

INFRAESTRUTURA DE BAIXO CUSTO PARA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA *GOOGLE FOR EDUCATION* EM ESCOLAS

Natanael Fernando Gatti Brentano¹

Nome Professor²

Resumo

O crescente avanço da internet e das tecnologias sem fio tem modernizado os conceitos de conectividade e mobilidade ao ponto de criar novos hábitos, formas de trabalho e de ensino. O presente estudo pretende analisar o uso da tecnologia em sala de aula no ensino fundamental, fazendo uso das ferramentas disponibilizadas pelo Google Apps for Education, através de Chromebooks em uma infraestrutura de rede sem fio de baixo custo utilizando roteador Mikrotik. Fazendo uso do protocolo SNMP foram avaliados parâmetros de qualidade de sinal, tráfego nas interfaces, CCQ e quantidade de dispositivos conectados durante a realização de atividades escolares. Observou-se um satisfatório desempenho da infraestrutura de rede sendo necessário apenas aumentar o link total de internet no local para garantir a disponibilidade de tráfego em qualquer atividade proposta. Com o resultado positivo do experimento, foi possível concluir que uma estrutura de rede de baixo custo e complexidade podem proporcionar novas formas de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: rede wireless; chromebook; mikrotik; tecnologia de ensino

Abstract

The growing advance of the internet and wireless technologies has modernized the concepts of connectivity and mobility to the point of creating new habits, ways of working and teaching. The present study aims to analyze the use of technology in the classroom in elementary school, making use of the tools provided by Google Apps for Education, through Chromebooks in a low-cost wireless network infrastructure using Mikrotik router. Using the SNMP protocol, parameters of signal quality, traffic at the interfaces, CCQ and number of devices connected during school activities were evaluated. A satisfactory performance of the network infrastructure was observed, being necessary only to increase the total internet link in the place to guarantee the availability of traffic in any proposed activity. With the positive result of the experiment, it was possible to conclude that a network structure of low cost and complexity can provide new forms of teaching and learning.

Keywords: wireless network; chromebook; mikrotik; teaching technology

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço da tecnologia modificou muito as relações interpessoais, tornando-as cada vez mais virtuais. Após o surgimento e intensificação do uso da internet uma nova onda de mudanças converge para comunicação fortemente baseada em redes wireless, alavancando conceitos de conectividade e mobilidade ao ponto de criar novos hábitos, novas formas de trabalho e de ensino (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Há alguns anos a presença de tecnologias de informação nas escolas era restrita e frequentemente disponível apenas para as rotinas administrativas como contabilidade, financeiro, matrículas e pessoal. Nesse contexto, o contato dos alunos restringia-se a aprender a manusear o computador entre ligar e desligar o equipamento e fazer uso de algumas ferramentas do sistema. Com a popularização da Internet e também dos computadores, em especial os dispositivos móveis, uma nova realidade se apresenta. A tecnologia como meio para potencializar os processos de ensino e aprendizagem.

No cenário atual é possível perceber que a educação em escolas de ensino fundamental, médio e superior está ganhando um novo formato, que busca ir além dos conhecimentos e conteúdos específicos para ler e escrever. A adoção de tecnologias está viabilizando novos métodos e ferramentas para o cotidiano pedagógico. (Referência 1)

Muitas ferramentas oferecem suporte à educação e gerenciamento dos cursos e disciplinas como, por exemplo, *Blackboard*¹, *SAGAH*², *Moodle*³, *MonQi*⁴ e *Edools*⁵. Porém para fazer uso destas, é necessário investimento em infraestrutura de *hardware* como *storage*, servidores, *UPS (Uninterruptible Power Supply)* entre outros, licenças de *software* e ambiente apropriado, onde o sistema é instalado em máquina física ou virtual para fornecer acesso ao ambiente de estudo, gerando custos mensais a instituição. Já a plataforma *Google For Education*⁶ como ambiente de ensino não necessita de recursos locais para ser instalada pois é hospedada pela empresa *Google Inc.*, o que traz uma série de benefícios por não requisitar recursos da instituição, mas por outro lado necessita de uma boa conexão com a internet para manter a qualidade do acesso e consequentemente do ensino, que atualmente ocorre na maioria dos casos por dispositivos móveis, estes altamente dependentes do acesso sem fio. A alta demanda por redes sem fio gera preocupação, pois ela deve estar bem dimensionada e com equipamentos que suportem a carga atual e futura do tráfego de dados.

Com foco na infraestrutura de rede, este trabalho tem como objetivo viabilizar uma estrutura rede wireless de baixo custo para que escolas de ensino médio e fundamental

¹ "Blackboard | Education Technology & Services." <http://www.blackboard.com/index.html>. Accessed 11 Jun. 2018.

² "SAGAH – Soluções educacionais para ensino superior -." <https://sagah.com.br/>. Accessed 11 Jun. 2018.

³ "O que é moodle? - Moodle Livre." 13 Apr. 2018, <https://www.moodlelivre.com.br/tutoriais-e-dicas/974-o-que-e-moodle>. Accessed 13 Apr. 2018.

⁴ "MonQi - Plataforma LMS para ensino à distância." <http://www.mongqi.com.br/>. Accessed 13 Apr. 2018.

⁵ "Edools." <https://www.edools.com/>. Accessed 13 Apr. 2018.

⁶ "Google for Education: Solutions built for teachers and students." <https://edu.google.com/>. Accessed 11 Jun. 2018.

possam disponibilizar os recursos do *Google For Education* por meio de laboratórios de informática móveis.

Neste sentido, o presente estudo visa propor uma arquitetura de rede sem fio na Escola Municipal João Beda Korbes onde serão analisados alguns dados como intensidade de sinal, taxa de transferência e capacidade do dispositivo emissor de sinal buscando manter a experiência do aluno satisfatória.

2 MÉTODO

A abordagem da pesquisa é caracterizada como qualitativa apresentando resultados através das análises dos dados coletados da infraestrutura de rede via *SNMP*⁷ (*Simple Network Management Protocol*), fazendo uso do *software PRTG*⁸ como ferramenta de monitoração. Também foram capturadas imagens do painel de configuração do roteador.

No que refere-se a parte bibliográfica se enfatiza o levantamento de informações do tipo de rede a ser explorado, protocolos e ferramentas de análise dos dados. Conforme Gil (2008) por ser um tipo de pesquisa muito específica quase sempre assume forma de um estudo de caso.

3 COLETA DOS DADOS

Serão realizadas várias medições para analisar o efeito da carga de vazão da rede durante utilização da plataforma de estudo. Os parâmetros analisados serão: tráfego de dados, nível de sinal dos dispositivos, *CCQ*⁹ (*Client Connection Quality*) da interface *wireless*, quantidade de dispositivos conectados e capacidade de processamento do roteador.

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na Escola Municipal João Beda Korbes localizada na Rua Ardelá Kerbes, número 1016, no bairro Aimoré, na cidade de Arroio do Meio, no estado do Rio Grande do Sul. Participaram 16 alunos do sétimo ano do ensino fundamental, juntamente com dois professores responsáveis das disciplinas de Geografia e História no referido ano.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

O tráfego dos dados será analisado pela taxa de kbit/s extraído do *software PRTG* para avaliar se throughput beira ao limite de banda estabelecido e, conseqüentemente, mensurar a capacidade de transferência do roteador e a real necessidade de link de internet no local.

Com relação à intensidade de sinal, esta será avaliada utilizando o painel de configuração do roteador. Segundo Ferreira e Montanha (2017) a intensidade de sinal pode variar de acordo com o obstáculo entre o dispositivo móvel e o roteador, bem como a distância. A tabela a seguir ilustra a condição do sinal com a intensidade medida em dBm.

⁷ "How SNMP Works: Simple Network Management Protocol (SNMP"

[https://technet.microsoft.com/pt-pt/library/cc783142\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/pt-pt/library/cc783142(v=ws.10).aspx). Accessed 11 Jun. 2018.

⁸ "PRTG Network Monitor » All-In-One" <https://www.paessler.com/prtg>. Accessed 11 Jun. 2018.

⁹ "Manual:Wireless FAQ - MikroTik Wiki." https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Wireless_FAQ. Accessed 11 Jun. 2018.

Tabela 1:Qualidade de sinal.

Condições do sinal	Força do sinal (dBm)
Excelente	> - 50 dBm
Bom	de -50 a -60dBm
Razoável	de -60 a -70dBm
Ruim	< - 70 dBm

Fonte: Adaptado de FERREIRA; MONTANHA, (2017).

Sobre o *CCQ* dos dispositivos conectados que, de acordo com a fabricante Mikrotik, ele é a medição da eficácia do uso da largura de banda teórica, este será avaliado também pelo software *PRTG*, onde serão considerados satisfatórios valores de *CCQ* acima de 80%.

Com relação a quantidade de dispositivos conectados ao roteador, esta também será uma avaliação feita pelo *software PRTG* onde será considerado satisfatório quando o mínimo de 10 dispositivos utilizados no experimento se mantiverem conectados de forma constante.

Por fim, com relação ao processamento do roteador, a memória *RAM* e *CPU* serão avaliadas pelo *software PRTG*, sendo a memória *RAM* considerada satisfatória quando há sobra de memória disponível, não havendo utilização de sua totalidade, e a *CPU* será considerada como satisfatória quando não ultrapassar 50% da capacidade de processamento.

Finalizando a avaliação do experimento será aplicada uma pesquisa de satisfação contemplando perguntas simples e objetivas onde os alunos participantes do experimento poderão avaliar atribuindo notas de 1 a 5 para as seguintes questões: “Usar a internet como ferramenta de estudo nas aulas contribui: Responda de 1 (pouco) a 5 (muito)”;

“Indique de 1 (muito ruim) a 5 (muito boa) a velocidade do acesso aos sites durante as atividades na sala de aula”;

“Indique de 1 pouco satisfeito) a 5 (muito satisfeito) a respeito do uso das ferramentas dos *chromebooks* nas atividades”;

e por último “De modo geral os *chromebooks* atenderam ou não a sua expectativa em sala de aula: 1 (não atende) a 5 (atende plenamente)”.

4 MATERIAIS

Na execução do projeto, o principal objetivo é prover qualidade e disponibilidade da conexão com baixo custo de hardware e software durante a utilização da ferramenta Google Apps for Education em sala de aula. Diante disto foi escolhido um roteador da marca Mikrotik em razão desta ser detentora do sistema RouterOS que é capaz de prover uma enorme quantidade de recursos.

Para notebook a escolha foi o Samsung Chromebook 2 (XE500C12I) que é fabricado pela Samsung que foi criado para ser rápido, portátil e seguro. Dentre as características mais

marcantes deste aparelho estão a rápida inicialização, a imunidade a vírus, o armazenamento na nuvem, além do aparelho ser leve e apresentar design fino e ergonômico. O experimento contou com 10 chromebooks, sendo nove deles utilizados pelos alunos e um utilizado pelo professor.

	Samsung Chromebook 2 (XE500C12I)	RouterBOARD 941-2nD
Hardware	<p>Processador Intel® Celeron® N2840 (2.16 GHz até 2.58 GHz, 1 MB L2 Cache)</p> <p>, Placa de Vídeo Integrada, Tela 11.6" HD LED 16:9 (1366 x 768) Antirreflexiva, Memória 2 GB DDR3L 1333 MHz, Armazenamento 16 GB e.MMC iNAND™, Alimentação: Bateria de 2 Células (30 Wh) e Fonte Adaptadora AC 26 W, Multimídia: Microfone integrado, Auto-falantes 4 W estéreo (2 W x 2) e Webcam HD (720p), Rede: Bluetooth 4.0 e Placa de rede Intel® Wireless-AC 7260, 2 x 2 802.11 ac.</p>	<p>Entrada de energia de 5-5 V 1A porta MicroUSB, Suporte 802.11 b/g/n, CPU QCA9533 de 1 core com frequência de 650MHz, Memória RAM de 32MB, 4 interfaces fast ethernet 10/100, Wireless 2.4GHz com 2 antenas e ganho das antenas de 1.5 dBi,</p> <p>Sistema operacional RouterOS, licença nível 4.</p>
Software	<p>Sistema operacional Google Chrome OS, Proteção antivírus integrada, atualizações gratuitas, sincronização com dispositivos móveis através da conta Google.</p>	<p>Protocolo TDMA proprietário Nv2, Configurações avançadas de QOS (Quality of Service), Firewall Stateful, Roteamento RIP, OSPF, BGP, MPLS, Alta disponibilidade com VRRP, Acesso Telnet, mac-telnet, ssh, console admin, web e winbox.</p>

5 IMPLANTAÇÃO

Levando em conta a compatibilidade com o maior número de dispositivos o roteador Mikrotik escolhido emite o sinal wireless em 2,4GHz com banda B/G/N e tecnologia MIMO (Multiple-input and multiple-output) para transmitir inúmeros quadros em simultâneo para estações receptoras diferentes (JUNIOR et al, 2016).

O mesmo faz uso da versão 6.42.3 do sistema *RouterOS*, e os parâmetros de configurações aplicadas na interface *wireless* do dispositivo podem ser observados no quadro abaixo:

```
# jun/04/2018 18:29:54 by RouterOS 6.42.3
# software id = IER5-FH8F
#
```

```
# model = RouterBOARD 941-2nD
# serial number = 7DE607C25CF4
/interface wireless
set [ find default-name=wlan1 ] band=2ghz-b/g/n disabled=no frequency=auto \
    mode=ap-bridge ssid="Escola Joao Beda"
/interface wireless security-profiles
set [ find default=yes ] authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk eap-methods="" \
    mode=dynamic-keys supplicant-identity=MikroTik wpa-pre-shared-key=\
    jbkunivates wpa2-pre-shared-key=jbkunivates
```

Não foi atribuído servidor *DHCP* do roteador, suas interfaces foram adicionadas a uma *bridge*, onde o mesmo só encaminhou as configurações do servidor *DHCP* da escola conforme instruções abaixo:

```
# jun/04/2018 18:31:33 by RouterOS 6.42.3
# software id = IER5-FH8F
#
# model = RouterBOARD 941-2nD
# serial number = 7DE607C25CF4
/interface bridge
add fast-forward=no name=bridge1
/interface bridge port
add bridge=bridge1 interface=wlan1
add bridge=bridge1 interface=ether2
add bridge=bridge1 interface=ether3
add bridge=bridge1 interface=ether1
```

6 REFERENCIAL TEÓRICO

6.1 ACESSO À INTERNET

6.1.1 REDE INTERNA

A conexão de uma rede interna também conhecida como rede local ou *LAN (Local Area Network)* é uma conexão privada que atua dentro de um prédio, residência, escritório e até mesmo uma fábrica. Esse tipo de rede é comumente utilizada para que computadores e outros equipamentos pessoais possam compartilhar recursos da rede como impressoras, e o acesso à internet (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

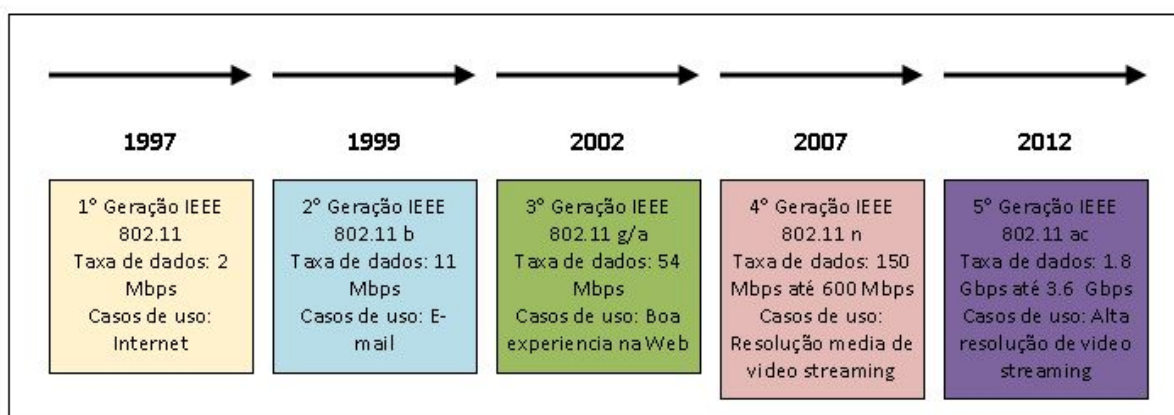
Para a rede local disponibilizar o acesso à internet, é necessário um equipamento roteador, que por sua vez se comunica com um provedor de acesso por meio guiado (Fibra, Coaxial ou cabo *UTP*) ou via rádio, e atuando na função de *gateway* para a rede local (CARISSIMI, A. S. et al., 2009).

O equipamento *gateway* é responsável por criar um segmento de rede privada e fornecer os endereços *IP* aos dispositivos. Segundo Kurose e Roos (2003) um servidor *DHCP* recebe as requisições de um cliente, e se for o caso de uma alocação dinâmica de endereço, ele aloca e faz o reenvio de um endereço *IP* ao cliente que requisitou. Este protocolo é muito usado em redes *LAN* e acessos residenciais para a internet.

É possível também estender a atuação para dispositivos móveis com roteadores sem fio que são dispositivos funcionam emitindo sinal *wireless* em 2,4 GHz e 5 GHz. O comprimento de onda nessas frequências é muito pequeno e os sinais transmitidos por ele podem atravessar objetos que aparentemente são sólidos (ENGST; FLEISHMAN, 2005).

Além do espectro, as redes sem fio precisam falar o mesmo protocolo para poder trocar dados. A principal especificação para padrões de redes wireless é o IEEE¹⁰ 802.11¹¹ que passa por constantes evoluções que aumentam a capacidade de troca de informações conforme figura abaixo:

Figura 1: Evolução da Rede sem fio.



Fonte: Adaptado de JUNIOR et al., (2016) .

É importante salientar a segurança do sinal sem fio, pois qualquer dispositivo que tem um receptor de rádio pode capturar dados da rede, como também injetar dados nela, por isto é importante a segurança na camada de enlace, para proteger o acesso à rede e também manter a confidencialidade dos dados que trafegam por ela (LINHARES; GONÇALVES, s.d.). De acordo com Oliveira (2007) a segurança em meios sem fio é realizada pelos protocolos *WEP* (*Wired Encryption Protocol*) e *WPA* (*Protected Access*) e que a aplicação de *WPA* com autenticação mútua utilizando o padrão 802.1X *EAP* é a melhor opção para segurança.

6.1.2 REDE EXTERNA

¹⁰ "IEEE - The world's largest technical" <https://www.ieee.org/>. Accessed 4 May. 2018.

¹¹ "IEEE 802.11, The Working Group Setting the Standards for Wireless" <http://www.ieee802.org/11/>. Accessed 4 May. 2018.

A internet como conhecemos é uma rede *WAN* (*Wide Area Network*) e abrange uma grande área geográfica (TANENBAUM; WETHERALL, 2011). Ela tem como objetivo interconectar diferentes redes físicas mas, para que todas consigam se comunicar foi universalizado como protocolo de comunicação o *TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). O *TCP* no processo de comunicação é o encarregado por manter a integridade dos dados ao destinatário. Já o *IP* é responsável pelo endereçamento e encaminhamento dos pacotes de dados entre os dispositivos (RODRIGUES, 2009).

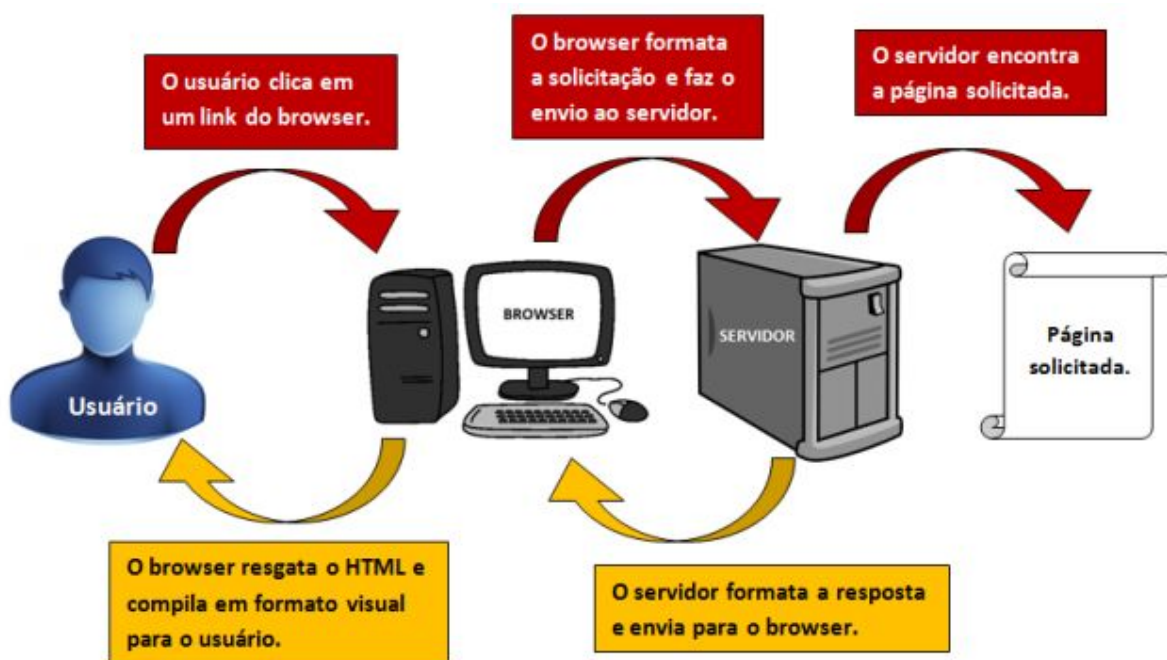
Atualmente a maioria das redes de *internet* usa a versão 4 do protocolo *IP* formado por quatro números decimais, separados por pontos, que pode ir de 0 a 255 (exemplo: 10.89.89.5). No entanto, existem algumas falhas nesta versão sendo a principal que o endereçamento tem apenas 32 bits e, em função do rápido crescimento da internet, este não é capaz de suportar o número de usuários (FOROUZAN, 2010).

É importante salientar que dentro da camada de aplicação do protocolo *TCP*, são seus protocolos que irão determinar qual tipo de serviço a rede será utilizada. Entre os mais utilizados no acesso à dados estão *HTTP* (*Hypertext Transfer Protocol*) e o *HTTPS* (*Hypertext Transfer Protocol Secure*). O Protocolo *HTTP* é largamente utilizado na *web* para transferir dados que podem ser imagens, sons e textos. Conforme cita Rios (2012):

[...] Com o passar dos anos, novas tecnologias foram desenvolvidas e o protocolo *HTTP* passou a trabalhar com diversas informações, como imagens, posteriormente sons e, atualmente, video. Hoje em dia, grande parte dos sites possui essas informações.

O *HTTP* define como os clientes requisitam as páginas aos servidores e como são transferidas aos clientes, onde por um lado o cliente (navegador) envia ao servidor mensagens de requisição *HTTP* para os objetos da página, no outro lado, do servidor, ele recebe estas requisições e responde com mensagens de resposta *HTTP* que contém os objetos. O *HTTPS* é semelhante ao *HTTP*, mas tem adicionada uma camada de segurança por meio de um certificado *SSL* (*Secure Sockets Layer*), que cria um canal criptografado entre cliente e servidor para troca dos dados (KUROSE; ROSS, 2013).

Figura 2: Processo de troca de mensagens HTTP.



Fonte: Adaptado em 19/06/2018 de DEVMEDIA.

O DNS (Domain Name System) é o sistema responsável por traduzir os nomes e domínios em IP uma vez que seria inviável para cada acesso ao sites por endereço de IP ter a necessidade de memorizar a sequência de números de cada um. Visando facilitar essa logística, cada vez que é requisitado um acesso em um site pelo navegador, este realizará uma consulta ao servidor DNS que lhe indicará o endereço do site e, só após esta consulta é que o conteúdo será carregado em seu navegador (NETO; MORAES, 2011). O protocolo de DNS utiliza a porta 53 para trafegar os dados e, normalmente faz uso da troca de dados pelo protocolo UDP (User Datagram Protocol) (COSTA, 2006).

6.2 O GOOGLE APPS FOR EDUCATION

Inicialmente a empresa Google Inc. começou como uma ferramenta de buscas na internet. Contudo, esta foi aprimorando seu portfólio e hoje conta com diversas plataformas de produtividade online, de utilização doméstica, empresarial e educacional.

A plataforma Google Apps for Education é uma ferramenta criada pela Google Inc. voltada ao meio educacional, que é destinada e gratuitamente disponibilizada às instituições de ensino (SCHNEIDERS, 2017). Ela permite que o professor conduza atividades pelo ambiente virtual, acompanhe o estudante enquanto ele as desenvolve, podendo atribuir comentários, notas, disponibilizar materiais de apoio, dar prazos de entrega, entre outras funcionalidades. Além disso, mediante convite do professor, os responsáveis pelos estudantes podem acompanhar o desenvolvimento das atividades, aproximando a família do ambiente escolar (SCHIEL; GASPARINI, 2016).

Sendo assim, a plataforma Google Apps for Education é não só uma ferramenta de ensino EAD (ensino à distância) que interliga o professor e o aluno por meio da tecnologia da informação em situações onde os envolvidos estão separados geograficamente (FERREIRA; REIS, 2017). Tendo em vista que todo o conteúdo da mesma fica armazenado na nuvem, ela é antes de tudo, uma ferramenta de ensino que permite que o conteúdo esteja disponível seja

na escola ou fora dela, em qualquer hora ou lugar, em qualquer dispositivo conectado à internet (*smartphone, tablet, notebook ou desktop*). Isso permite que a instituição não precise empregar recursos na aquisição de dispositivos para uso pessoal, de forma que todos podem compartilhar os dispositivos. (SCHNEIDERS, 2017)

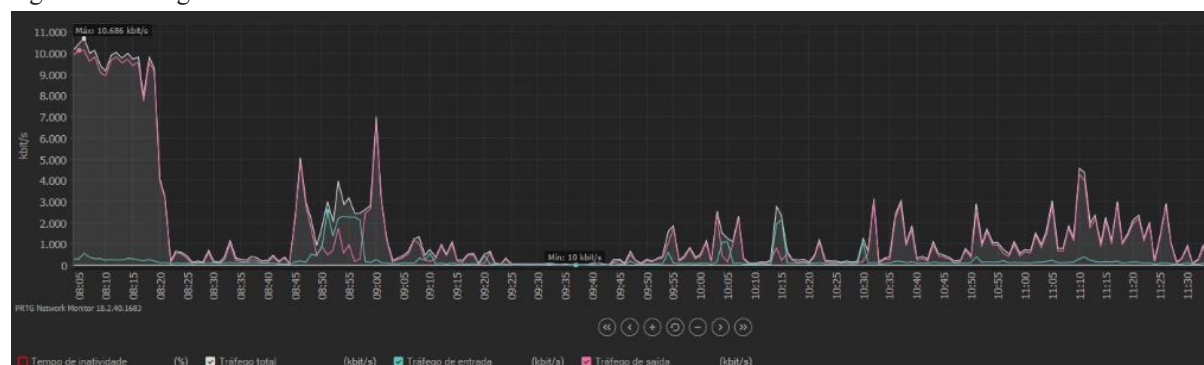
Dentro do *Google Apps for education* é possível usufruir de aplicativos de gerenciamento, conectividade, criação e acessos que permitem que a experiência de utilização da plataforma seja muito construtiva. Ferreira e Reis (2017) afirmam que o uso dessa ferramenta melhora na motivação e no aprendizado dos estudantes. No entanto, é necessário ainda aprimorar e adequar o uso da plataforma na metodologia de ensino. A plataforma permite restringir o acesso apenas aos usuários cadastrados e o cadastro é vinculado a um domínio relacionado à instituição, de forma que há mais segurança, privacidade, autenticidade e organização dos dados e conteúdos da instituição (SCHIEL; GASPARINI, 2016).

7 RESULTADOS

7.1 INFRAESTRUTURA

Na figura 3 é possível ver que os padrões de tráfego variam: No primeiro momento o tráfego mantém valores constantes próximo dos 10 Mbp/s que é onde o professor requisita aos alunos que acessem o *Google Maps*¹² e busquem nele informações sobre continente africano com intenção de localizar a cidade de *Timbukto/Timbuctu*. Logo após ocorre uma queda no tráfego pois a medida que os alunos localizam a cidade no mapa iniciam a edição de um arquivo no *Google Docs*¹³ fazendo uma reflexão sobre a localização de *Timbuktu* no contexto do comércio caravaneiro, itinerário Península Arábica - África, e a expansão do Islã nesse contexto. Ocorrem novos aumentos no tráfego de dados as 8:45AM quando os alunos iniciam a busca de uma imagem na página de pesquisa do *Google*, as 10:35AM ao pesquisar informações pertinentes às atividades e próximo das 11:10AM quando o professor solicita a abertura de um arquivo compartilhado com os alunos pelo aplicativo *Google Drive*¹⁴. No período das 09:20 às 09:40 não houve tráfego de dados em função do horário do intervalo dos alunos. Com esse gráfico é possível entender que para aplicações que requerem um maior fluxo de dados seria necessário um link de internet com velocidade maior.

Figura 3 - Tráfego em Kbit/s durante a atividade escolar.



¹² "Google Maps." <https://www.google.com/maps>. Accessed 12 Jun. 2018.

¹³ "Google Docs - create and edit documents" <https://www.google.com/docs/about/>. Accessed 12 Jun. 2018.

¹⁴ "Google Drive - Cloud Storage & File" <https://www.google.com/drive/>. Accessed 12 Jun. 2018.

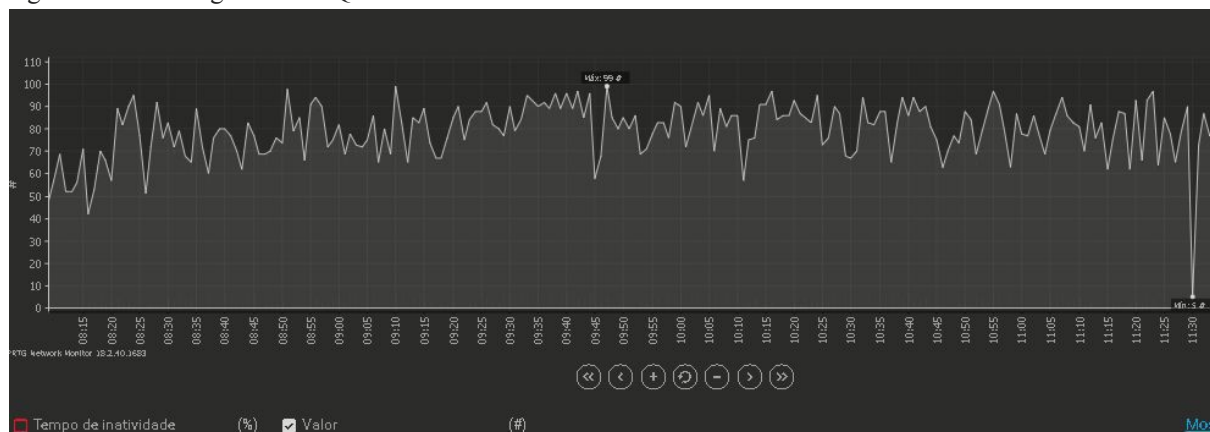
Na figura 4 disposta abaixo é possível visualizar na coluna *Tx/Rx Signal* que é a intensidade do sinal. Ela está entre excelente e razoável onde o melhor sinal é -30dBm e o dispositivo com menor intensidade de sinal é de -63dBm. De forma geral, entende-se que a maioria dos dispositivos ficou com sinal de boa intensidade, indicando um bom desempenho do roteador.

Figura 4 - Dispositivos conectados.

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	Last IP	AP	W	Last Activit...	Tx/Rx Sign...	Tx Rate	Rx Rate
	6C:29:95:8B:29:5F	wlan1	00:35:00	192.168.0.135	no	no	5.060	-63	72.2Mbps...	54Mbps
	6C:29:95:8B:29:41	wlan1	00:34:49	192.168.0.143	no	no	0.010	-62	72.2Mbps...	72.2Mbps...
	6C:29:95:8B:0C:C2	wlan1	00:34:57	192.168.0.141	no	no	0.000	-59	72.2Mbps...	24Mbps
	6C:29:95:8A:EE:68	wlan1	00:34:41	192.168.0.137	no	no	0.320	-58	72.2Mbps...	130Mbps...
	6C:29:95:8B:37:2E	wlan1	00:37:29	192.168.0.134	no	no	0.020	-53	72.2Mbps...	12Mbps
	6C:29:95:8B:16:CC	wlan1	00:34:54	192.168.0.146	no	no	0.090	-53	72.2Mbps...	117Mbps...
	6C:29:95:8A:BF:83	wlan1	00:34:58	192.168.0.140	no	no	0.680	-52	72.2Mbps...	1Mbps
	6C:29:95:8B:0F:C4	wlan1	00:34:43	192.168.0.148	no	no	3.160	-52	72.2Mbps...	65Mbps-2...
	6C:29:95:8B:02:C7	wlan1	00:27:05	192.168.0.147	no	no	0.240	-44	72.2Mbps...	57.7Mbps...
	6C:29:95:8B:0C:09	wlan1	00:34:58	192.168.0.145	no	no	3.580	-41	72.2Mbps...	2Mbps
	E8:9E:B4:67:20:E3	wlan1	02:19:27	192.168.0.152	no	no	0.020	-30	86.6Mbps...	117Mbps...

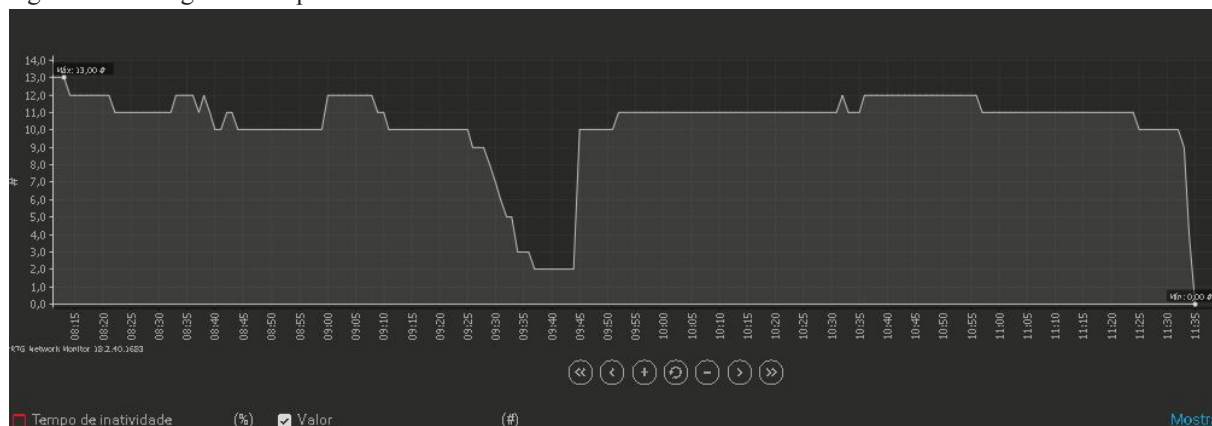
A figura 5 mostra o gráfico com a informação do *CCQ* dos dispositivos conectados que, na média, ficou próxima dos 80%, sendo o menor valor próximo dos 40% e o maior de 99%, indicando boa capacidade de transmissão dos dados.

Figura 5 - Porcentagem do CCQ.



A figura 6 mostra o gráfico de contagem de dispositivos conectados no roteador, indicando que o mesmo foi capaz de suportar ao longo do período os 10 *notebooks* utilizados pelos alunos para realização das atividades. É possível notar uma queda que se iniciou às 9:20AM pois neste momento os alunos se deslocaram para o intervalo e às 11:30AM, no término da atividade, momento em que os *chromebooks* foram desligados.

Figura 6 - Contagem de dispositivos conectados.

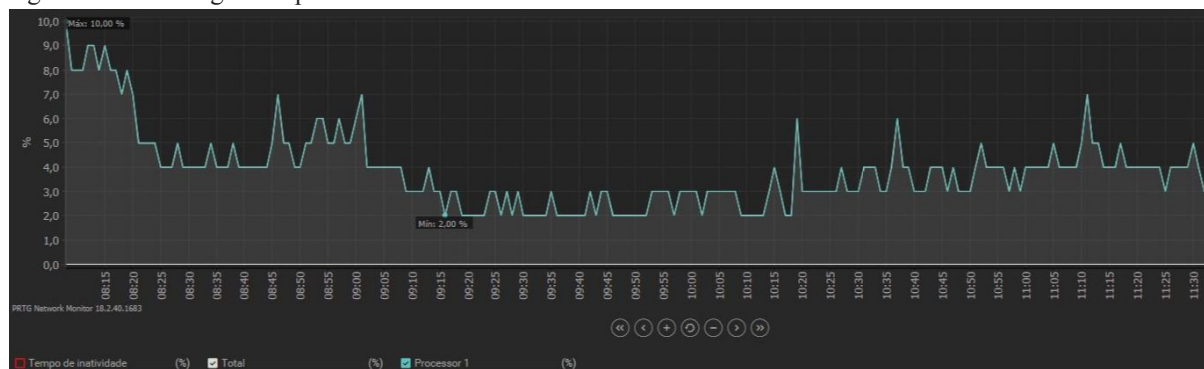


Nas figuras 7 e 8 visualizamos gráficos de desempenho do roteador onde na figura 7 avalia-se a utilização da memória RAM. A linha verde indica MBytes de memória disponíveis durante a atividade e a linha de coloração branca mostra a porcentagem de memória disponível, sendo que o valor mínimo disponível desta última foi de 25,8%. Já o gráfico da figura 8 mostra que o valor máximo de utilização de processamento ficou em 10% da capacidade, indicando que o roteador tem capacidade de expansão para aumentar o número de dispositivos conectados e também do tráfego total de sua *interface wireless*.

Figura 7 - Porcentagem de memória ram utilizada no roteador.



Figura 8 - Porcentagem de processamento utilizado no roteador.



Na figura 9 é possível ver um registro no momento da realização do experimento onde os alunos realizaram as atividades das disciplinas de história e geografia utilizando o Google Apps for education e chromebooks.

Figura 9 - Aluno durante as atividades.



7.2 PESQUISA DE SATISFAÇÃO

Com relação a avaliação de satisfação aplicada aos alunos após a realização das atividades com os *chromebooks* observou-se que, para a primeira pergunta “Usar a internet como ferramenta de estudo nas aulas contribui: Resposta de 1 (pouco) a 5 (muito)” 100% das 14 crianças avaliaram com nota 5 indicando que elas entendem que a internet contribui muito no estudo.

O segundo questionamento pede que a criança “Indique de 1 (muito ruim) a 5 (muito boa) a velocidade do acesso aos sites durante as atividades na sala de aula”. Nesse quesito, 6 crianças (42,9%) avaliaram com nota 5, 7 crianças (50%) avaliaram com nota 4 e 1 criança (7,1%) avaliou com nota 3. Essa dispersão dos dados com relação a velocidade pode estar associada ao momento de uso total do *link* de internet disponibilizado, indicando que, de fato, seria interessante dispor de uma velocidade de internet maior.

Sobre o quesito “Indique de 1 (pouco satisfeito) a 5 (muito satisfeito) a respeito do uso das ferramentas dos *chromebooks* nas atividades”, 13 crianças (92,9%) avaliaram com nota 5 e 1 criança (7,1%) avaliou com nota 4. Esse resultado mostra que as ferramentas do *Google Apps for Education* de fato proporcionaram um ganho no aprendizado das crianças.

Por fim, o questionamento “De modo geral os *chromebooks* atenderam ou não a sua expectativa em sala de aula: 1 (não atende) a 5 (atende plenamente)” obteve 6 crianças (42,9%) votando com nota 5, 5 crianças (35,7%) votando nota 4 e 3 crianças (21,4%) votando nota 3. Esse resultado sugere que, por ser um dispositivo semelhante a um notebook convencional mas possuir suas particularidades, pode ter causado uma dificuldade de adaptação para algumas crianças. No entanto, a maioria entende que os *chromebooks* atendem as expectativas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados expostos entende-se que o roteador utilizado no experimento atendeu as expectativas no que diz respeito à utilização dos seus recursos de processamento e emissão de sinal aos dispositivos, unindo alto desempenho e baixo custo. A escolha dos *chromebooks* como ferramenta de acesso para os alunos foi satisfatória uma vez que, é não só um dispositivo de fácil manuseio, mas também possui ampla disponibilidade de aplicativos que enriquecem o processo de ensino. Com relação a avaliação dos parâmetros propostos no experimento observou-se que foram obtidos bons resultados, fazendo-se uma ressalva apenas para o tráfego em Kbit/s que, durante a realização de uma atividade que demandou mais velocidade de conexão, chegou-se ao limite do plano de internet, indicando uma necessidade de um maior *link* de internet. O bom resultado do experimento, também se refletiu na avaliação dos alunos após a atividade, levando à conclusão de que uma estrutura de rede de baixo custo e complexidade podem proporcionar novas formas de ensino e aprendizagem.

9 REFERÊNCIAS

CARISSIMI, A. S; ROCHOL, J; GRANVILLE, L. Z. **Rede de computadores**. Porto Alegre: Bookman, v.20. 2009.

COSTA, D. G. **DNS : Um guia para administradores de rede**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

DEVMEDIA, **Como funcionam as aplicações web**. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/como-funcionam-as-aplicacoes-web/25888>> Acesso em: 19 jun. 2018.

ENGST, A; FLEISHMAN, G. **Kit do iniciante em redes sem fio - O guia prático sobre redes Wi-Fi para Windows e Macintosh**. - São Paulo: Pearson Makron Books, 2.ed. 2005.

FERREIRA, L; MONTANHA, G. K. **Interferência de sinal wi-fi em função de tipos de barreiras**. Botucatu, 2017. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/download/488/302>> Acesso em: 12 de jun. 2018.

FERREIRA, M. de N. A; REIS, A. G. **Utilização da plataforma Google Apps for Educations como ferramenta colaborativa entre instituições de ensino superior**. FORGES, 2017. Disponível em: <http://www.aforges.org/wp-content/uploads/2017/03/40-MFerreira_Utilizacao-da-plataforma-google-APPS.pdf> Acesso em: 09 jun. 2018

FOROUZAN, A. B. **Protocolo TPC/IP** Porto Alegre: AMGH, 3.ed. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 6.ed. 2008.

JUNIOR, A. F. A.; SILVA, G. H.; SILVA R. A.; MULLER, M. R.; SOUZA, A. P. **Considerações teóricas a respeito da nova rede sem fio de alta velocidade**. Três Lagoas, 2016. Disponível em: <http://revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=961>> Acesso em: 09 jun. 2018.

KUROSE, J. F; ROSS, K. W. **Rede de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 6.ed. 2013.

LINHARES, A. G.; GONÇALVES, P. A. S. **Uma Análise dos Mecanismos de Segurança de Redes IEEE 802.11: WEP, WPA, WPA2 e IEEE 802.11w**. Recife. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~pasg/gpublications/LiGo06.pdf>> Acesso em: 09 jun. 2018

MIKROTIK. **Router and Wireless RB951Ui-2HnD**. Disponível em: <https://mikrotik.com/product/RB951Ui-2HnD>> Acesso em: 09 jun. 2018

NETO, A. V. G; MORAES, A. **DNS - Um serviço indispensável**. Pelotas, 2011. Disponível em: http://187.7.106.14/wiki2011_2/lib/exe/fetch.php?media=projeto2:artigo-dns_um_servico_indispensavel.pdf> Acesso em: 09 jun. 2018

OLIVEIRA, A. N. **Autenticação em redes wireless com certificação digital evitando “EVIL TWIN”**. UniCEUB. Brasília: 2007. Disponível em: <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3179/2/9965560.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

RIOS, R. O. **Protocolos e Serviços de Redes**. Instituto Federal Espírito Santo. Colatina: 2012. Disponível em: http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infor_comun/tec_inf/081112_protserv_redes.pdf> Acesso em 09 jun. 2018.

RODRIGUES, R. A. **IPv6: Uma nova era para a Internet e seus serviços**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: 2009. Disponível em: <<https://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/Download/pub/RSS/MTC/referencias/TCC%20-%20RaimundoRodrigues.pdf>> Acesso em: 09 jun. 2018.

SAMSUNG. **Chromebook 2 XE500C12L**. Disponível em: <<http://www.samsung.com/br/support/model/XE500C12-AD1BR>> Acesso em 09 jun. 2018

SCHIEHL, E. P.; GASPARINI, I. **Contribuições do Google Sala de Aula para o Ensino Híbrido**. RENOTE, v. 14, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/viewFile/70684/40120>> Acesso em: 09 jun. 2018

TANENBAUM, A. S; WETHERALL, D. **Redes de computadores**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 5.ed. 2011.

VEEN, W; VRAKKING, B. **Homo Zappiens: Educando na Era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009.