPÊ</li> </ul>	Utilização de VMWare ESXi versão 5 ou superior (habilita o uso da porta física serial pelos hosts virtuais - MP)
<b>Cliente</b>	Kit de Medição Cliente Hardware Geração 1 (2013): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Hardwares de baixo custo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Raspberry PI - Medições de atraso de alta precisão</li> <li>○ CuBOX PRO - Medições de vazão</li> </ul> </li> <li>• 1 GPS de baixo custo (Adafruit)</li> </ul> Hardware Geração 2 (2014): <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Hardwares de baixo custo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Blue Applicance 847 - Medições de atraso de alta precisão e vazão</li> </ul> </li> <li>• 1 GPS de baixo custo (Adafruit)</li> </ul>	Uso de uma solução de hardware de baixo custo

<b>Laboratório</b>	Avaliação do MonIPÊ@LIVE
<b>Internacional</b>	Avaliação de hosts de 10Gbps (MP Internacional)

## 6 Portal de Medições

O Portal de Medições é a ferramenta de visualização proposta para esta versão do serviço que atenderá as diferentes demandas do mesmo. Ele foi projetado de maneira distribuída, sendo que os dados estão espalhados em toda a infraestrutura e permite aos usuários navegar entre os diferentes componentes parecendo ser uma única ferramenta.

### 6.1 Premissas

O Portal de Medições possui as seguintes premissas:

- Identidade visual única;
- Ser distribuído;
- Hospedagem:
  - Virtual quando possível (domínios RNP e PoPs);
  - Infraestrutura de hardware de baixo custo para atingir o cliente.
- Ter navegação transparente;
- Adaptar a interface para cada tipo de domínio;
- Realizar o registro das ferramentas no perfSONAR GLS (Ping, Owamp, BWCTL, Traceroute, NDT);
- Permitir disparar testes contra a malha e pontos de medições registrados no GLS;
- Possuir sistema de atualização por versão e;
- Ter interface de configuração e gerenciamento via GUI.

### 6.2 Funcionalidades Básicas

O Portal de Medições possui as seguintes funcionalidades básicas:

- Possuir seções Privada e Pública;
- Informações de domínio e resultados dos testes agendados e/ou testes sob demanda presentes na área pública;
- Possuir um menu de navegação para outros portais na interface pública de cada nó;
- Possuir gerenciamento de configuração via GUI (informações gerenciais, SO, rede, firewall, serviços, OWAMP, BWCTL e perSONAR);
- Registro de hosts, grupos e eventos e;

- Definição de testes pré-configurados e modelos de agendamento.

Algumas das funcionalidades básicas mencionadas do Portal de Medições são apresentadas a seguir ( a Fig. 6).



Fig. 3. Menu de acesso a outros portais no Portal de Medições.



Fig. 4. Área do portal para configurações dos componentes.

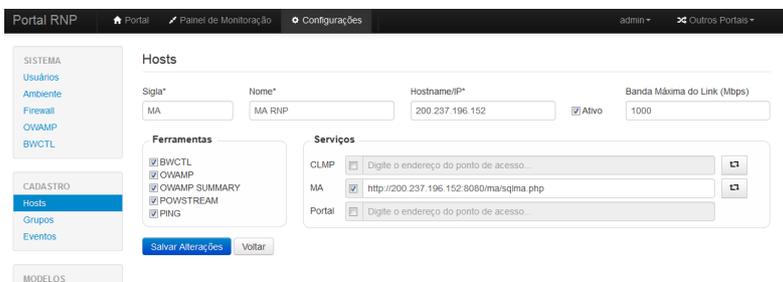


Fig. 5. Gestão de hosts no Portal de Medições.

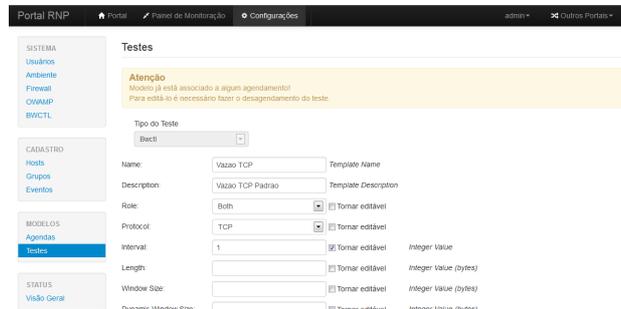


Fig. 6. Tela para adição de modelos de testes de medição.

### 6.3 Módulo Sob Demanda

O Módulo Sob Demanda possui as seguintes características:

- Realizar testes sob demanda em ambas as direções: (A > B) ou (B > A);
- Registro de modelos de testes customizados:
  - Vazão: UDP e/ou TCP;
  - Atraso: Unidirecional e Bidirecional.
- Visualização dos Resultados em diferentes formatos:
  - Gráfico, tabela, texto e perfSONAR (requisição e resposta);
  - Habilidade para salvar e recuperar os resultados dos testes e;
- Associar testes requeridos para eventos.

Algumas das funcionalidades básicas mencionadas do Módulo Sob Demanda são apresentadas a seguir (Fig. 7 a Fig. 11).

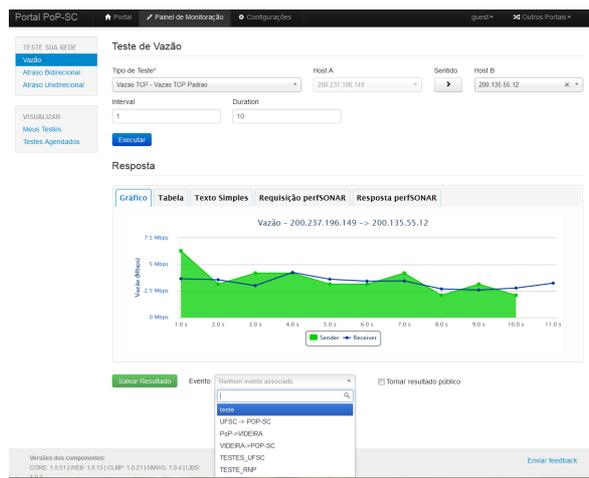


Fig. 7. Tela com resultados de teste de banda alcançável, associado a um evento.

Resposta

Intervalo	Função	Valor	Valor Convertido
1.0	receiver	3660544 bits/sec	3.66 Mbps
1.0	sender	6291456 bits/sec	6.29 Mbps
2.0	receiver	3556288 bits/sec	3.56 Mbps
2.0	sender	3145728 bits/sec	3.15 Mbps
3.0	receiver	3011840 bits/sec	3.01 Mbps
3.0	sender	4194304 bits/sec	4.19 Mbps
4.0	receiver	4262912 bits/sec	4.26 Mbps
4.0	sender	4194304 bits/sec	4.19 Mbps
5.0	receiver	3614208 bits/sec	3.61 Mbps
5.0	sender	3145728 bits/sec	3.15 Mbps
6.0	receiver	3428864 bits/sec	3.43 Mbps

Fig. 8. Ênfase na formatação em tabela dos resultados do teste sob demanda.

Resposta

```

<nsmsg:message id="message1" messageIDref="message1" type="MeasurementResponse" xmlns:nsmsg="http://gdf.org/ns/msg/base/2.0/" xmlns:bwctl="http://gdf.org/ns/msg/tools/bwctl/2.0/" xmlns:mtl4="http://gdf.org/ns/msg/topol/09/14/3.0/">
  <nsmsg:metadata id="meta1">
    <bwctl:endPoint id="endPoint">
      <mtl4:endPointPair>
        <mtl4:endPoint role="src">
          <mtl4:address value="200.237.196.148" type="ipv4"/>
        </mtl4:endPoint>
        <mtl4:endPoint role="dst">
          <mtl4:address value="200.135.55.11" type="ipv4"/>
        </mtl4:endPoint>
      </mtl4:endPointPair>
    </bwctl:endPoint>
    <nsmsg:eventType>http://gdf.org/ns/msg/tools/bwctl/2.0/</nsmsg:eventType>
    <bwctl:parameters id="parameters">
      <nsmsg:parameter name="role">both</nsmsg:parameter>
      <nsmsg:parameter name="protocol">tcp</nsmsg:parameter>
      <nsmsg:parameter name="interval">1</nsmsg:parameter>
      <nsmsg:parameter name="duration">10</nsmsg:parameter>
    </bwctl:parameters>
  </nsmsg:metadata>
  <nsmsg:data id="data1" metadataIDref="meta1">

```

Fig. 9. Ênfase na formatação em resposta perfSONAR dos resultados do teste sob demanda.

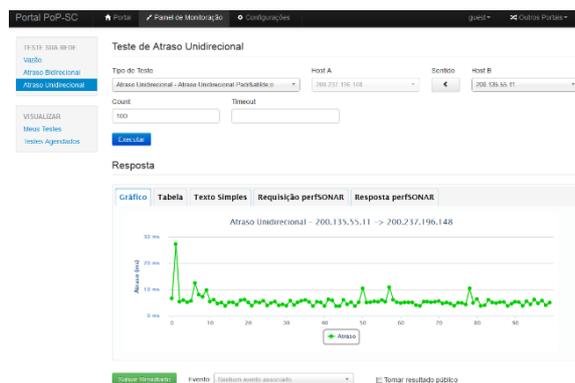


Fig. 10. Resultados de uma solicitação de testes de atraso unidirecional sob demanda.

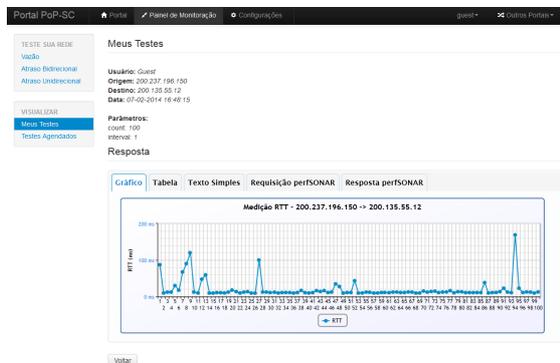


Fig. 11. Recuperação de resultados de teste sob demanda de atraso bidirecional.

## 6.4 Módulo Agendamento

O Módulo Agendamento possui as seguintes características:

- Possuir diferentes mecanismos de agendamento:
  - Ponto a ponto;
  - Ponto a multiponto;
  - Multi a multiponto.
- Funcionalidades de agendamento:
  - Associação a um modelo de teste;
  - Definir um modelo de agenda e habilidade para customizar os parâmetros;
  - Associar a um MA para gravar os resultados;
  - Possibilidade para definir uma data de início e fim da agenda.
- Associação de modelos de testes customizados:
  - Vazão: UDP e/ou TCP;
  - Atraso: Unidirecional e Bidirecional.
- Visualização dos Resultados em diferentes formatos:
  - Gráficos e matriz de medições;
- Habilidade para recuperar resultados de testes agendados, e Associação de agendas a eventos. Algumas das funcionalidades básicas mencionadas do Módulo Agendamento são apresentadas a seguir ( e )

Portal RNP | Portal | Painel de Monitoração | Configurações | admin | Outros Portais

### Agendamentos - Multi-a-Multiponto

TESTE SUA REDE  
 Vazão  
 Atraso Bidirecional  
 Atraso Unidirecional  
 Rota

AGENDAMENTOS:  
 Multi-a-Multiponto

VISUALIZAR  
 Meus Testes  
 Testes Agendados

Descrição: Atraso Bidirecional RNP | Tipo de Teste: Atraso Bidirecional | Agendamento por: Host

Template de Teste: Atraso Bidirecional - Atraso Bi... | Template de Agenda: 5min - A cada 5 minutos | MA: MA RNP - http://200.237.196.152:8080/ma/rsqjma.php

Evento: Nenhum evento associado | Data de início: | Hora de início: | Data de fim: | Hora de fim:

Público  Portal

Count: 10

Hosts: MG x SC x

Salvar Alterações Voltar

Resultados do Agendamento

Origem: 200.131.0.164	→	Destino: 200.237.196.150	Agendado
Origem: 200.237.196.150	→	Destino: 200.131.0.164	Agendado

Reagendar

Fig. 12. Tela da funcionalidade de agendamento no modo multi-a-multiponto.

Portal PoP-SC | Portal | Painel de Monitoração | Configurações | guest | Outros Portais

### Testes agendados

TESTE SUA REDE  
 Vazão  
 Atraso Bidirecional  
 Atraso Unidirecional

VISUALIZAR  
 Meus Testes  
 Testes Agendados

Nome da Agenda: Vazão TCP Videira | Parâmetros: role: 2001, protocol: tcp, interval: 1, duration: 10

Tipo de Agenda: Ponto-a-Ponto  
 Tipo de Teste: Vazão  
 Data: 25-11-2013 15:01:24

Data de Início: 07/01/2014 15:00 | Hora de Início: 15:00 | Data de Fim: 07/02/2014 15:00 | Hora de Fim: 15:00

Mostrar Resultados Voltar

Última hora | Últimos 24 horas | Últimos 7 dias | Último mês

Medição Vazão: 07-01-2014 15:00 a 07-02-2014 15:00

Vazão Sender	VE: Mínima / Média / Mediana / Máxima	% Vazão Link	> 75%	75% a 95%	95% a 20%	20% a 0%	sem dados
Vazão Receiver	VR: Mínima / Média / Mediana / Máxima	% Vazão Link	> 75%	75% a 95%	95% a 20%	20% a 0%	
Testes Perdidos	T (Dados): Total / Perdidos / % Perda	% Perda	0% a 1%	1% a 20%	20% a 50%	50% a 100%	

LO1 | V11

LO1 | V11

Medição Vazão : LO1->V11 de 07-01-2014 15:00 até 07-02-2014 15:00

Enviar feedback

Fig. 13. Tela apresentando resultados de medições agendadas usando matriz e gráfico.

## 7. Trabalhos Futuros

Seguindo os resultados apresentados neste artigo, está planejado o melhoramento do Portal de Medições, adicionando o suporte de novas ferramentas, tais como traceroute e Network Diagnostics Tester (NDT). Em termos de implantação deste serviço, está planejada a migração do serviço prestado ao backbone para os componentes virtuais, a implantação de alguns MPs de 10 Gbps em alguns PoPs da rede da RNP e onde haja conectividade internacional e a implantação de Kits de Medição Cliente 1ª e 2ª geração para clientes da RNP.

## Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem ao Ponto de Presença da RNP em Santa Catarina (PoP-SC) pelo suporte ao desenvolvimento do MonIPÊ; à Superintendência de Governança Eletrônica e Tecnologia da Informação e Comunicação (SeTIC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no auxílio ao desenvolvimento do Serviço MonIPÊ e na coordenação técnica; e à Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) pela coordenação geral do projeto MonIPÊ e pelo seu financiamento até então.

## Referências

- [1] RNP, “Rede Nacional de Ensino e Pesquisa,” 2013. [Online]. Available: <http://www.rnp.br/>. [Acesso em 2013].
- [2] RNP, “GT-QoS,” 2002. [Online]. Available: <http://www.rnp.br/pd/gts2002-2003/gt-qos.html>. [Acesso em 2013].
- [3] RNP, “GT-QoS2,” 2003. [Online]. Available: <http://www.rnp.br/pd/gts2003-2004/gt-qos2.html>. [Acesso em 2013].
- [4] RNP, “GT Medições,” 2004. [Online]. Available: <http://www.rnp.br/pd/gts2004-2005/medicoes.html>. [Acesso em 2013].
- [5] ESnet; GÉANT; Internet2; RNP, “perfSONAR,” 2013. [Online]. Available: <http://www.perfsonar.net/>. [Acesso em 2013].
- [6] ESnet, “Energy Sciences Network,” 2013. [Online]. Available: <http://www.es.net/>. [Acesso em 2013].
- [7] Internet2, “Internet2,” 2013. [Online]. Available: <http://www.internet2.edu/>. [Acesso em 2013].
- [8] GÉANT, “GÉANT Project,” 2013. [Online]. Available: <http://www.geant.net/>. [Acesso em 2013].
- [9] RNP, “GT Medições 2,” 2005. [Online]. Available: <http://www.rnp.br/pd/gts2005-2006/medicoes.html>. [Acesso em 2013].
- [10] RNP, “MonIPÊ: Serviço de monitoramento da rede Ipê,” 2008. [Online]. Available: <http://www.monipe.rnp.br/>. [Acesso em 2013].
- [11] RNP, “MonIPÊ,” 2013. [Online]. Available: <http://wiki.rnp.br/display/monipe2013/Home>. [Acesso em 2013].

- [12] Adafruit Industries, “GPS Antenna,” 2013. [Online]. Available: <http://www.adafruit.com/products/960>. [Acesso em 2013].
- [13] Raspberry Pi Foundation, “Raspberry Pi Website,” 2013. [Online]. Available: <http://www.raspberrypi.org/>. [Acesso em 2013].
- [14] SolidRun, “CuBox,” 2013. [Online]. Available: <http://www.solid-run.com/cubox>. [Acesso em 2013].
- [15] BeagleBoard.org, “BeagleBoard.org - BeagleBoard-xM,” BeagleBoard.org, 2014. [Online]. Available: <http://beagleboard.org/Products/BeagleBoard-xM>. [Acesso em 2014].
- [16] Miniand, “Miniand - Product - Cubieboard Developer Board,” Miniand, 2014. [Online]. Available: <https://www.miniand.com/products/Cubieboard%20Developer%20Board#specifications>. [Acesso em 2014].
- [17] Miniand, “Miniand - Product - Hackberry A10 Developer Board,” Miniand, 2014. [Online]. Available: <https://www.miniand.com/products/Hackberry%20A10%20Developer%20Board#specifications>. [Acesso em 2014].
- [18] Olimex, “A13-OLinuXino - Open Source Hardware Board,” Olimex, 2014. [Online]. Available: <https://www.olimex.com/Products/OLinuXino/A13/A13-OLinuXino/>. [Acesso em 2014].
- [19] PoP-SC e RNP, “Wiki MonIPÊ v1.1,” PoP-SC; RNP, 2014. [Online]. Available: <http://wiki.monipe.rnp.br>. [Acesso em 2014].
- [20] Internet2; ESnet; SLAC; FNAL; University of Delaware; Pittsburgh Supercomputing Center, “perfSONAR-PS | network performance monitoring services,” 2013. [Online]. Available: <http://psps.perfsonar.net/>. [Acesso em 2013].
- [21] GÉANT, “perfSONAR: GÉANT Services,” 2013. [Online]. Available: <http://perfsonar.geant.net/>. [Acesso em 2013].
- [22] Internet2, “Bandwidth Test Controller (BWCTL),” Internet2, 2014. [Online]. Available: <http://software.internet2.edu/bwctl/>. [Acesso em 2014].
- [23] Sourceforge, “Iperf,” Sourceforge, 2014. [Online]. Available: <http://sourceforge.net/projects/iperf/>. [Acesso em 2014].
- [24] GÉANT, “Downloads - perfSONAR :: PERFORMANCE Service Oriented Network monitoring ARchitecture for Multi-Domain Monitoring - Confluence,” GÉANT, 2014. [Online]. Available: <https://forge.geant.net/forge/display/perfsonar/Downloads>. [Acesso em 2014].
- [25] Internet2, “One-Way Ping (OWAMP),” Internet2, 2014. [Online]. Available: <http://software.internet2.edu/owamp/>. [Acesso em 2014].
- [26] I. team, “PingER (Ping End-to-end Reporting),” IEPM/NPM team, 2014. [Online]. Available: <http://www-iepm.slac.stanford.edu/pinger/>. [Acesso em 2014].
- [27] SLAC, “Traceroute Servers for HENP & ESnet,” SLAC, 2009. [Online]. Available: <http://www.slac.stanford.edu/comp/net/wan-mon/traceroute-srv.html>. [Acesso em 2014].
- [28] I. The Cacti Group, “Cacti® - The Complete RRDTool-based Graphing Solution,” The Cacti Group, Inc., 2014. [Online]. Available: <http://www.cacti.net/>. [Acesso em 2014].
- [29] GÉANT, “GÉANT Multi Domain Services :: Knowledgebase - RRD Measurement Archiv,” GÉANT, 2014. [Online]. Available: <https://kb.mdsd.geant.net/index.php?CategoryID=16>. [Acesso em 2014].
- [30] GÉANT2, “E2E Link Monitoring: System Design and Documentation,” GÉANT2, 2008. [Online]. Available: <https://wiki.man.poznan.pl/perfsonar-mdm/images/perfsonar-mdm/1/12/GN2-JRA4-06-010v240.pdf>. [Acesso em 2014].